



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL: UM ESTUDO DE  
CASO NA COMUNIDADE MANOEL JOÃO EM PORTO NACIONAL, TOCANTINS**

**GUILHERME ALMEIDA MARTINS**

PALMAS - TO

2021

**GUILHERME ALMEIDA MARTINS**

**LINHA DE PESQUISA: RECURSOS HÍDRICOS**

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL: UM ESTUDO DE CASO NA COMUNIDADE MANOEL JOÃO EM PORTO NACIONAL, TOCANTINS**

Projeto de qualificação foi avaliado e apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas Curso de Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Ambiental e aprovada em sua forma final pelo Orientador.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Dias

Palmas - TO

2021

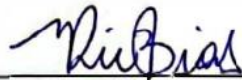
# FOLHA DE APROVAÇÃO

GUILHERME ALMEIDA MARTINS

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL: UM ESTUDO  
DE CASO NA COMUNIDADE MANOEL JOÃO EM PORTO NACIONAL,  
TOCANTINS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental,  
Nível Mestrado Profissional, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre  
em Engenharia Ambiental. A presente dissertação foi aprovada pela Banca  
Examinadora composta pelos membros abaixo relacionados:

## BANCA EXAMINADORA



---

Dr. Ricardo Ribeiro Dias (Presidente da Banca)  
Universidade Federal do Tocantins



P/ 

---

Dr. Sérgio Carlos ~~Bernardo Queiroz~~ (Membro Titular Interno)  
Universidade Federal do Tocantins



P/ 

---

Dr. Emerson Adriano Guarda (Membro Titular Externo)  
Universidade Federal do Tocantins

Aprovada em: 29 de outubro de 2021

Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas

O evento foi realizado por meio de videoconferência, conforme Art. 56-A da Resolução nº 13, de 22 de março de 2017, pela necessidade cautelar de distanciamento social em virtude da pandemia causada pelo coronavírus (SARS-CoV-2)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

M386s    Martins, Guilherme Almeida Martins.  
          Sistema de abastecimento de água na zona rural: um estudo de caso na comunidade Manoel João em Porto Nacional, Tocantins . / Guilherme Almeida Martins Martins. – Palmas, TO, 2021.

124 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Ambiental, 2021.

Orientador: Ricardo Ribeiro Dias

1. Abastecimento de água. 2. Baixo custo. 3. Comunidade rural. 4... I.  
Título

**CDD 628**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

Dedico este estudo a Deus!

MARTINS, Guilherme Almeida. **SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL: UM ESTUDO DE CASO NA COMUNIDADE MANOEL JOÃO EM PORTO NACIONAL, TOCANTINS 2021**. 124f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2021

## RESUMO

Tendo em vista às políticas públicas de promoção à água de qualidade, quando estas não atendem de forma satisfatória as comunidades rurais no direito ao acesso, o estudo em questão visa contribuir de forma a mitigar esta desigualdade. A pesquisa objetivou a melhoria do fornecimento de água para as famílias da comunidade Manoel João, com a proposição de soluções de tratamento simplificado para o abastecimento de água e seus custos de implantação. Para tanto, fez-se necessário: o diagnóstico preliminar da comunidade valendo-se de dados socioeconômicos; o diagnóstico do sistema de abastecimento de água em voga pelas famílias da comunidade; o monitoramento da qualidade da água com campanhas de coleta de amostras para análises físico-químicas e biológicas segundo os parâmetros de potabilidade; e por fim, recomendou-se melhorias no sistema de tratamento existente em conformidade com a realidade da comunidade. Realizou-se, então, uma pesquisa com três fases: na primeira, aplicou-se o Levantamento de Necessidades de Melhorias Sanitárias Domiciliares concomitantemente com um roteiro de perguntas subjetivas; na segunda fase, listou-se as técnicas de tratamento de água aplicadas atualmente pelas famílias, fez-se o levantamento do sistema de captação e distribuição de água existente, realizou-se campanhas para coleta de amostras de água segundo os parâmetros de potabilidade; e na terceira fase, apresentou-se tecnologias de tratamento de baixo custo e economicamente viáveis para a solução do problema de abastecimento de água na comunidade. Diante disto, verificou-se que as famílias não tratam a água de modo a garantir a segurança hídrica das mesmas; constatou-se que a rede de distribuição de água está obsoleta. Por fim, as tecnologias de tratamento tais como: Filtração em Múltiplas Etapas, a Solução Alternativa de Tratamento de Água, filtros de propileno e desinfecção, são as soluções que melhor se ajustam na realidade da comunidade. Destas, os filtros de polipropileno é a tecnologia mais viável no cenário socioeconômico atualmente.

Palavras-Chave: abastecimento de água; baixo custo; comunidade rural

MARTINS, Guilherme Almeida. **WATER SUPPLY SYSTEM IN RURAL AREA: A CASE STUDY IN THE MANOEL JOÃO COMMUNITY IN PORTO NACIONAL, TOCANTINS 2021.** 124f. Dissertation (Professional Master's in Environmental Engineering) - Federal University of Tocantins, Palmas, 2021

## **ABSTRACT**

In view of public policies to promote quality water, when they do not satisfactorily serve rural communities in the right to access, the study in question aims to contribute in order to mitigate this inequality. The research aimed to improve the water supply for families in the Manoel João community, with the proposition of simplified treatment solutions for the water supply and its implementation costs. Therefore, it was necessary: the preliminary diagnosis of the community using socioeconomic data; the diagnosis of the water supply system in vogue by community families; the monitoring of water quality with sample collection campaigns for physicochemical and biological analyses according to potability parameters; and finally, improvements to the existing treatment system were recommended in accordance with the reality of the community. A research was then carried out with three phases: in the first, the Household Health Improvement Needs Survey was applied concomitantly with a script of subjective questions; in the second phase, the water treatment techniques currently applied by the families were listed, the existing water collection and distribution system was surveyed, campaigns were carried out to collect water samples according to potability parameters; and in the third phase, low-cost and economically viable treatment technologies were presented to solve the water supply problem in the community. In view of this, it was found that families do not treat water in order to guarantee their water security; it was found that the water distribution network is obsolete. Finally, treatment technologies such as: Multi-Step Filtration and The Alternative Solution for Water Treatment, propylene filters and disinfection, are the solutions that best fit the reality of the community. Of these, polypropylene filters are the most viable technology in the socioeconomic scenario today.

**Keywords:** water supply; low cost; rural community

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caracterização dos Pontos de Coleta .....	21
Figura 2 - Solução Alternativa de Tratamento de Água (SALTA-z) .....	25
Figura 3 – Detalhe do Clorador Simplificado .....	26
Figura 4 - Sistema de Instalação do Clorador Simplificado .....	27
Figura 5 - Fluxogramas Esquemáticos dos Sistemas de Filtração Direta .....	29
Figura 6 – Fluxograma da Filtração em Múltiplas Etapas.....	30
Figura 7 - Esquema Geral da Filtração em Múltiplas Etapas .....	31
Figura 8 – Esquema de Rede Ramificada.....	32
Figura 9 - Fluxograma da técnica orçamentária .....	34
Figura 10 – Mapa de Localização da MCMJ .....	37
Figura 11 - Precipitação Média Mensal e Temperatura Média do Ar .....	38
Figura 12 – Pontos de Coleta de Água .....	39
Figura 13 - Distribuição Espacial do Uso e Cobertura da Terra .....	41
Figura 14 – Fluxograma do Projeto de Pesquisa .....	43
Figura 15 – Composição do custo do serviço.....	48
Figura 16 – Reservatório Inferior e Superior: Exemplo .....	50
Figura 17 – Bacia Improvisada como Pia e Tanque de Lavar.....	51
Figura 18 – Gráfico do Levantamento das Necessidades de Melhorias Sanitárias de Cada Família.....	53
Figura 19 – Captação: Vista Superior .....	55
Figura 20 – Captação: Vista Lateral .....	55
Figura 21 – Mapa de Localização da Sub-Bacia do Córrego Maria Joana na MCMJ .....	56
Figura 22 - Rede de Distribuição de Água da Comunidade .....	57
Figura 23 – Mapa da Rede de Abastecimento de Água da Comunidade Manoel João.....	58
Figura 24 – Rede de Distribuição de Água da Comunidade .....	59
Figura 25 – Vazamento: Ponto com Reparo com Borracha .....	60
Figura 26 – Vazamento: Ponto com Reparo Improvisado .....	61
Figura 27 - Interação entre Meio Ambiente, Tecnologias de Tratamento e Comunidade .....	70
Figura 28 - Instalação piloto de FiME.....	72
Figura 29 - Solução Alternativa de Tratamento de Água: Montado .....	74
Figura 30 – Filtros de Polipropileno.....	75



Figura 31 - Kit Filtros de Microfiltração .....	76
Figura 32 - Custo de Instalação por Diâmetro da Tubulação .....	79
Figura 33 – Custo: Mão de Obra e Materiais .....	80
Figura 34 - Panoramas do SACMJ .....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados dos Parâmetros Físico-Químicos e Bacteriológico da MCMJ.....	39
Tabela 2 - Valores de IQA das Subáreas da Microbacia do Córrego Manoel João .....	40
Tabela 3 – Uso e Ocupação do Solo da MCMJ.....	41
Tabela 4 - Levantamento das Necessidades de Melhorias Sanitárias de Cada Família .....	52
Tabela 5 – Dimensionamento da Rede de Água.....	62
Tabela 6 - Orçamento Sintético: Rede de Distribuição .....	81
Tabela 7 – Orçamento: Filtro de Polipropileno .....	84
Tabela 8 – Pontos Levantados em Coordenadas Geográficas .....	103
Tabela 9 – Parâmetros de Cálculo da Vazão: Q <sub>3</sub> .....	106
Tabela 10 - Orçamento Analítico: Rede de Distribuição .....	107

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Levantamento das Necessidades de Melhorias Sanitárias Domiciliares.....	45
Quadro 2 – Reservação: Volume Médio Instalado.....	50
Quadro 3 - Valores Máximos do Parâmetros de Potabilidade: Resultados.....	65
Quadro 4 - Parâmetros de Potabilidade: Resultados .....	67
Quadro 5 - Comparativo dos Sistemas de Tratamento D'água para Comunidades Rurais .....	71
Quadro 6 – Dosagem de Hipoclorito de Sódio Para Desinfecção da Água .....	78
Quadro 7 – Custo de Instalação por Diâmetro da Tubulação.....	79

## LISTA DE ABREVIACÕES, SÍMBOLOS E SÍGLAS

A – Área da Bacia

$A_c$  - Área do círculo de perímetro igual ao da área total da bacia

$A_{máx}$  - Altitude máxima (altitude do ponto mais alto do divisor de água)

$A_{min}$  - Altitude mínima (altitude foz do canal principal da bacia)

ANA - Agência Nacional de Águas

APP – Área de Preservação Permanente

b - Largura

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

D – Diâmetro da tubulação

DF - Dupla Filtração

ETA - Estações de Tratamento de Água

FDA - Filtração Direta Ascendente

FDD - Filtração Direta Descendente

FiME – Filtração em Múltiplas Etapas

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

h – Altura

H – Declividade média

ha - Hectare

$H_m$  – Amplitude altimétrica

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IQA – Índice de Qualidade de Água

$K_1$  – Coeficiente do dia de maior consumo

$K_2$  – Coeficiente da hora de maior consumo

l - Comprimento

L – Comprimento do canal principal (distância da nascente mais distante até a foz)

LENE - Levantamento de Necessidades de Melhorias Sanitárias Domiciliares

$L_r$  – Comprimento total da rede

$L_t$  – Comprimento total dos canais

m.c.a – Metro de coluna de água

MCMJ - Microbacia do Córrego do Manoel João

N – Número de canais (1ª ordem)

NTU – Unidades de Turbidez Nefelométrica

P – Perímetro

P – População final da área a ser abastecida [hab]

PAC – Policloreto de Alumínio

PNAD - Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios

PPM – Partes Por Milhão

q – Consumo per capita final de água [l/hab·dia]

Q – Vazão de distribuição [l/s]

$Q_{\text{barragem de nível}}$  – Vazão da Barragem de Nível

$Q_m$  – Taxa de consumo linear

$Q_{\text{máx}}$  – Vazão total da rede

SACMJ – Sistema de Abastecimento de Água da Comunidade Manoel João

SALTA-z - Solução Alternativa de Tratamento de Água

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

$t_{\text{médio}}$  – Tempo Médio

uC – Unidade de Cor

uH - Unidade de Hazen

V – Volume

$V_{\text{máx}}$  – Velocidade máxima [m/s]

VMP – Valor Máximo Permitido

VOC's - Compostos Orgânicos Voláteis

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1. OBJETIVO GERAL.....	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
1.3. JUSTIFICATIVA .....	15
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1. ESTUDOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS .....	17
<i>2.1.1. Estudos socioeconômicos.....</i>	<i>17</i>
<i>2.1.2. Estudos Ambientais.....</i>	<i>18</i>
<i>2.1.2.1. Enquadramento do corpo d'água.....</i>	<i>18</i>
<i>2.1.2.2. Uso e ocupação do solo.....</i>	<i>19</i>
2.2. MONITORAMENTO DA ÁGUA .....	20
<i>2.2.1. Amostragem e pontos de coleta.....</i>	<i>20</i>
<i>2.2.2. Parâmetros de potabilidade.....</i>	<i>22</i>
2.3. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA COMUNIDADES RURAIS ..	23
<i>2.3.1. Medição de vazão .....</i>	<i>24</i>
<i>2.3.2. Tecnologias de tratamento.....</i>	<i>24</i>
<i>2.3.2.1. SALTA-z.....</i>	<i>24</i>
<i>2.3.2.2. Clorador.....</i>	<i>26</i>
<i>2.3.2.3. Filtração lenta.....</i>	<i>28</i>
<i>2.3.2.4. Filtração direta .....</i>	<i>29</i>
<i>2.3.2.5. Filtração em múltiplas etapas.....</i>	<i>30</i>
<i>2.3.3. Dimensionamento da rede de distribuição .....</i>	<i>31</i>
2.4. ORÇAMENTAÇÃO .....	34
<b>3. METODOLOGIA CIENTÍFICA .....</b>	<b>36</b>
3.1. ÁREA DE ESTUDO .....	36
3.2. PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS E MÉTODOS DE TRABALHO...	41
3.3. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO DA COMUNIDADE .....	44
3.4. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE ...	46
3.5. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	46
3.6. PROPOSTA DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA .....	47
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>

4.1. PERFIL DAS CONDIÇÕES SANITÁRIAS DO USO DA ÁGUA NA COMUNIDADE MANOEL JOÃO EM NÍVEL FAMILIAR .....	49
4.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE .....	54
<b>4.2.1. Captação</b> .....	<b>54</b>
<b>4.2.2. Rede de distribuição</b> .....	<b>57</b>
4.3. ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE POTABILIDADE DA ÁGUA .....	64
<b>4.3.1. Resultados físico-químicos e microbiológicos</b> .....	<b>64</b>
<b>4.3.2. Tratamento Utilizado pela Comunidade</b> .....	<b>68</b>
4.4. MELHORIAS PARA O SISTEMA DE TRATAMENTO ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	68
<b>4.4.1. Tratamento: Filtração em múltiplas etapas</b> .....	<b>72</b>
<b>4.4.2. Tratamento: SALTA-z</b> .....	<b>73</b>
<b>4.4.3. Tratamento: Filtro de polipropileno</b> .....	<b>75</b>
<b>4.4.4. Tratamento: Desinfecção</b> .....	<b>77</b>
<b>4.4.1. Custo de Implementação</b> .....	<b>78</b>
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	85
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	88
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO.....	94
APÊNDICE B – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO .....	98
APÊNDICE C – COMUNIDADE MANOEL JOÃO.....	103
APÊNDICE D – REDE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	105
ANEXO A - BOLETIM DE RESULTADO DE ANÁLISES 1ª CAMPANHA .....	111
ANEXO B - BOLETIM DE RESULTADO DE ANÁLISES 2ª CAMPANHA.....	115
ANEXO C - BOLETIM DE RESULTADO DE ANÁLISES 3ª CAMPANHA .....	118
ANEXO D - BOLETIM DE RESULTADO DE ANÁLISES 4ª CAMPANHA .....	123

## 1. INTRODUÇÃO

A água constitui elemento necessário para quase todas as atividades humanas. Setti, Lima, *et al.* (2001) aborda este recurso como “bem precioso, de valor inestimável, que deve ser, a qualquer custo, conservado e protegido”, independente de seus usos ou volume disponível. Como afirma Sperling (1996, p. 15), o uso da água e a qualidade desejada está diretamente relacionada com o uso do abastecimento doméstico, o qual requer a satisfação de diversos critérios, como: odor, cor, turbidez e sabor.

Tendo em vista a preservação dos recursos hídricos e a sua disponibilidade para os usos consuntivos e usos não consuntivos, é que a engenharia hidrológica se faz presente. Tsutiya (2006), afirma que com os estudos hidrológicos será possível determinar alguns dados imprescindíveis no dimensionamento do sistema de abastecimento de água, como: regimes de vazões; variação da cota do nível d’água; período de retorno, vazão mínima do manancial, vazões de enchente, dentre outros.

Segundo o Ministério das Cidades (2014), por meio da publicação do Panorama de Saneamento Básico, o Tocantins, juntamente com outros estados das regiões Norte e Nordeste têm mais de 10% da população com as piores condições de saneamento básico do Brasil, valendo-se dos componentes do acesso adequado e simultâneo de abastecimento de água, esgotamento sanitário e o manejo de resíduos sólidos domiciliares.

Para Castro e Pereira (2020), os serviços de saneamento na zona rural são poucos atraentes aos investidores privados, pois com a baixa densidade populacional os custos para fornecer água tratada para estas comunidades não são lucrativos se comparado com as áreas urbanas. Por isso a importância da atuação do Estado junto a essas comunidades no processo de desenvolvimento, e implementação do serviço de saneamento básico.

Logo, sabendo da importância da água para o desenvolvimento das atividades humanas, bem como seu inestimável valor no desenvolvimento da qualidade de vida, sua relação com o abastecimento de água atendendo os critérios de odor, sabor, turbidez, cor, assim como a segurança hídrica da mesma, é que se faz o seguinte questionamento: Como garantir as famílias da comunidade Manoel João, no município de Porto Nacional, Tocantins, o acesso a água de qualidade e segura para o uso de suas atividades domiciliares?

### **1.1. Objetivo Geral**

Ante o problema apresentado, o objetivo geral da pesquisa é a melhoria do fornecimento de água para as famílias da comunidade Manoel João, e a proposição de sistema simplificado de abastecimento de água e seus custos de implantação. Logo, os objetivos específicos são:

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Fazer o diagnóstico preliminar da comunidade valendo-se de dados socioeconômicos;
- Fazer o diagnóstico do sistema de abastecimento de água em voga pelas famílias da comunidade;
- Realizar o monitoramento da qualidade da água com campanhas de coleta de amostras para análises físico-químicas e biológicas segundo os parâmetros de potabilidade;
- Propor melhorias no sistema de tratamento existente em conformidade com a realidade da comunidade, e seus custos de implementação.

### **1.3. Justificativa**

O presente estudo se destaca no intuito de reduzir as desigualdades sociais, no desenvolvimento sustentável, na prossecução do acesso a água com a devida segurança sanitária, bem como o acesso universal ao saneamento e a prerrogativa da dignidade humana, não esquecendo do gerenciamento dos recursos hídricos.

Não obstante, este tema é relevante principalmente no tocante às políticas públicas de promoção à água de qualidade, quando estas não atendem de forma satisfatória, tanto em extensão, quanto na qualidade dos serviços. Tendo em vista o direito ao acesso a água, o estudo visa contribuir de forma a mitigar esta desigualdade.

A problemática da água requer a junção de várias frentes de trabalho. Para propor uma solução de melhoria do abastecimento da água na comunidade, faz-se necessário estudos



hidrológicos; levantamento de dados censitários; projeção do crescimento demográfico; estudo das demandas que atendem às necessidades da comunidade. Contudo, só os estudos hidrológicos, ou um projeto da rede de abastecimento não seria suficiente, por isso, há a necessidade de estimativa de custo do empreendimento e de suas viabilidades técnica e econômica.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Estudos Sociais, Ambientais e Econômicos**

No diagnóstico da problemática da água, principalmente quando se trata de soluções de sistema de abastecimento, vários fatores contribuem nas tomadas de decisões. Logo, é fundamental uma boa compreensão de todos os atores envolvidos neste cenário, conseqüentemente se faz necessário o estudo e o diagnóstico dos elementos socioambientais e econômicos do sistema.

#### **2.1.1. Estudos socioeconômicos**

Quando se trata de tecnologias sociais em saneamento rural, “entender como cada família se relaciona e compreender seus mais diversos perfis é um fator primordial para que as tecnologias selecionadas sejam as mais adequadas a suas múltiplas realidades”(HORA; RODRIGUES; SACHO, 2015).

Nesse contexto é dado o conceito de aprendizagem social como o processo que busca responder os desafios da sustentabilidade, e a integração das interfaces para uma gestão ambiental participativa. No processo de aprendizagem social, quando ambientalmente orientada, implica em explicar e reconhecer as questões e conflitos ambientais; pois é necessário compreender o ambiente como bem público e seu acesso como um direito à cidadania. (JACOBI; TRISTÃO; FRANCO, 2009)

Por isso, a FUNASA (2016) apresenta metodologias participativas as quais visam trazer reflexões e aplicações de atividades para a aprendizagem social na realidade local. Os objetivos desta aplicação são: (a) compreender os problemas interrelacionados em diferentes espaços e contextos; (b) contribuir para os diferentes atores desenvolverem a perspectiva sobre os problemas socioambientais das outras partes; (c) aprofundar e ampliar o conhecimento das partes envolvidas; (d) buscar conjuntamente soluções técnicas e socialmente adequadas.

Cabe destacar uma das metodologias que podem ser empregadas na aprendizagem social, é a caminhada diagnóstica, que visa identificar, diagnosticar e reconhecer de forma coletiva o lugar, o espaço, o ambiente, contribuindo com uma visão integrada do objeto de estudo. Como o nome já diz, é feito uma caminhada como um roteiro pré-estabelecido que abranja os pontos os quais são de interesse para o enfrentamento da problemática a ser solucionada. Na caminhada diagnóstica, são envolvidos diferentes atores sociais para a concepção da realidade, observando os aspectos do lugar, como: pontos de vazamento de água, condições de moradia, disposição de descarte de resíduos sólidos, entre outros. Busca-se estabelecer o diálogo com os moradores, fazer o levantamento fotográfico, aplicar de questionários, etc. (FUNASA, 2016)

### 2.1.2. Estudos Ambientais

A respeito dos estudos ambientais, o enquadramento do corpo d'água e o levantamento de elementos dos usos e ocupação da terra são informações pertinentes para o abastecimento de água em comunidades rurais. Pois, com estes dados, pode-se diagnosticar com mais clareza os problemas enfrentados por tais comunidades.

#### 2.1.2.1. Enquadramento do corpo d'água

Para garantir os usos múltiplos da água é de suma importância o enquadramento dos corpos hídricos. Este instrumento abrange a qualidade da água para diferentes usos e atividades (usos não consultivos), buscando a manutenção, e em alguns casos, a melhoria da qualidade da água. (DA SILVA; ALBUQUERQUE, 2018)

Por isso foi promulgada a Lei Federal nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997) mais conhecida como Lei das Águas. Nela, é apresentada a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que dispõe de uma série de soluções para a problemática da água, como as diretrizes gerais para a implementação da gestão dos recursos hídricos. Dentre os instrumentos se destaca o enquadramento dos corpos d'água em classes conforme a resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que leva em consideração a qualidade da água em função de seus usos.

No Art. 1º da Resolução 357 CONAMA (BRASIL, 2005) afirma que a “resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes”.

No artigo quarto, classifica as águas doces como:

- Classe especial – Abastecimento para o consumo humano, com desinfecção;
- Classe 1 - Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- Classe 2 - Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- Classe 3 - Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- Classe 4 – A resolução não especifica o uso da água para o abastecimento humano.

Um das etapas mais importante nos estudos ambientais em questão é o diagnóstico da qualidade da água, sendo uma das etapas iniciais para o enquadramento do corpo d’água essa etapa tem a finalidade de identificar os pontos críticos de qualidade e apresentar as conformidades e desconformidades no enquadramento. (MACHADO; KNAPIK; BITENCOURT, 2019)

#### *2.1.2.2. Uso e ocupação do solo*

Há um consenso a respeito das alterações na qualidade e disponibilidade da água, muitas vezes estas alterações são provenientes das atividades humanas, que no seu processo de desenvolvimento tem o contato direto ou indiretamente com a água, por exemplo a pecuária e a agricultura. Portanto, os efeitos das atividades agropastoris devem ser criteriosamente estudados, haja vista as grandes áreas que o uso do solo exige, mesmo que essas atividades costumam afetar mais a disponibilidade em comparação a qualidade dos mananciais (LOLLO, 2016). Conhecer a respeito do uso da terra ganha importância pela necessidade de garantir a sustentabilidade dos recursos naturais, econômicos e sociais. (IBGE, 2013)

É importante acrescentar que a conservação e preservação da vegetação nativa em todo o curso do corpo hídrico, como as nascentes e os locais de topografia mais acidentada são primordiais para a proteção dos rios, lagos, nascentes (MOREIRA et al., 2017). De outro modo, a falta de práticas agrícolas conservacionistas pode causar impactos negativos na qualidade da água e conseqüentemente coloca em risco a segurança hídrica, a saúde humana e o meio

ambiente; tais práticas promovem o assoreamento das nascentes que juntamente com a ausência de cerca de proteção próximo aos corpos hídricos e a circulação de animais provocam contaminação da água. (PINTO; ROMA; BALIEIRO, 2012)

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) define o levantamento da cobertura e uso da terra como o “conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada por meio de mapas”. Tais levantamentos retratam as dinâmicas e as formas de ocupação da terra tornando-se instrumentos para construção de indicadores ambientais, contribuindo para a identificação de alternativas de desenvolvimento sustentável. (IBGE, 2013)

## **2.2. Monitoramento da Água**

Em relação ao monitoramento da água para o abastecimento humano, pode-se simplificar o monitoramento através de amostras retiradas em pontos estratégicos pré-determinados, que em seguida, as amostras são testadas em laboratório para análises dos parâmetros de potabilidade segundo as normas vigentes.

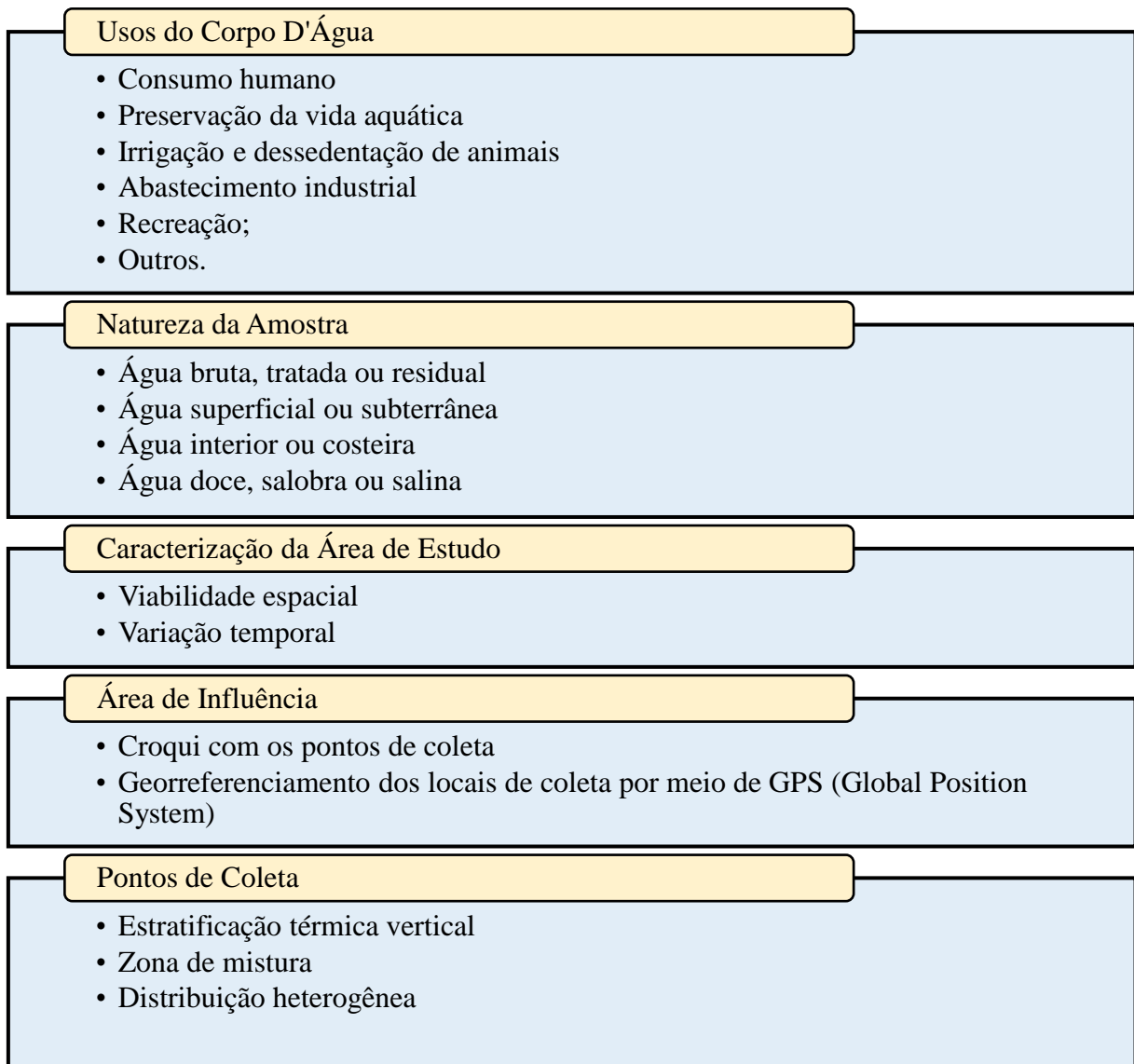
### **2.2.1. Amostragem e pontos de coleta**

A análise físico-química e microbiológica da água é de suma importância, pois os resultados destes exames dão ao interessado parâmetros e subsídios para a tomada de decisões quanto aos usos da água. Por tanto, a amostragem é crucial para o bom desenvolvimento do processo, buscando sempre representar de forma fiel a realidade.

Na escolha dos pontos de amostras, devem ser considerados algumas variáveis como o uso do corpo d'água; natureza da amostra; parâmetros de caracterização da área de estudo; local do ponto de coleta; dentre outros, que depende dos objetivos de cada análise, se a água é tratada ou é água bruta. Nesse contexto, é apresentando as diretrizes para estes procedimentos dados pela ANA (Agência Nacional de Águas) através do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, de forma a complementar, é usado o Manual Prático de Análise de Água da FUNASA (Fundação Nacional de Saúde).

O planejamento de amostragem é uma tarefa complexa e que envolve muitas variáveis, por isso deve ser bem planejada, sendo apenas uma etapa para a caracterização do ecossistema aquático, a amostragem do corpo d'água é uma tarefa preliminar, mas que dela dependem todas as outras fases do estudo, como os ensaios no laboratório, interpretação de dados e a tomada de decisão. A Figura 1 apresenta os aspectos relevantes da caracterização dos pontos de coleta.

**Figura 1 – Caracterização dos Pontos de Coleta**



Fone: Elaborado pelo Autor

Na caracterização da área de estudo, tem-se que observar duas situações, a variabilidade espacial e a variabilidade temporal. Na primeira, o conceito de variabilidade espacial é a

alteração que os corpos de águas superficiais apresentam de seus constituintes quanto aos diferentes pontos da seção transversal, assim como ao longo de seu eixo longitudinal. Na variabilidade temporal, as variações dos constituintes são causadas pelo espaçamento temporal entre as coletas das amostras, em um mesmo ponto. Muitas vezes essas variações ocorrem por conta de fatores climáticos e meteorológicos, podendo ser variações aleatórias ou cíclicas. (ANA, 2011)

Quanto aos pontos de coleta, as ponderações mais relevantes ao estudo em questão, são os pontos para coleta de água bruta e os pontos de coleta de água tratada. Em relação a água tratada, a análise da água está associada a operação do sistema, e os pontos de coleta são definidos conforme necessidade prática do operador. Nos pontos de coleta da água bruta se faz necessário algumas observações: (a) variação da temperatura ao longo da altura da seção transversal, mais conhecida como estratificação térmica; (b) deve-se atentar para as zonas de mistura, são zonas formadas por dois ou mais tipos de água confluindo em um mesmo ponto; (c) existem parâmetros que se distribuem heterogeneamente, é o exemplo do óleo, das mudanças de pH, das concentrações de oxigênio dissolvido, formação de algas, etc. (ANA, 2011)

### 2.2.2. Parâmetros de potabilidade

Dentre as infinitudes de análises que podem ser feitas na caracterização da água, as análises físico-químicas e microbiológicas se destacam para o abastecimento do consumo humano. O intuito da análise microbiológica é fornecer subsídio e relação a potabilidade da água, ou seja, a ausência de risco de ingestão de micro-organismo que possam causar algum dano, geralmente doenças provenientes da contaminação de fezes de animais de sangue quente.

Portando, a água destinada ao consumo não pode haver micro-organismos patogênicos assim não pode apresentar bactérias que indicam contaminação fecal. Nas análises de potabilidade (FUNASA, 2013a), é utilizada a bactéria *Escherichia Coli* como referência de indicador de contaminação fecal, e sua escolha tem como justificativa os seguintes fatores:

- Facilmente identificadas e quantificadas por técnicas simples de laboratório;
- Há a relação direta da concentração da bactéria e o grau de contaminação da água;
- Tem maior tempo de sobrevivência, o que viabiliza o tempo da coleta até a análise;

- São resistentes a agentes tensoativos e agentes desinfetantes.

A Portaria Nº 2.914 (BRASIL, 2011), mais conhecida como Portaria de Potabilidade, estabelece a exigência de verificação da ausência de coliformes totais e *Escherichia Coli* além de determinar sua contagem quando se tratar de água para o consumo humano. A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece:

- Recomenda que o pH da água seja conservado entre 6,00 a 9,50 no sistema de distribuição;
- Determina o valor mínimo de 0,20 mg/l de cloro residual livre ou 2,00 mg/l de cloro residual em toda a extensão do sistema de distribuição;
- Estabelece para cor aparente o valor máximo permitido de 15,00 uH como padrão organoléptico para consumo humano;
- Estabelece que o padrão organoléptico do teor de alumínio para consumo humano é de 0,2 mg/l;
- Estabelece o valor máximo permitido de 1,00 NTU para água subterrânea, e em qualquer ponto da rede de distribuição 5,00 NTU como padrão organoléptico de potabilidade.

### **2.3. Sistemas de Abastecimento de Água para Comunidades Rurais**

O abastecimento de água na zona rural é, muitas vezes, operado por meio de um modelo de gestão comunitária, e para que esse gerenciamento tenha um bom desempenho, é fundamental apoio externo a longo prazo, incluindo aporte financeiro e consultoria técnica. Em contrapartida, outros elementos da comunidade são preponderantes, é o caso de comunidades rurais que possuem iniciativa coletiva, transparência institucional e forte liderança. (HUTCHINGS et al., 2015)

A seguir são apresentados alguns elementos fundamentais para o abastecimento de água em comunidades rurais: medição de vazão, tecnologias de tratamento e dimensionamento da rede de distribuição. Esses três temas são essenciais no balizamento de projetos de abastecimento para essas comunidades, e no caso das tecnologias de tratamento foram selecionadas aquelas que seriam mais viáveis à realidade da área em estudo.



### 2.3.1. Medição de vazão

Quando se trata do abastecimento de água para o consumo humano, as informações de qualidade e quantidade trabalham juntos, são tratados associadamente na interpretação dos dados. Por isso é fundamental conhecer os quantitativos das vazões que se pretende trabalhar, bem como as variações que esta apresenta conforme as estações do ano.

Os canais abertos constituídos de rios, ribeirões, córregos e similares, a vazão pode ser determinada pelos seguintes métodos: volumétrico, flutuadores, molinete hidrométrico, instrumento acústico etc. No método volumétrico, se conhece o volume do reservatório e a vazão é estabelecida medido o tempo que leva para o enchimento dele; a vazão é dada com a divisão do volume do reservatório pelo tempo medido. Tempos de enchimento muito curtos devem ser evitados, recomenda-se tempos superiores a 100,00 segundos. (ANA, 2011)

### 2.3.2. Tecnologias de tratamento

Para Héller e Pádua (HELLER; PÁDUA, 2006), as soluções alternativas para o tratamento de água em comunidades pequenas são geralmente empregadas em situações emergenciais de caráter transitório, ou caráter permanente, que não comportariam um sistema de tratamento convencional. A literatura traz diversas técnicas, podendo ser classificadas em três tipos, os processos de coagulação, filtração e desinfecção.

#### 2.3.2.1. SALTA-z

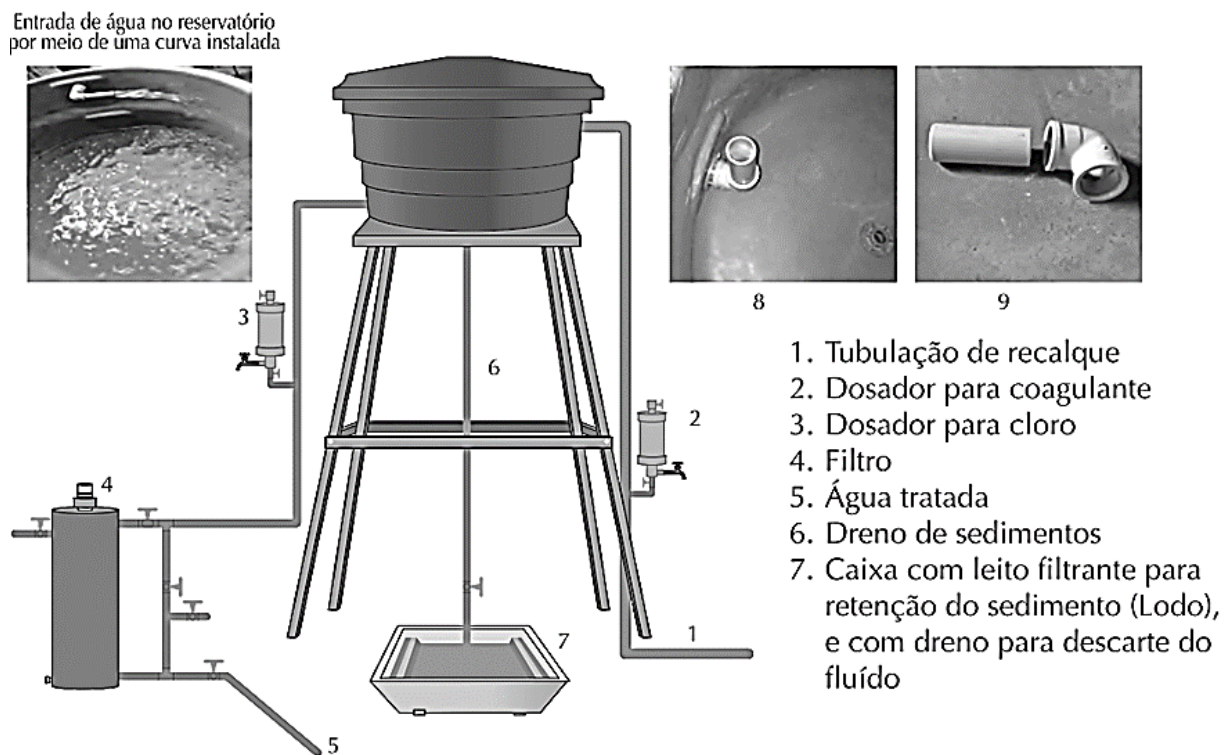
Diante das necessidades de água potável das comunidades rurais, a FUNASA, propõe como uma alternativa simplificada para o tratamento de água melhorando suas características físicas, bacteriológicas, químicas e organolépticas, com o intuito de tornar-se adequada ao consumo humano. Esta solução consiste em um sistema de tratamento denominado SALTA-z (Solução Alternativa de Tratamento de Água), como mostra a Figura 2. (FUNASA, 2017)

Neste sistema, a água pode ser captada tanto em poços quanto em mananciais de superfície; para as águas subterrâneas, as etapas de tratamento são: captação, injeção de cloro

na tubulação de recalque, oxidação, decantação, desinfecção e drenagem do sedimento no reservatório elevado, filtração no leito de zeólita, monitoramento e distribuição. Já para a captação em águas superficiais, o fluxograma se dá pelos seguintes passos: tomada de água, injeção do coagulante, floculação, decantação, drenagem do lodo do reservatório elevado, injeção do agente desinfetante (cloro), filtração, monitoramento e distribuição. (FUNASA, 2017)

Para uma melhor qualidade, o sistema propõe o uso de filtros de zeólita, que por sua vez, são minerais com microporos inferiores a dois nanômetros, tornando a zeólita um material altamente adsorvente. A vida útil destes minerais pode variar de cinco a oito anos, dependendo da água a ser tratada

**Figura 2 - Solução Alternativa de Tratamento de Água (SALTA-z)**



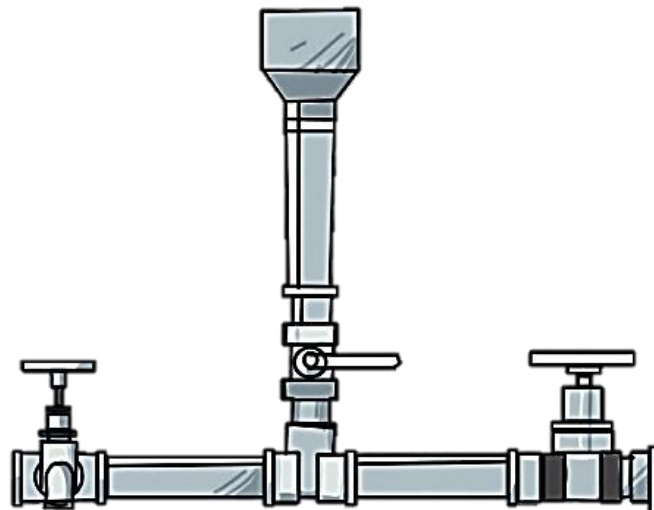
Fonte: FUNASA (2017)

### 2.3.2.2. Clorador

Outro método utilizado no tratamento de água, é a desinfecção, a qual tem como função principal a inativação de microrganismos patogênicos e impede o crescimento microbiológico, sendo que a desinfecção é uma operação unitária obrigatória. O cloro e seus subprodutos, são as substâncias mais utilizadas na desinfecção, pois apresentam ação germicida de amplo espectro, boa persistência nos sistemas de distribuição e efeito residual.

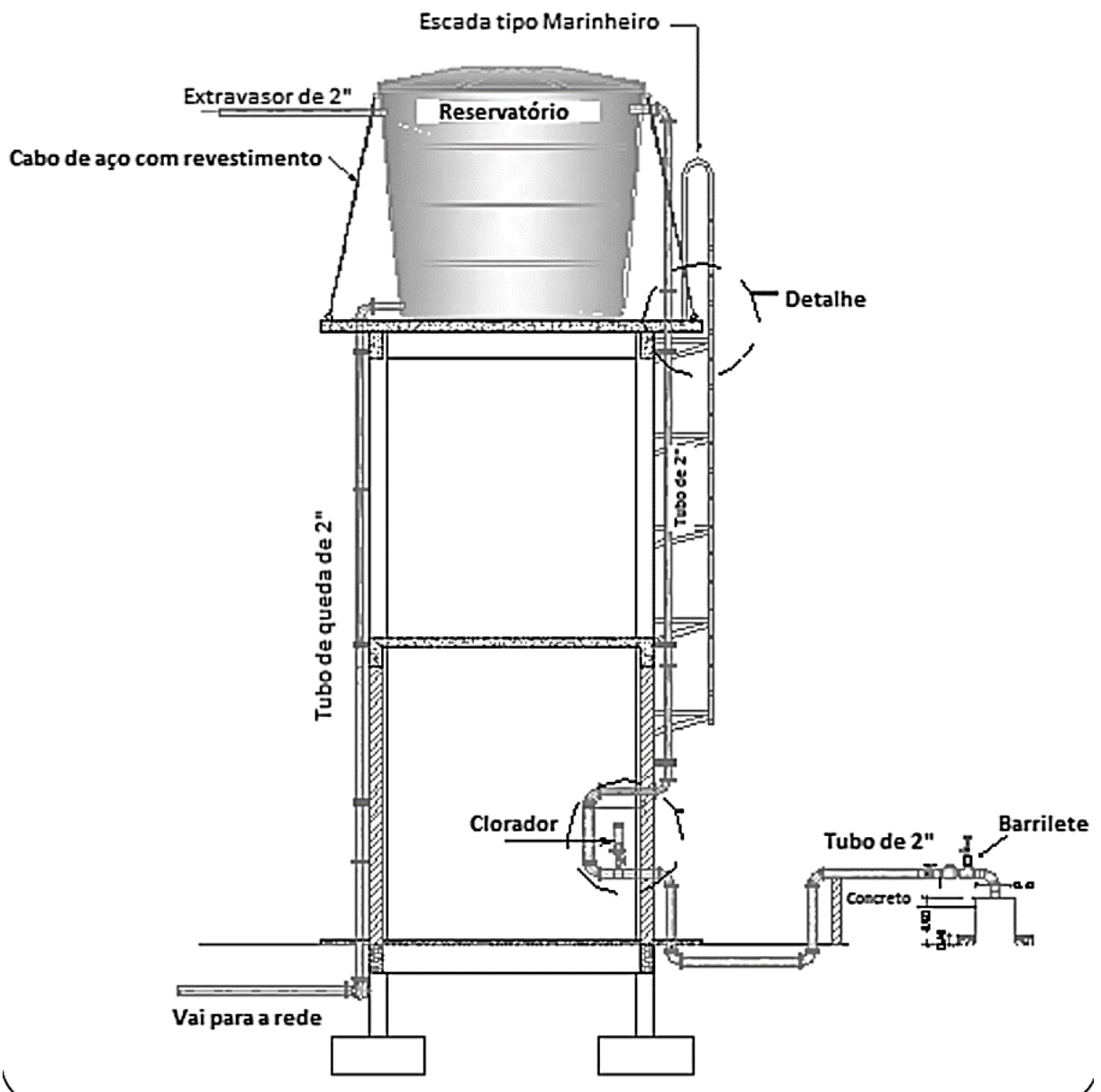
Pensando nos benefícios da cloração no tratamento de águas para pequenas comunidades, a FUNASA criou um clorador, um instrumento construído de material hidráulico facilmente encontrado em lojas de materiais de construção, com a finalidade de adicionar o cloro na água de modo seguro e prático, sem a necessidade de equipamentos elétricos, como traz a Figura 3.

**Figura 3 – Detalhe do Clorador Simplificado**



Fonte: FUNASA (2014a)

Figura 4 - Sistema de Instalação do Clorador Simplificado



Fonte: FUNASA (2014b)

O clorador foi desenvolvido para ser empregado no tratamento de volumes fixos de água retiradas de mananciais subterrâneos, com o método de bateladas, o cloro terá tempo de contato suficiente com a água, e após o enchimento do reservatório, a água já está pronta para o uso (FUNASA, 2014b). Convém destacar, que neste sistema de cloração, o controle do cloro deve ser feito diariamente nos pontos de saída e entrada do reservatório.

### 2.3.2.3. Filtração lenta

Outra técnica para assegurar uma água de melhor qualidade é a filtração. Os filtros de vela tradicionais podem remover microrganismos e partículas presentes na água; já os filtros de areia tem o funcionamento semelhante aos filtros lentos das ETA's (Estações de Tratamento de Água). Para melhorar a eficiência, usa-se o carvão vegetal na parte inferior do filtro. (HELLER; PÁDUA, 2006)

A filtração lenta é uma técnica eficiente, de simples construção e manutenção, podendo valer-se de recursos locais sem a necessidade de produtos especiais para o tratamento da água. Por isso são considerados uma excelente alternativa para o abastecimento de água em áreas rurais em escala domiciliar ou em comunidades pequenas. (FUNASA, 2010)

A filtração lenta atua na redução de alguns parâmetros de qualidade, como a turbidez, a cor aparente, os sólidos suspensos e os coliformes. Paterniani e Conceição (2004) afirmam que na filtração, temos um processo de tratamento de água com algumas vantagens, como a ausência do uso de produtos químicos, como os sulfatos de alumínio e seus derivados; não há a necessidade de equipamentos complexos para garantir a qualidade da água tratada; é de fácil construção e produz pouco lodo.

A remoção de bactérias e vírus patogênicos, particularmente em filtros lentos, é atribuída a uma série de fatores, incluindo: (a) decadência natural, devido ao filtro ser um ambiente relativamente hostil para esses microrganismos; (b) adsorção no biofilme aderido ao meio do filtro, que é considerado o principal mecanismo de redução; (c) predação e (d) efeito biocida da radiação solar. (DI BERNARDO; BRANDÃO; HELLER, 1999)

Como desvantagem dos filtros lentos, pode-se citar a queda no desempenho do sistema nos períodos chuvosos, em que a água captada (águas de mananciais superficiais) se torna mais turva, acarretando altos valores de turbidez que conseqüentemente reduzem as carreiras de filtração, com um efluente produzido de pior qualidade do ponto de vista da segurança hídrica. Todavia, há estudos com mantas sintéticas não tecidas aliadas no sistema de filtros lentos de forma a aumentar as carreiras de filtração, e produzir efluentes de melhor qualidade. Pode-se utilizar também pré-filtro a fim de contornar essas situações sazonais. (PATERNIANI; CONCEIÇÃO, 2004)

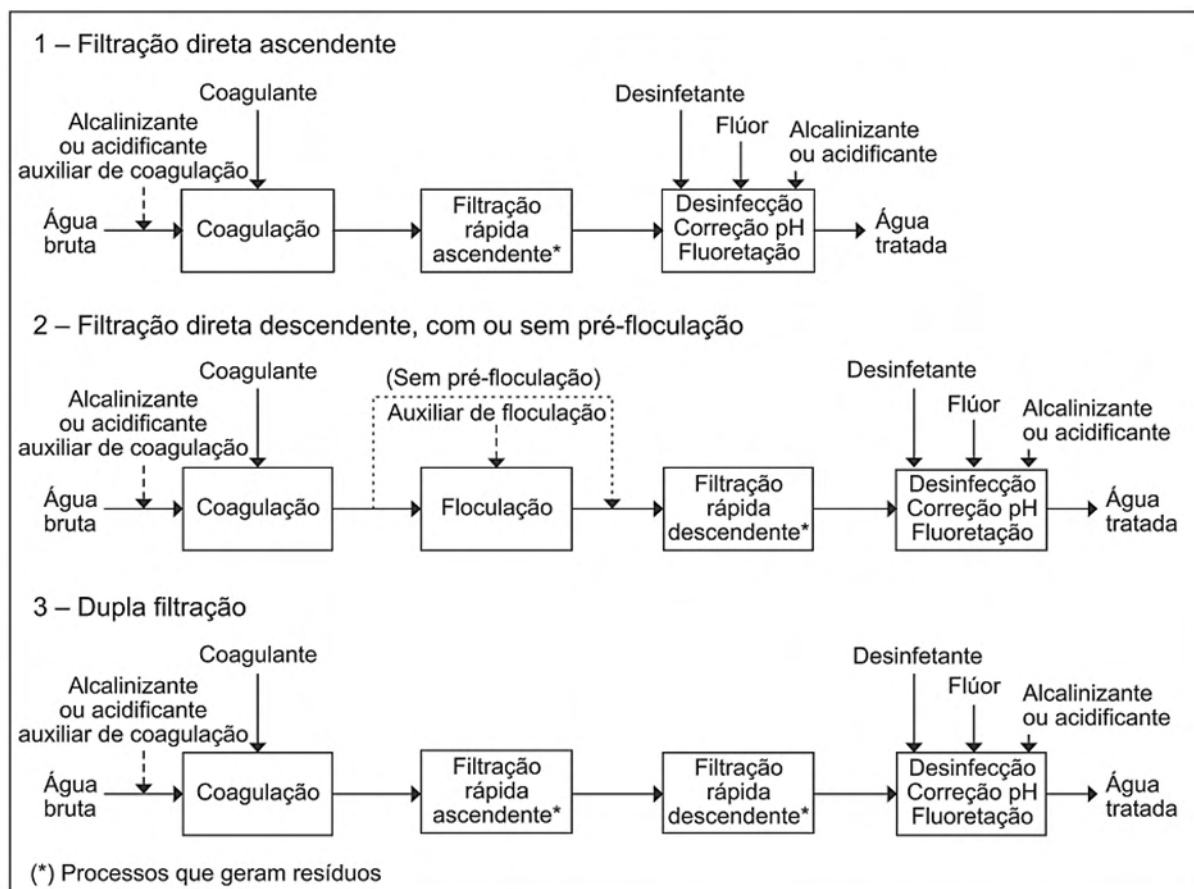
Quanto a operação dos filtros lentos, resume-se em realizar limpeza periódica por meio da raspagem da superfície do leito, do controle de vazão e da cloração do efluente. Por isso,

filtros lentos são largamente indicados como sistemas de tratamento de água para pequenas comunidades. (MURTHA; HELLER; LIBÂNIO, 1997)

#### 2.3.2.4. Filtração direta

Há também a opção do tratamento da água usando-se a filtração direta, que apresenta menor custo de implementação, com um custo maior de operação se comparada a filtração lenta. Contudo a filtração direta permite o tratamento de águas brutas com maior quantidade de substâncias dissolvidas e materiais em suspensão do que a filtração lenta. Por isso, a escolha da melhor técnica de tratamento depende da água bruta e da qualidade desejada para o efluente final (DI BERNARDO, 2003).

**Figura 5 - Fluxogramas Esquemáticos dos Sistemas de Filtração Direta**



Fonte: PROSAB (2003)

A filtração direta pode ser classificada em FDD (Filtração Direta Descendente); FDA (Filtração Direta Ascendente) e a DF (Dupla Filtração), podendo assumir três configurações básicas de sistema de tratamento de água, apresentadas na Figura 5.

#### 2.3.2.5. Filtração em múltiplas etapas

A “Filtração em Múltiplas Etapas (FiME), é um sistema de simples construção, com instalações de baixo custo, nas quais a instrumentação pode ser praticamente eliminada. Além disso, é uma tecnologia adequada às zonas rurais e pequenos e médios municípios.” (VERAS; DI BERNARDO, 2008, p. 1)

Segundo a FUNASA (2010, p. 24), a FiME é um sistema de filtros com uma combinação de pré-filtros dinâmicos, seguidos de pré-filtros grosseiros e finalizando com filtros lentos, conforme Figura 6 – Fluxograma da Filtração em Múltiplas Etapas. Este sistema de tratamento é recomendado na remoção altos índices de sólidos suspensos, e como alternativa de tratamento nas situações em que o uso de coagulantes é inviável.

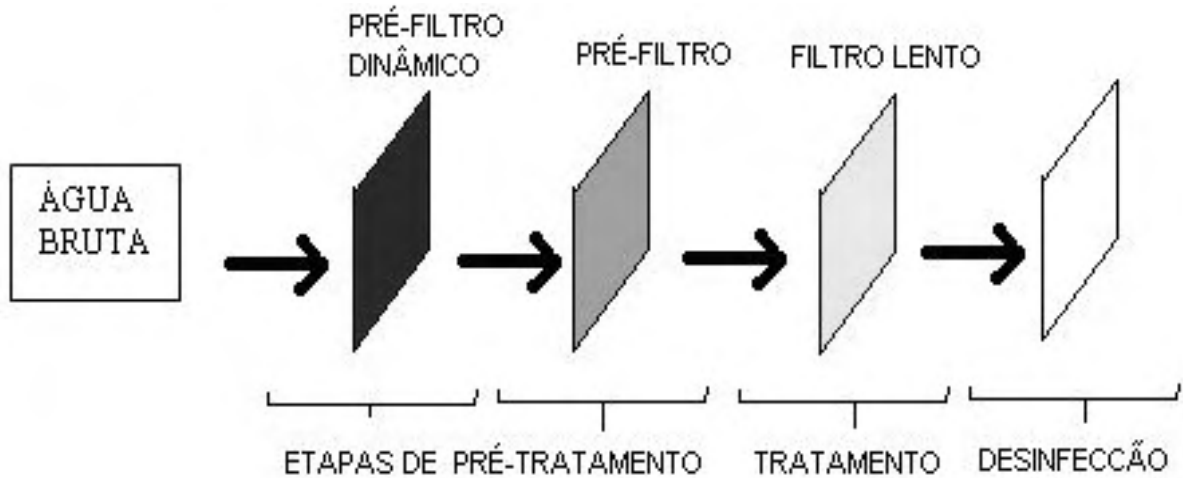
**Figura 6 – Fluxograma da Filtração em Múltiplas Etapas**



Fonte: Adaptado de FUNASA (2010)

Para Heller e Pádua (2006), o princípio da FiME é a separação gradual do material suspenso contido na água bruta fazendo-a percolar por um sistema de filtros antes da mesma ser conduzida ao filtro lento, conforme a Figura 7. A FiME pode ser utilizado em períodos de chuvas, quando a turbidez tende a aumentar, em mananciais com presença de algas, ou em situações em que não há espaço físico para a instalação de filtro lento de grande porte.

**Figura 7 - Esquema Geral da Filtração em Múltiplas Etapas**



Fonte: Adaptado de Camplesi, Perez e Siqueira (2010)

### 2.3.3. Dimensionamento da rede de distribuição

O saneamento básico contempla o abastecimento de água, e para a água tratada chegar até o ponto desejado, é fundamental uma rede de distribuição que atenda com qualidade, e com condições hidráulicas mínimas. (SILVA; THEBALDI; NOVAIS, 2019)

A rede de distribuição de água, através do dimensionamento ótimo, dá ao sistema de abastecimento de água a capilaridade para atender todos os pontos e permite a instalação das unidades de consumo, por isso, deve-se atentar ao custo de implantação, as restrições operacionais, como pressões e velocidade nos trechos. (MANZI et al., 2018)

A ABNT (NBR 12218, 1994) define a rede de distribuição como: “parte do sistema de abastecimento formada de tubulações e órgãos acessórios, destinada a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendadas”. Dentre as diretrizes que a norma aponta, é destacado os seguintes pontos necessários para o bom desenvolvimento do projeto da rede de distribuição:

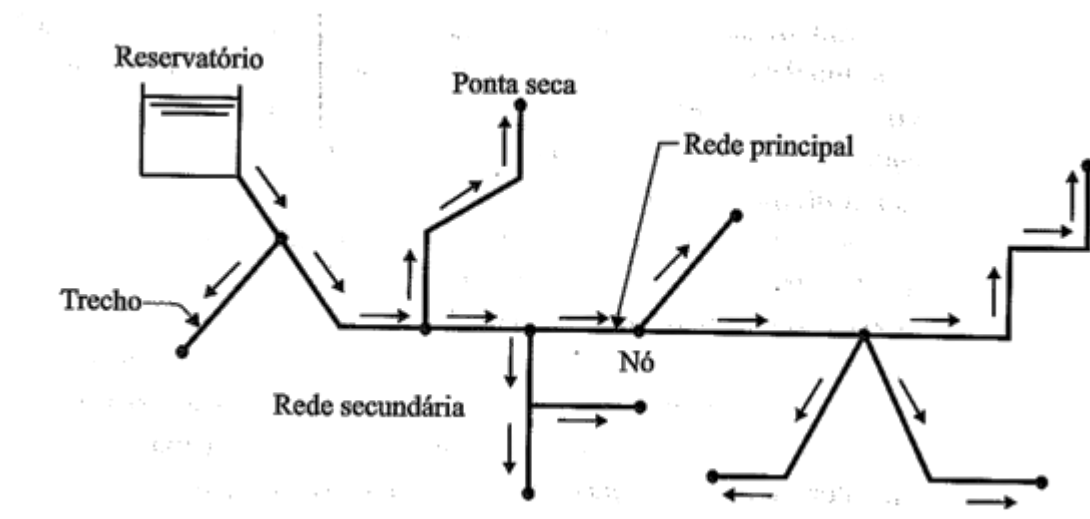
- Concepção do sistema de abastecimento, conforme a NBR 12211;
- Levantamento e análise da rede de distribuição existente, com vista a aproveitá-lo;
- Elaboração da lista de materias e equipamentos;
- Orçamentação dos serviços.



Para Tsutiya (2006), a rede de distribuição de água normalmente é contemplada por dois tipos de tubulações; (a) as canalizações principais, são tubulações de maior diâmetro cuja finalidade é conduzir a água as tubulações secundárias; (b) as canalizações secundárias, possuem menor diâmetro e tem a função de atender os pontos de consumo.

Tendo em vista as disposições das tubulações principais e secundárias, a rede de distribuição pode ser classificada em: malhada, ramificada e mista. Dando ênfase na rede ramificada, esta é definida quando o abastecimento de água é alimentado por uma tubulação tronco e a distribuição até os pontos de consumo é feita através dos condutos secundários, conhecendo-se o sentido da vazão em qualquer trecho, como pode se observar na Figura 8. (HELLER; PÁDUA, 2006)

Figura 8 – Esquema de Rede Ramificada



Fonte: Tsutiya (2006)

Segundo Tsutiya (2006), a rede de distribuição ramificada é dimensionada pelo parâmetro denominado vazão de distribuição dada pela (equação 1), pela velocidade máxima (equação 2), pela taxa de consumo linear (equação 3) e pela vazão no trecho (equação 4):

$$Q = \frac{K_1 K_2 P q}{86400} \quad (1)$$

Onde:

- Q – Vazão de distribuição [l/s];
- K1 – Coeficiente do dia de maior consumo;
- K2 – Coeficiente da hora de maior consumo;
- P – População final da área a ser abastecida [hab];
- q – Consumo per capita final de água [l/hab·dia];

$$V_{m\acute{a}x} = 0,60 + 1,5D \rightarrow V_{m\acute{a}x} = 2,0m/s \quad (2)$$

Onde:

- $V_{m\acute{a}x}$  – Velocidade máxima [m/s];
- D – Diâmetro da tubulação;

$$q_m = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{L} \quad (3)$$

Onde:

- $q_m$  – Taxa de consumo linear;
- $Q_{m\acute{a}x}$  – Vazão total da rede;
- L – Comprimento total da rede.

$$Q_t = \frac{Q_m + Q_j}{2} \quad (4)$$

Onde:

- $Q_t$  – Vazão no trecho;
- $Q_m$  – Vazão de montante;
- $Q_j$  – Vazão de jusante.

## 2.4. Orçamentação

O orçamento, em suas diversas finalidades, pode ser definido como uma discriminação de custos e serviços que venham a ser utilizados em um determinado tipo de serviço.

Segundo Mattos (2006), a “técnica orçamentária” começa com a identificação dos serviços, depois a descrição destes, seguido da quantificação e análise, conforme a Figura 9 - Fluxograma da técnica orçamentária.

O orçamentista deve conhecer bem o serviço, interpretando os desenhos e as especificações da obra, uma vez que cada serviço possui suas dificuldades intrínsecas, e existem alguns fatores inexatos, como a chuva, disponibilidade de materiais, mão de obra etc. Para Tisaka (2006), em todo orçamento existe um grau de imprecisão, isso se dá pela oscilação dos preços do mercado, pelos coeficientes usados nas composições ou por erros nos critérios adotados nos custos diretos.

**Figura 9 - Fluxograma da técnica orçamentária**



Fonte: Elaborado pelo Autor

O custo final da obra é a somatória dos serviços que ela envolve, como mostra a Figura 9. Para Mattos (2006), o “levantamento dos quantitativos é umas das principais tarefas do orçamentista” isso “inclui cálculos baseados em dimensões precisas no projeto (volume de concreto armado, área de telhado, área de pintura, etc) ”.

Para entender melhor o processo de orçamentação, são apresentadas algumas definições dada por Mattos (2006):

- Insumo: são os subitens de material, mão-de-obra, e equipamentos que compõem o serviço;

- Unidade: é a unidade de medida do insumo (ex: kg, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, un);
- Índice: é o coeficiente de cada insumo para uma unidade de serviço medida;
- Custo unitário: é o custo de uma unidade do insumo;
- Custo total: é a soma de todos os insumos multiplicados pelo seu índice.

Na composição de custos de um serviço ou atividade – geralmente dividida em: mão-de-obra, material e equipamentos - podem ser unitizados em insumos conforme a pretensão do orçamentista, cabendo nela (a composição), todos os insumos para a execução do serviço ou atividade, juntamente com seus quantitativos, seus custos unitários e totais. (MATTOS, 2006)

A composição de custos para uma obra de engenharia é uma tarefa tão complexa quanto o cálculo ou a execução desta, pois envolve uma grande quantidade de equipamentos, mão de obra, materiais etc.

### 3. METODOLOGIA CIENTÍFICA

#### 3.1. Área de estudo

É apresentada uma caracterização da área em estudo em termos socioambientais baseado em dados secundários. A caracterização envolve a Microbacia do Córrego Manoel João (MCMJ). A parte socioeconômica enfatiza somente no uso da terra, pois o perfil socioeconômico da comunidade Manoel João e como as famílias compreendem a problemática da água é parte dos resultados da pesquisa de campo.

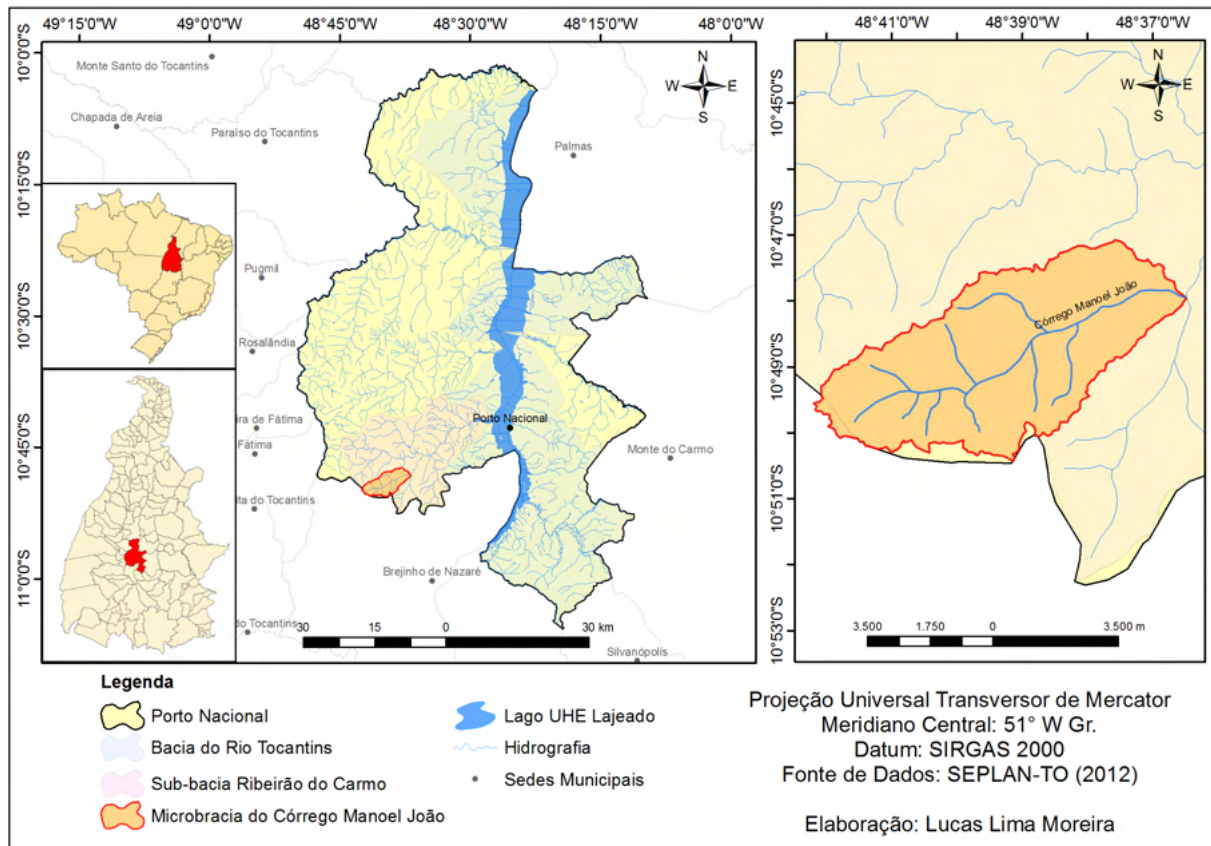
O Córrego Manoel João é de grande importância socioambiental para a comunidade residente em sua microbacia, principalmente por ser a principal fonte de água para dessedentação animal e abastecimento de água para várias famílias.

A MCMJ é parte da bacia hidrográfica do Córrego Titira que integra a bacia do Córrego Ribeirão do Carmo, que por sua vez compõe parte da bacia do Rio Tocantins, Figura 10. A MCMJ situa-se entre as latitudes Sul de  $10^{\circ} 45' 0''$  e  $11^{\circ} 0' 0''$  e os longitudes Oeste de  $48^{\circ} 30' 0''$  e  $48^{\circ} 45' 0''$ , com 90% de sua área no município de Porto Nacional e 10% em Brejinho de Nazaré” (MOREIRA; DIAS, 2016).

De acordo com Araújo (2019), o córrego tem aproximadamente 12 km de extensão, 26 afluentes e subafluentes, e 27 nascentes. A rede hidrográfica total da microbacia chega a 46 km lineares de cursos de água perenes e intermitentes. O destaque dos afluentes do Córrego Manoel João, é o Córrego Maria Joana, onde fica a captação de água do Sistema de Abastecimento de Água da Comunidade Manoel João (SACMJ). O córrego, é um afluente da margem esquerda, perene, que tem suas nascentes na Serra das Cordilheiras.

A MCMJ está sob um clima tipo C2wa'a'' (SEPLAN, 2012). Este clima é do tipo úmido subúmido com moderada deficiência hídrica no inverno, evapotranspiração potencial média anual de 1.500 mm, distribuindo-se no verão em torno de 420 mm ao longo dos três meses consecutivos com temperatura mais elevada (SEPLAN, 2012).

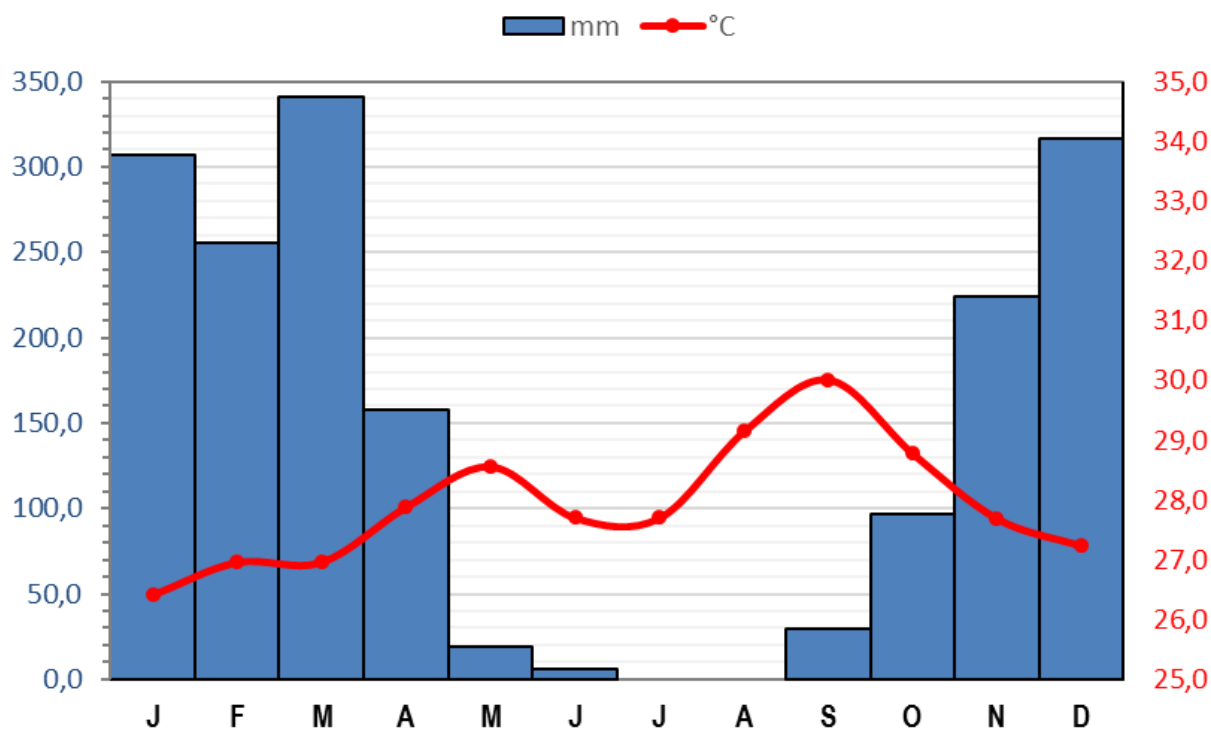
**Figura 10 – Mapa de Localização da MCMJ**



Fonte: Morais e Dias (2016)

A precipitação e temperatura média do ar da MCMJ é apresentado conforme a Figura 11, tais parâmetros foram medidos no período 2013 a 2018. Para a precipitação média mensal usou-se a base de dados de uma propriedade rural dentro da microbacia, e as temperaturas médias do ar foram obtidos das temperaturas médias compensadas para a estação meteorológica 8304, localizada em Porto Nacional. De acordo com a Figura 11, observa-se que os meses mais chuvosos são dezembro, janeiro e março, os quais ultrapassam os 300 mm de chuva. Por outro lado, os meses menos chuvosos ou com ausência de chuvas, são junho, julho e agosto.

Figura 11 - Precipitação Média Mensal e Temperatura Média do Ar



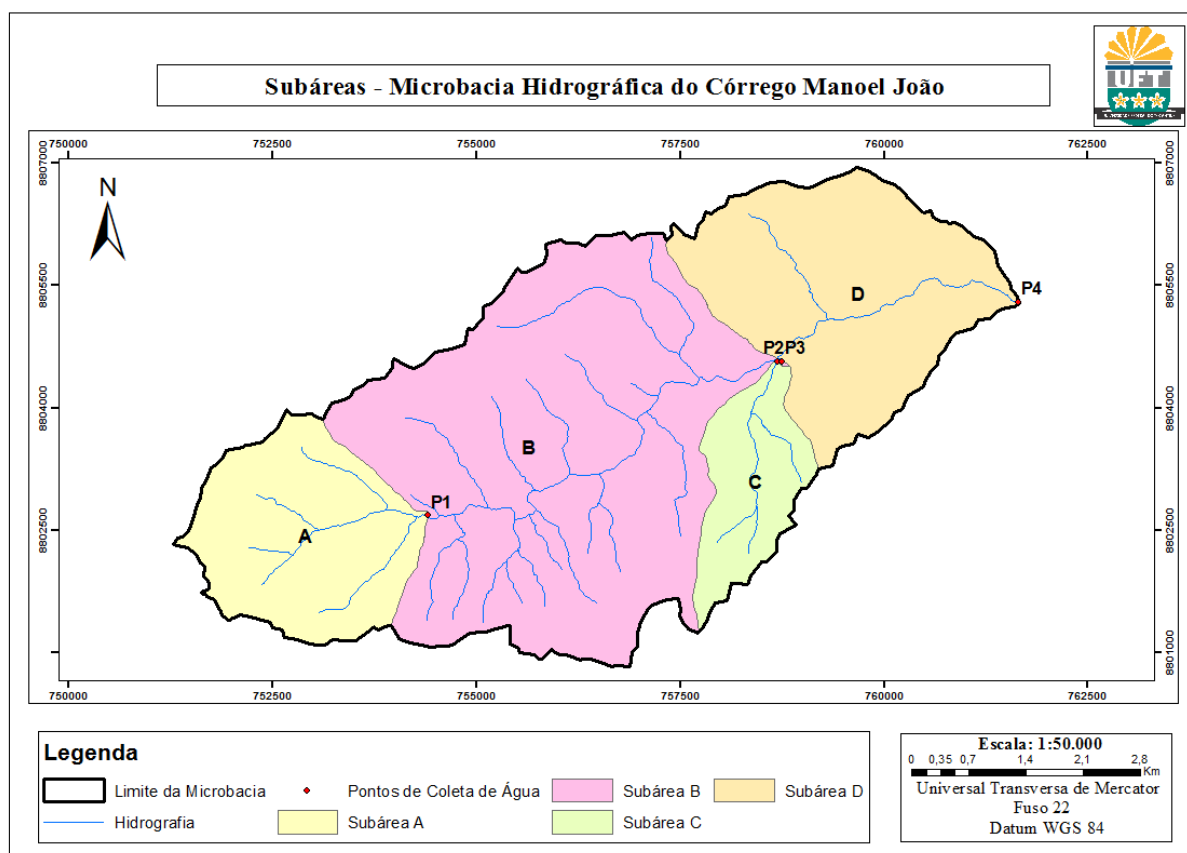
Fonte: Araujo (2019)

Segundo Moreira e Dias (2016), a MCMJ é pouco susceptível a enchentes devido a sua forma alongada acarretando um menor risco de degradação ambiental, porém apresenta potencial para assoreamento dos cursos de água por erosão hídrica. Por isso é importante a preservação das matas ciliares para a redução dos riscos de processos de assoreamento do curso do Córrego Manoel João, haja vista que a localização dos canais de primeira ordem (Modelo de Sthraler) está contida em regiões de maior declive, ou seja, como maior potencial de escoamento superficial.

Em termos de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das águas do Córrego Manoel João, Marinho (2019) fez um estudo de caracterização dessas águas que é apresentado na Tabela 1, assim como os pontos de coleta de água são exibidos na Figura 12. De acordo com os resultados da Tabela 2, as amostras foram coletadas em quatro pontos da MCMJ com a variação temporal entre os períodos de chuva e de seca, com duas amostras por ponto.

Marinho (2019) constata que o Córrego Manoel João apresentou uma concentração de fósforo maior que 0,1 mg/l, ou seja, superior ao que preconiza a resolução do CONAMA N° 357 (2005). Segundo o autor, isso pode ser caracterizado pelas atividades antrópicas com a utilização de nutrientes eutrofizantes.

Figura 12 – Pontos de Coleta de Água



Fonte: Marinho (2019)

Tabela 1 - Resultados dos Parâmetros Físico-Químicos e Bacteriológico da MCMJ

Parâmetro	CONAMA nº 357/05	Subárea A/P1		Subárea B/P3		Subárea C/P2		Subárea D/P4	
		Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
DBO (mg/l)	Até 5	0,38	0,36	0,40	0,37	0,17	0,38	1,13	0,3
OD (mg/l)	≥ 5	7,41	11,92	7,15	5,55	7,21	6,88	7,04	4,92
Fósforo Total (mg/l)	<0,1	0,09	0,20	0,17	0,48	0,21	0,21	0,16	0,65
Nitrogênio Total (mg/l)	< 3,7	0,33	0,54	0,04	0,55	0,29	0,35	0,41	0,32
Turbidez (NTU)	Até 100	1	3,37	4,25	5	14,8	9,20	4,97	13,3
Resíduos Totais (mg/l)	-	4	36	14	18	1,2	0,60	6,40	11,4
Coliformes									
Termotolerantes (NMP)	Até 1000	120,70	261,30	648,8	93,1	93,8	151,5	275,5	159,7
pH	6,0 a 9,0	6,42	6,45	6,27	6,43	6,29	6,55	6,23	6,52
Temperatura (°C)	-	25,9	26,1	25,7	26,1	25,1	25,50	24,90	25,1

Fonte: Marinho (2019)



Marinho (2019) também estabelece para a MCMJ, um Índice de Qualidade de Água (IQA) para as subáreas A, B, C e D (Figura 12, Tabela 2). Nas subáreas A, B e C as águas são classificadas como boas, enquanto na subárea D, as águas são classificadas como regulares, em virtude dos níveis de antropização. Portanto, os valores do Índice de Qualidade da Água dado pela Tabela 2, comprometem o uso da água da MCMJ para o abastecimento humano devido a presença de coliformes termotolerantes. (MARINHO, 2019)

**Tabela 2 - Valores de IQA das Subáreas da Microbacia do Córrego Manoel João**

<b>IQA</b>	<b>Subárea A</b>	<b>Subárea B</b>	<b>Subárea C</b>	<b>Subárea D</b>
0 - 100	90	81,74	85,95	78,95

Fonte: Marinho (2019)

Considerando a componente uso e ocupação das terras da MCMJ, Marinho (2019), observa que a microbacia tem 74,76% de áreas de vegetação natural, 24,69% de área antrópicas agrícolas, 0,48% de outras áreas; 0,06% de áreas antrópicas não agrícolas e apenas 0,02% de sua área com água superficiais, Tabela 3. De forma mais detalhada, a MCMJ apresenta 24,74% de sua área com o uso antrópico, ou seja, 852 ha são utilizados para construção de edificações, culturas temporárias (cerealíferas e graníferas), reflorestamento (silvicultura) e a pecuária de animais de grande porte (pastagem). Dentre as áreas de uso antrópico, a que merece maior destaque é o uso do solo para a pecuária, representando 840,24 ha, o que equivale a 24,40% da área da MCMJ. No que se refere a vegetação remanescente, o cerrado típico ocupa a maior porcentagem, 31,67%, com uma área de 1.090,42 há, Figura 13

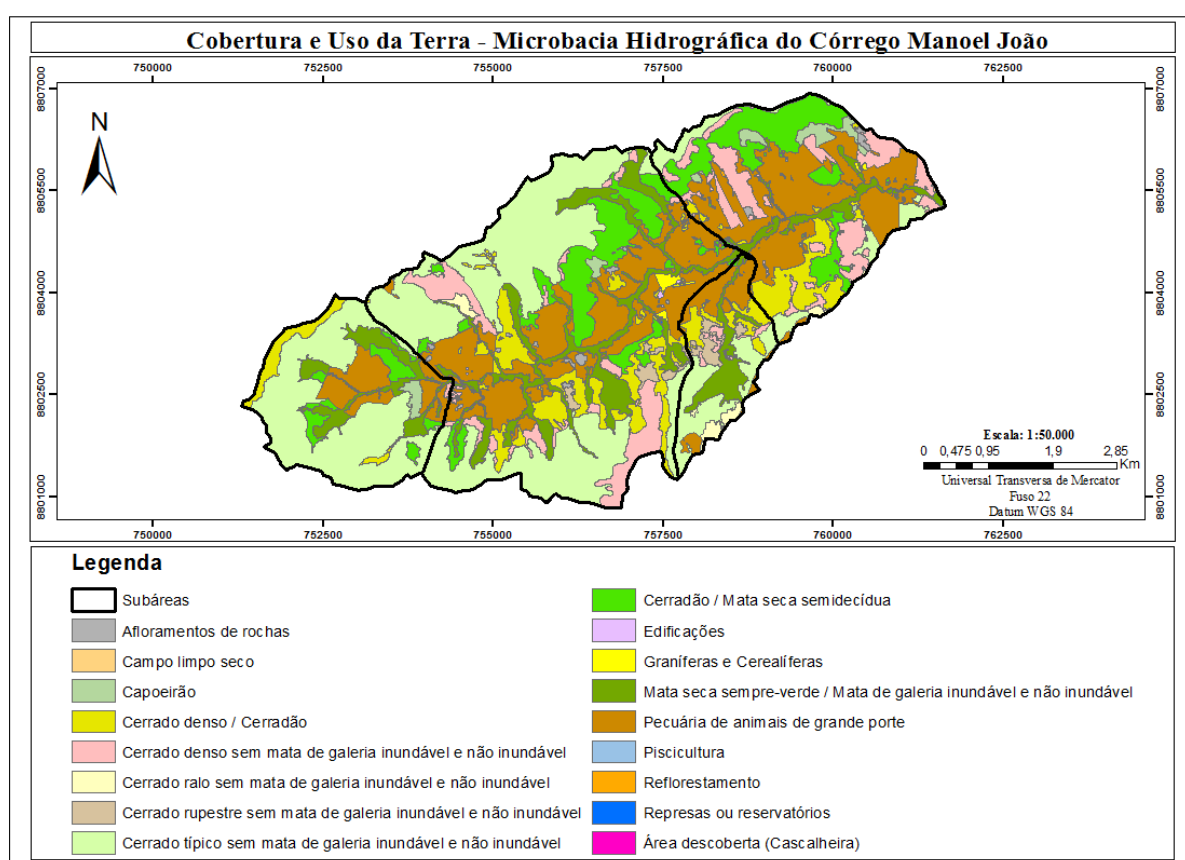
A MCMJ tem 96,3% das áreas de preservação permanente conservadas, e 3,7% precisam passar pelo processo de recuperação. Dentre os principais problemas, destacam-se os processos erosivos em áreas de pastagens, a ausência ou baixa existência de medidas que contenção de erosão (terraços e bacias de decantação de água pluviais) e chuvas de grande intensidade (JESUS, 2019).

Tabela 3 – Uso e Ocupação do Solo da MCMJ

Classes	Área (ha)	Percentual
Áreas de Vegetação Natural	2.604,20	74,76%
Áreas Antrópicas Agrícolas	859,93	24,69%
Outras Áreas	16,63	0,48%
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	2,05	0,06%
Água	0,65	0,02%
<b>Bacia do Córrego Manoel João</b>	<b>3483,46</b>	<b>100%</b>

Fonte: Jesus (2019)

Figura 13 - Distribuição Espacial do Uso e Cobertura da Terra



Fonte: Marinho (2019)

### 3.2. Procedimentos técnico-operacionais e métodos de trabalho

Diante dos objetivos específicos, a metodologia científica foi subdividida em três fases, são elas: (1) diagnóstico preliminar para levantamento de dados socioeconômicos da comunidade; (2) diagnóstico do sistema de abastecimento de água; (3) projeto de tratamento de

água em conformidade a realidade das famílias da comunidade. Seguem os tópicos de cada fase:

Fase – 1:

- Diagnóstico social;
- Diagnóstico econômico;

Fase – 2:

- Listar as técnicas de tratamento de água aplicadas atualmente pelas famílias;
- Fazer o levantamento do sistema de captação de água existente;
- Fazer o levantamento da rede de distribuição existente;
- Realizar campanhas para coleta de amostras de água;
- Analisar as amostras segundo os parâmetros de potabilidade;

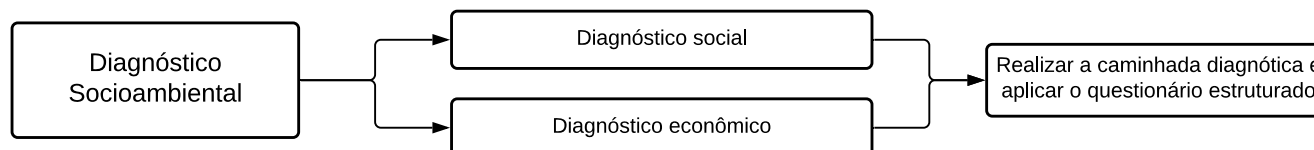
Fase – 3:

- Determinar a vazão de captação;
- Propor melhorias para a rede de distribuição de água;
- Propor o sistema de tratamento de água a nível familiar e coletivo;
- Estudar a viabilidade técnica e econômica do sistema de tratamento;

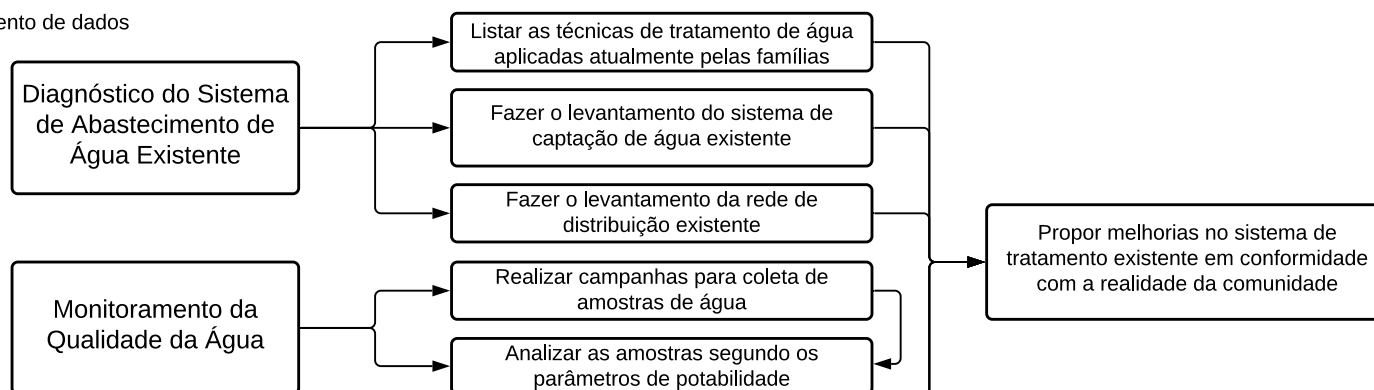
Ao final do estudo foi proposto um sistema de tratamento de água que contempla as necessidades das famílias e a realidade da comunidade Manoel João. O fluxograma do estudo é apresentado na Figura 14.

**Figura 14 – Fluxograma do Projeto de Pesquisa**

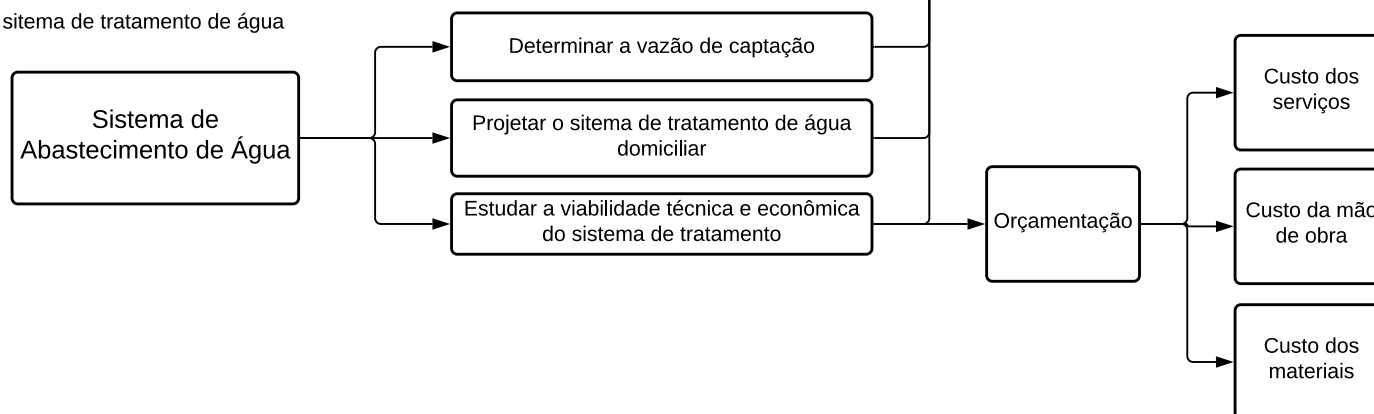
Fase 1 - Diagnóstico Preliminar



Fase 2 - Levantamento de dados



Fase 3 - Projeto do sistema de tratamento de água



Fonte: Elaborado pelo Autor

### 3.3. Diagnóstico Socioeconômico da Comunidade

Na primeira fase da pesquisa, buscou-se fazer um diagnóstico preliminar do objeto de estudo, que é a comunidade Manoel João localizada no município de Porto Nacional, TO. Neste momento, o diagnóstico consistiu no levantamento de dados da comunidade nos aspectos socioeconômicos.

Foi aplicado o LENE (Levantamento de Necessidades de Melhorias Sanitárias Domiciliares) disponibilizado pela FUNASA conforme o Quadro 1. O LENE é um questionário que busca coletar informações quanto aos elementos domiciliares que abrangem o saneamento dentro do lar, nele, é contemplado se a família tem ligação domiciliar de água, reservatório superior, poço ou cisterna, filtro doméstico dentre outras informações.

Com o intuito de complementar os dados, foi aplicado um roteiro com seis perguntas abertas para melhor compreender como as pessoas entendem a problemática da água em sua comunidade. Com as perguntas subjetivas, buscou-se relacionar o uso da água em cada família como seus respectivos padrões socioeconômicos e escolaridade.

Roteiro para as perguntas subjetivas:

1. Depois que a água chega na sua residência, é feito algum tipo de tratamento antes do consumo? Como: filtração, cloração, desinfecção etc.

2. No seu ponto de vista, quais são os maiores problemas quanto ao abastecimento de água na comunidade?

3. Na sua percepção, qual o volume de água consumido por sua família no período de um dia?

4. Como você e sua família utilizam a água?

5. Qual a sua ocupação?

6. Qual o seu nível de escolaridade? (pergunta destinada ao chefe de família)



### **3.4. Diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água Existente**

Há na comunidade um sistema rústico de abastecimento que capta a água e a leva até as famílias da região, por isso se fez necessário um levantamento detalhado da captação e da rede de distribuição existente. Foi uma etapa imprescindível, pois a partir dela foi proposto melhorias dos processos e da estrutura, a fim de garantir o acesso a água com a segurança hídrica desejada.

A segunda fase da pesquisa teve a intenção de coletar informações técnicas do abastecimento de água. Esta fase foi dividida duas etapas, o diagnóstico do sistema de abastecimento existente e a análise laboratorial da água captada no Córrego Maria Joana.

O diagnóstico consistiu no levantamento das tubulações, seu traçado, possíveis pontos de vazamento e/ou contaminação da rede, diâmetros, cálculo da perda etc. Foi coletado dados a respeito da captação, como ela se dá, quais os equipamentos e instrumentos usados nessa operação, qual a vazão captada, se há algum tipo de tratamento preliminar etc.

Nessa etapa foi coletado mais informações junto as famílias, como: o modo em que elas tratam a água que chega até suas casas; se elas usam a filtração ou filtros de barro; se fervem a água, se usam filtros de tecido; se usam algum tipo de cloração; ou algum coagulante, conforme a primeira pergunta do questionário descrito no item anterior.

### **3.5. Monitoramento da Qualidade da Água**

Foi realizado coletas de amostras de água para estudo microbiológico, assim como das características físicas e químicas. Para isso, foram coletadas amostras no ponto de captação, ponto P1, e no ponto próximo ao final da rede, ponto P2.

Com coletas em dois pontos, buscou-se conhecer se há contaminação na rede de distribuição existente. A variabilidade temporal das coletas foi de três meses, com o objetivo é ter amostras que representasse as variações do período chuvoso e de estiagem.

Foi registrado as coordenadas geográficas dos pontos de captação e dos pontos referentes as residências familiares. As amostras coletadas foram levadas para o laboratório da UFT para as análises abaixo:

- Turbidez;
- Cor Aparente;
- pH;
- Alcalinidade – Carbonato
- Alcalinidade - Bicarbonato;
- Sólidos totais dissolvidos;
- Condutividade elétrica;
- Temperatura;
- Coliformes totais;
- *Escherichia coli*;
- Cloreto;
- Cloro livre
- Ferro
- Manganês
- Sulfato
- Dureza – Cálcio
- Dureza – Magnésio

### 3.6. Proposta de Sistema de Tratamento de Água

Com as fases um e dois finalizadas a pesquisa passou para a terceira fase, que é a proposição de um projeto básico de um sistema sustentável e viável para o abastecimento de água da comunidade.

Com as vazões definidas, foi calculado o volume de água captada, assim como a caracterização da qualidade da água disponível no manancial Maria Joana para tratamento, tendo em vista que a quantidade e a qualidade da água são os dois principais fatores na escolha do tipo de tratamento a ser utilizado.

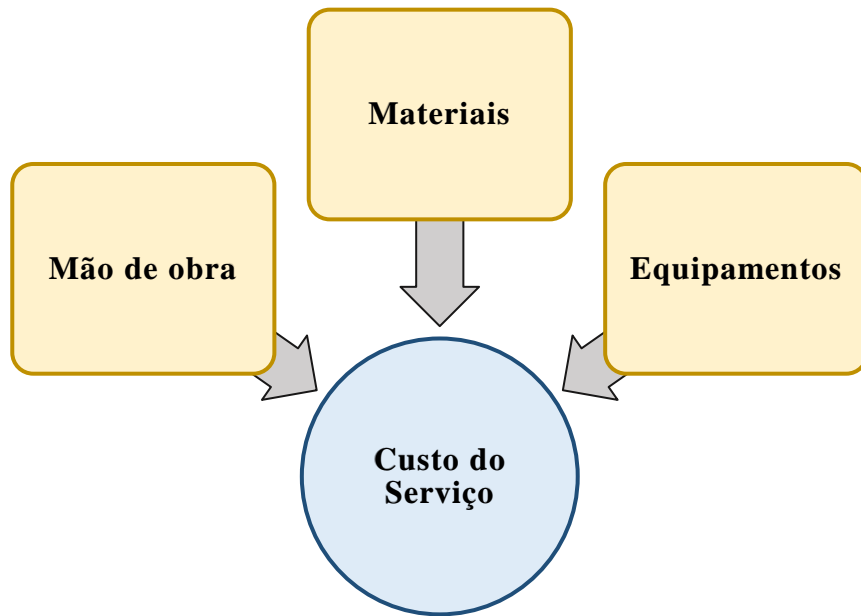
Com os dados de vazão e qualidade da água, buscou-se nas bibliografias existentes sistemas de tratamentos em nível de unidade habitacional considerando a continuidade do sistema de abastecimento de água atual e o perfil econômico de cada família. O tratamento escolhido foi o que se mostrou o mais viável técnica e economicamente.

Com as melhorias do sistema identificadas e o projeto de abastecimento de água finalizado, foi orçado o custo da rede de distribuição e da solução de tratamento proposto, discriminando os custos dos insumos de materiais, mão de obra para cada etapa da obra do sistema, conforme a Figura 15.

A técnica de orçamentação que foi empregada não abordará os custos indiretos, ou seja, não e será levado em conta as despesas com manutenção do canteiro do obras, despesas administrativas, taxas, emolumentos, despesas de logística, consultoria etc.



**Figura 15 – Composição do custo do serviço**



Fonte: Elaborado pelo Autor

Foi utilizada a base de dados do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) do ano de 2021 e do mês de julho. O resultado desta etapa foi apresentado na forma de tabelas com os seguintes itens: descrição do serviço; unidade de medida; custo unitário; quantidade; custo do serviço; custo de mão de obra. Apresentou-se também os custos totais de mão de obra e de serviços.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados conforme a Figura 14 – Fluxograma do Projeto de Pesquisa, e foram divididos em quatro tópicos: (a) perfil das condições sanitárias do uso da água na comunidade Manoel João em nível familiar; (b) sistema de abastecimento de água existente; (c) análise dos parâmetros de potabilidade da água; (d) melhorias para o sistema de tratamento abastecimento de água

### 4.1. Perfil das condições sanitárias do uso da água na comunidade Manoel João em nível familiar

Existe um Sistema de Abastecimento de Água Da Comunidade Manoel João (SACMJ) em funcionamento ininterrupto por aproximadamente por 24 anos, que atende 15 famílias para uso doméstico e a dessedentação animal. Para entender como este sistema funciona, em termos sanitário do uso da água e em nível familiar, aplicou-se o LENE como mencionado no item 3. Foram obtidos dados e informações do perfil da comunidade Manoel João com base em 16 variáveis entre elas: número de habitantes; existência de fontes alternativas de água (poço ou cisterna); presença de reservatórios inferior e elevado, de conjunto sanitário, de pia de cozinha, de tanque de lavar, e de esgotamento sanitário (fossa séptica, sumidouro); tratamento da água (filtros de carvão ativado, filtro de pano, filtro de barro e cloração), apresentado na Tabela 4.

Atualmente, o SACMJ atende cerca de 51 habitantes, e em termos de capacidade instalada para reservação de água, conta atualmente com 16.750 litros para as 15 famílias, proporcionando um volume médio de 1.116,67 litros/família e de 328,43 litros/habitante (Quadro 2). No que se refere ao volume médio por habitante, o sistema, vem ofertando uma quantidade de água 4,69 vezes maior que o recomendado por Vieira (1996), que é de 70 litros por habitante/dia (valor mínimo desejável). A reservação de 328,43 litros/habitante/dia não implica num consumo diário, haja vista que pelo menos três residências mantêm uma população flutuante ao longo da semana.

**Quadro 2 – Reservação: Volume Médio Instalado**

Total de habitantes:	51	hab.
Reservatório: Volume médio instalado por família	1050,00	litros
Reservatório: Volume médio instalado por habitantes	308,82	litros

Fonte: Elaborado pelo Autor

**Figura 16 – Reservatório Inferior e Superior: Exemplo**

Fonte: Elaborado pelo Autor

Em três residências, a água fica em reservatórios inferiores, e em 14 residências a água é armazenada em reservatórios superiores. Três residências possuem reservatórios tanto superiores quanto inferiores, em contraponto, uma das residências não dispõe de nenhum tipo de reservatório (Figura 16). A família que não possui reservatórios depende exclusivamente da água fornecida diretamente da rede de distribuição para as suas necessidades diárias, que é restrita apenas ao consumo doméstico. Esta família é de baixa renda, diferentemente das

demais, e conta com um chefe de família que não possui rendimentos regulares, exercendo trabalhos temporários ou informais.

Como fontes alternativas de fornecimento de água, apenas quatro residências mantêm poço em funcionamento e nenhuma das famílias usam cisternas. O poço tem a função de suprir qualquer interrupção do fornecimento de água do SACMJ. Segundo moradores, as falhas geralmente acontecem nos períodos chuvosos, quando em dias de enchentes o Córrego Maria Joana acumula bastante ramos, folhas e sedimentos. Tais materiais acabam entrando na tubulação da rede, pois a captação não conta com um sistema eficiente de gradeamento para retenção de materiais grosseiros.

Ainda sobre o uso familiar da água, observa-se na Tabela 4, que 14 residências dispõem de conjunto sanitário, 14 residências dispõem de pia de lavar louças e 11 residências dispõem de tanque de lavar. A mesma residência que não conta com reservatório de água, também não possui conjunto sanitário e pia de lavar louças, os membros desta família usam uma bacia feita de pneus e madeira para servir de pia e tanque de lavar (Figura 17).

**Figura 17 – Bacia Improvisada como Pia e Tanque de Lavar**



Fonte: Elaborado pelo Autor

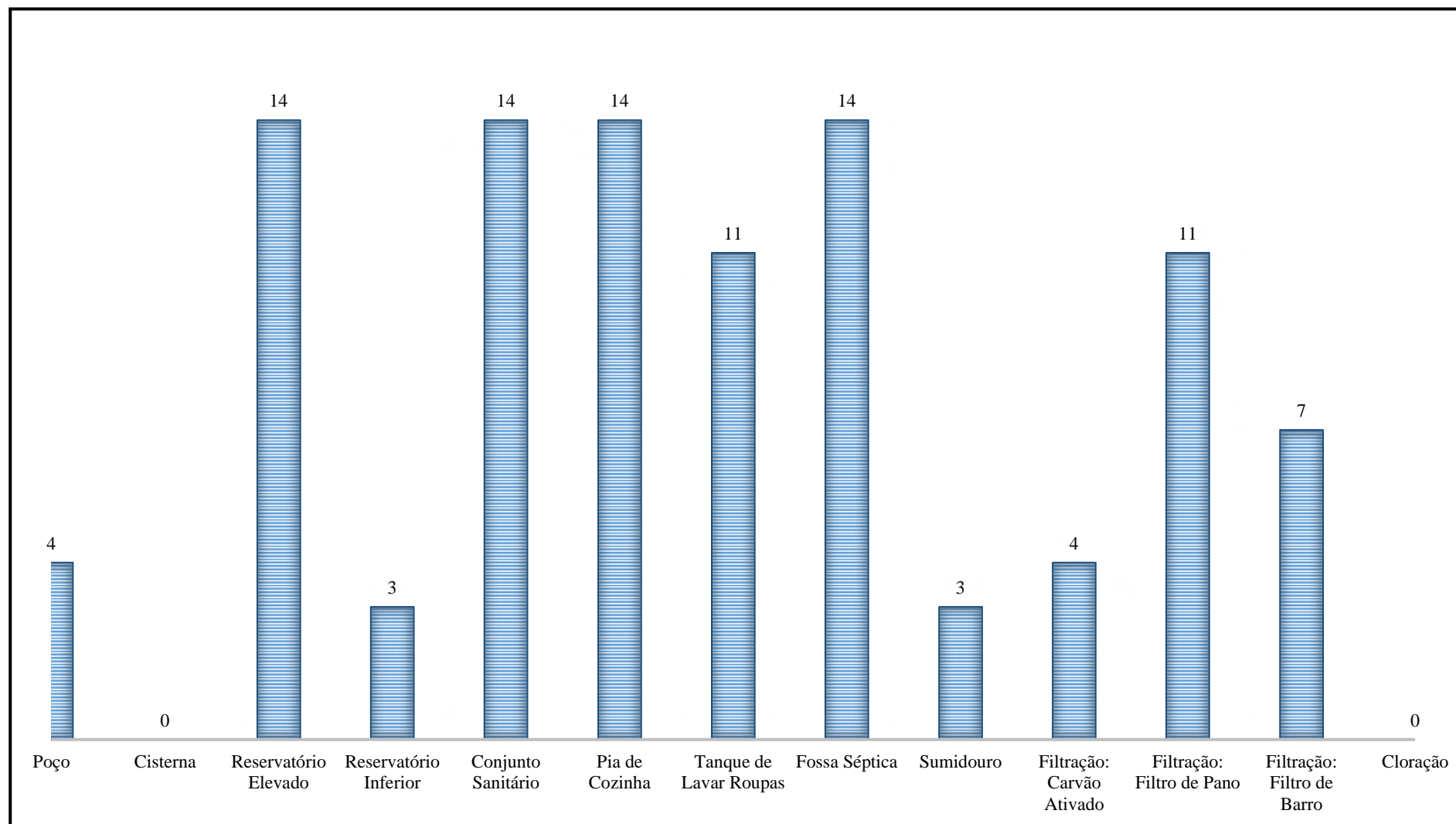
Tabela 4 - Levantamento das Necessidades de Melhorias Sanitárias de Cada Família

Nº	Entrevistado	Nº de Habitantes	Res. Superior <sup>1</sup>	Res. Inferior <sup>1</sup>	Volume Re. Necessário <sup>2</sup>	Poço	Cisterna	Res. Elevado	Res. Inferior	Conj. Sanitário	Pia de Cozinha	Tanque de Lavar	Fossa Séptica	Sumidouro	Carvão Ativado	Filtro de Pano	Filtro de Barro	Cloração
1	R.R.D.	2	1.000		140	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N
2	W.S.A.	5	3.000		350	N	N	S	N	S	S	S	S	N	N	S	N	N
3	R.M.	3	500		210	N	N	S	N	S	S	N	S	N	N	S	S	N
4	D.M.O.S.	2	1.250	500	140	N	N	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	N
5	D.P.S.	4			280	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
6	J.R.N.	3	500		210	N	N	S	N	S	S	S	S	N	S	S	N	N
7	D.B.C.	1	1.000	500	70	N	N	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	N
8	J.F.S.	2	500		140	N	N	S	N	S	S	S	S	N	N	N	S	N
9	E.J.B.A.	7	500		490	N	N	S	N	S	S	N	S	N	N	S	N	N
10	J.B.M.	5	1.000		350	S	N	S	N	S	S	N	S	S	N	S	N	N
11	M.M.A.D.	2	1.000		140	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N
12	G.D.S.	3	1.000		210	N	N	S	N	S	S	S	S	N	N	N	S	N
13	L.D.L.	2	1.000	500	140	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	N
14	D.F.N.	5	1.000		350	N	N	S	N	S	S	S	S	N	N	S	N	N
15	M.D.	5	1.000		350	S	N	S	N	S	S	S	S	N	S	S	S	N
<b>Total</b>		<b>51</b>	<b>14.250</b>	<b>1.500</b>	<b>3.570</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

<sup>1</sup> A unidade de medida dos reservatórios superior e inferior é dado em litros

<sup>2</sup> Volume mínimo desejável segundo Vieira (1996) é de 70 litros/habitante/dia

Figura 18 – Gráfico do Levantamento das Necessidades de Melhorias Sanitárias de Cada Família



Fonte: Elaborado pelo Autor

Nenhuma das famílias da comunidade usam cisternas para coletar e armazenar água da chuva, o que poderia ser uma alternativa a ser considerada, assim como nas comunidades do semiárido. Contudo, se faz necessário um estudo mais detalhado da viabilidade técnica e econômica desse tipo de sistema. Não obstante, 11 famílias usam o filtro de pano como mecanismo de separação de sólidos.

É relevante destacar que as quatro famílias que têm poço em suas casas, alegaram que os maiores problemas da rede de distribuição de água são a baixa pressão da rede e a falta de água. Outro ponto que merece a atenção é a desinfecção da água, as 15 residências não usam cloração ou qualquer outro agente oxidante (Figura 18).

## **4.2. Sistema de Abastecimento de Água Existente**

### **4.2.1. Captação**

A captação é bastante rudimentar, iniciada a partir de um pequeno desvio no leito do Córrego Maria Joana (Figura 21), que é feito de pedra e cimento. A água é conduzida para uma caixa de tomada de água retangular, com barragem de nível feito com pedras e argamassa (Figura 19 e Figura 20). As dimensões são: 75 cm de profundidade, 158 cm de comprimento, 117 cm de largura, sendo que os tempos de enchimento do tanque de 4'32" no dia 08/10/2020 e de 4'06" no dia 03/02/2021. As equações (5), (6) e (7) tratam do volume, da vazão e do tempo médio para encher o reservatório de captação, respectivamente.

Após água ser represada, ela é conduzida por uma rede ramificada com tubulações em PVC Azul (Policloreto de Vinila) até a casa de cada família. Nota-se que algumas etapas preconizadas no sistema de abastecimento foram omitidas, como a ETA (Estação de Tratamento de Água) e o reservatório.

Conforme a Figura 19, há duas tubulações de tomada d'água, uma com o diâmetro de 100 mm, em PVC azul, que liga a rede de distribuição, o qual usa uma tela de nylon como anteparo/filtro para evitar que sólidos grandes entrem na rede, como pedras e restos de matéria orgânica.

**Figura 19 – Captação: Vista Superior**



Fonte: Elaborado pelo Autor

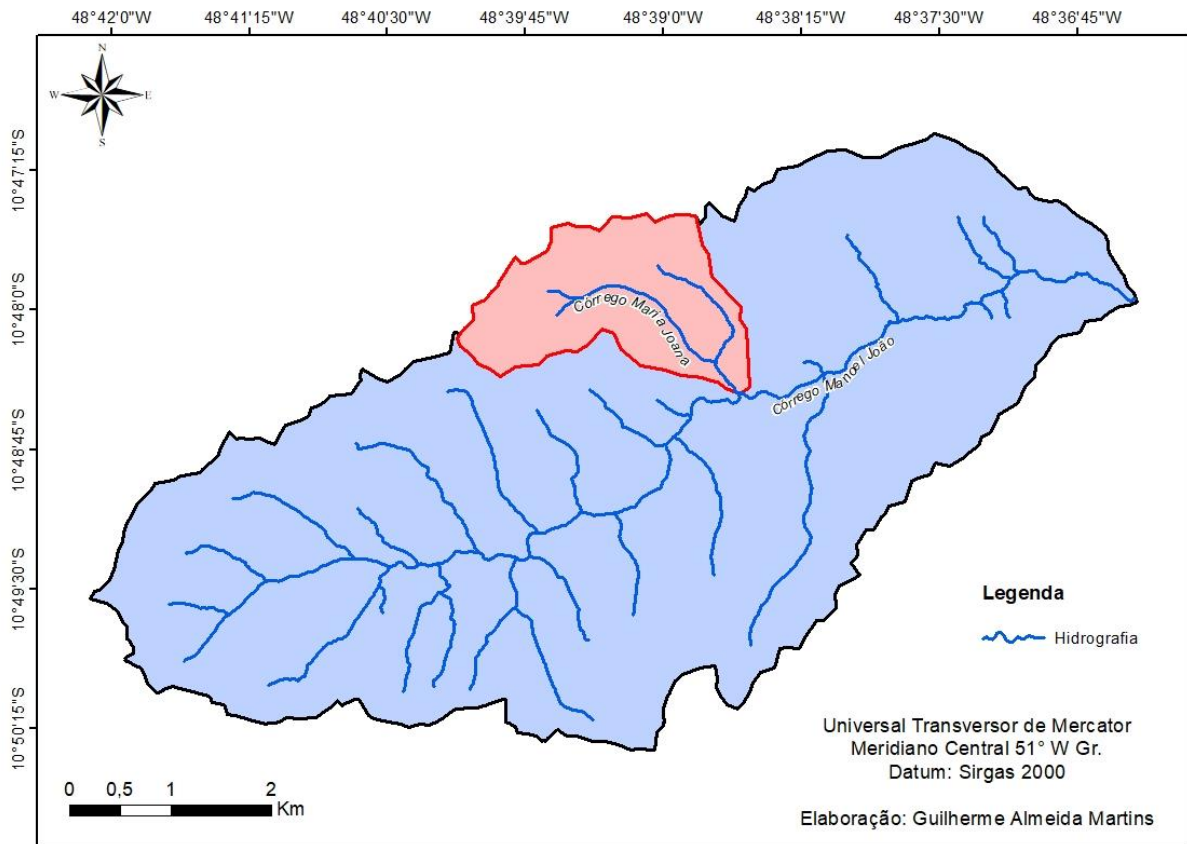
**Figura 20 – Captação: Vista Lateral**



Fonte: Elaborado pelo Autor



**Figura 21 – Mapa de Localização da Sub-Bacia do Córrego Maria Joana na MCMJ**



Fonte: Elaborado pelo Autor

$$t_{\text{médio}} = \frac{272 \text{ s} + 246 \text{ s}}{2} = 259 \text{ s} \quad (5)$$

$$V = b \cdot h \cdot l = 1,58 \text{ m} \cdot 0,75 \text{ m} \cdot 1,17 \text{ m} \therefore V = 1,40 \text{ m}^3 \quad (6)$$

$$Q_{\text{barragem de nível}} = \frac{V}{t_{\text{médio}}} = \frac{1,40 \text{ m}^3}{259 \text{ s}} = 5,41 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \quad (7)$$

$$Q_{\text{barragem de nível}} = 5,41 \text{ l/s}$$

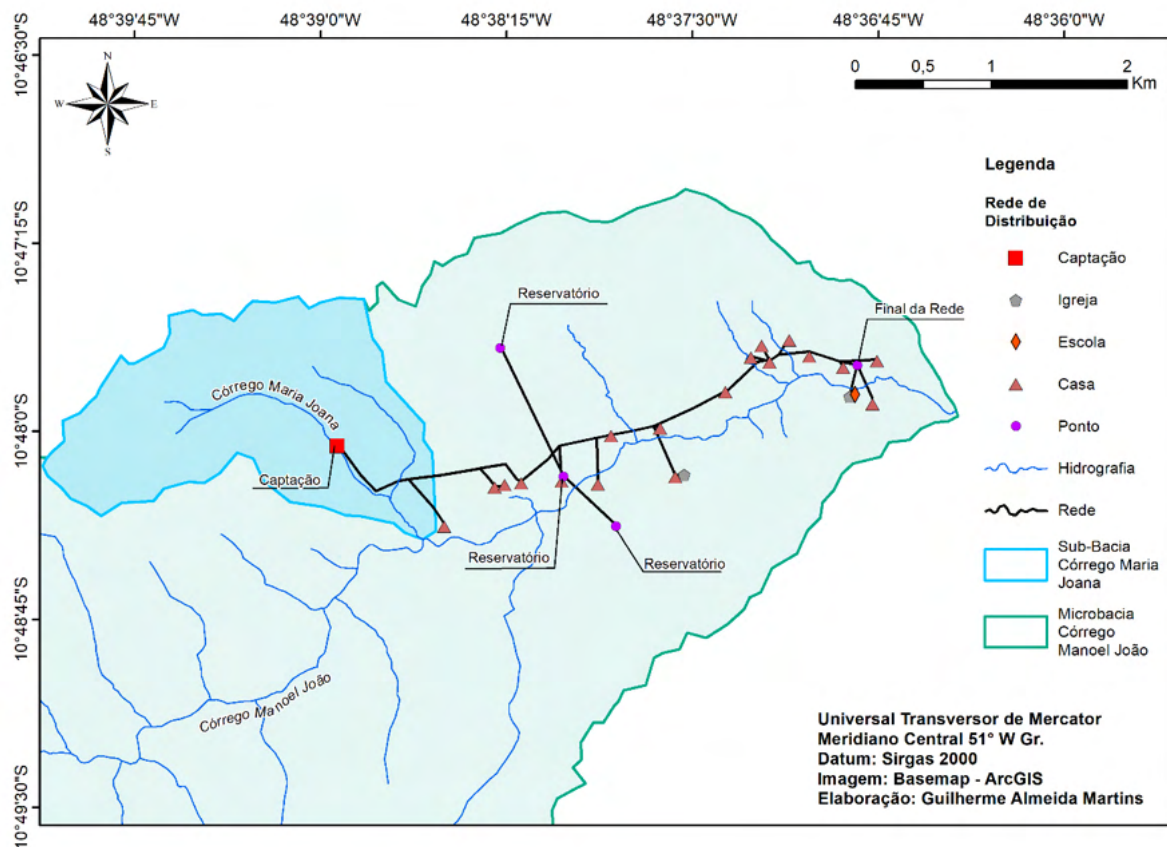
A outra tubulação é um conduto de PVC de 50 mm que teria a função de extravasar o excedente da água, todavia, como é observado na Figura 20 – Captação: Vista Lateral, o reservatório sofre transbordo e posterior galgamento do barramento pela água.

A área onde foi instalado a captação não foi protegida com uma estrutura de contenção, o que torna susceptível de contaminação por microrganismos oriundos dos animais silvestres ou domésticos. Ademais, o ponto da captação não tem a devida manutenção periódica, por isso o crescimento de vegetação em seu entorno. Segundo membros da comunidade, a manutenção da captação é dada de tempos em tempos, mediante a ocorrência de problemas da falta de água na rede.

#### 4.2.2. Rede de distribuição

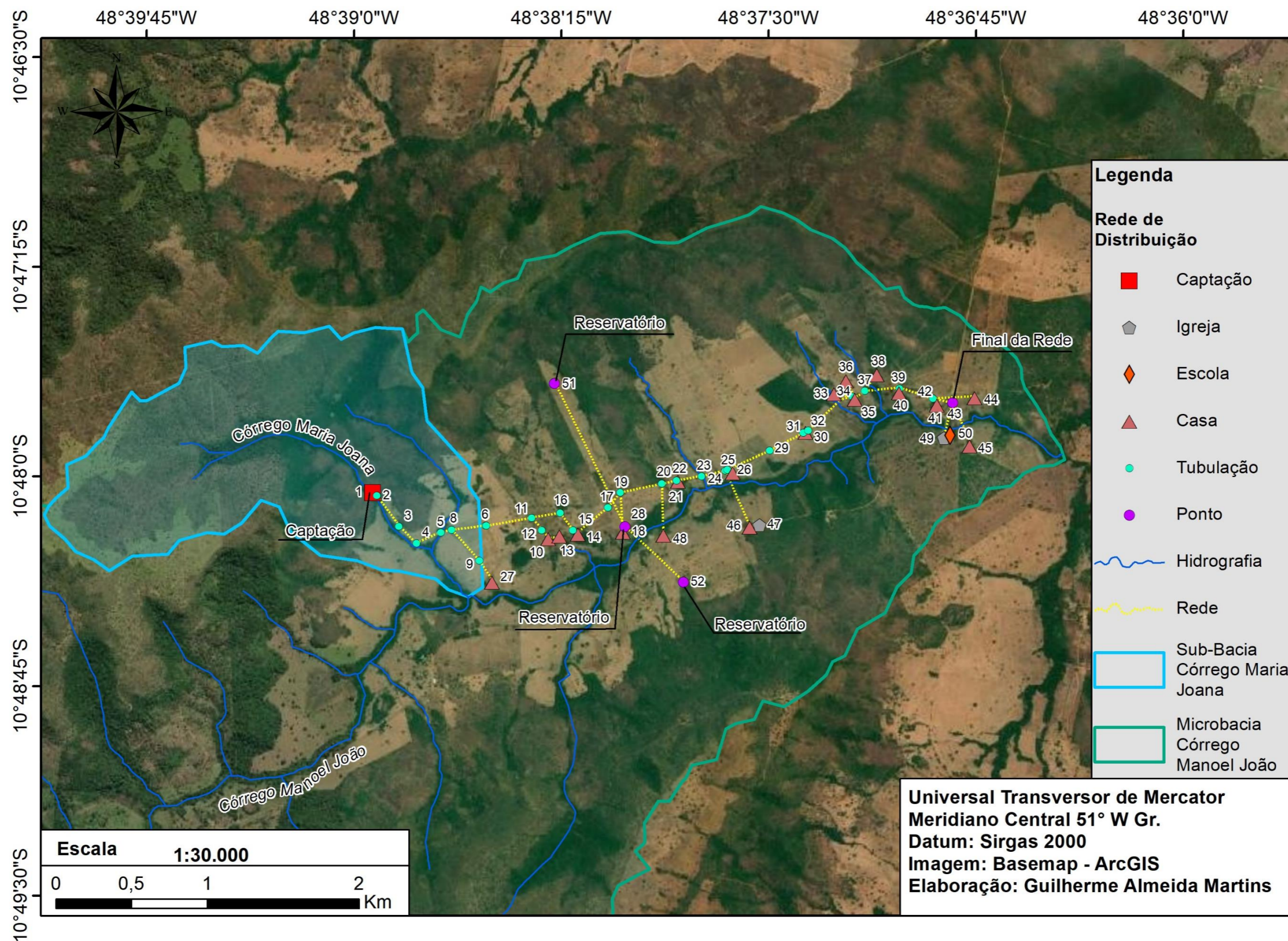
A Figura 22 exibe o mapa da rede de distribuição de água, desde a captação até seus objetos de interesse, como: residência das famílias, reservatórios, igrejas, escola e o ponto final da rede. Consta-se que se trata de uma rede de distribuição ramificada, cuja extensão total alcança os 7.525,40 m.

**Figura 22 - Rede de Distribuição de Água da Comunidade**



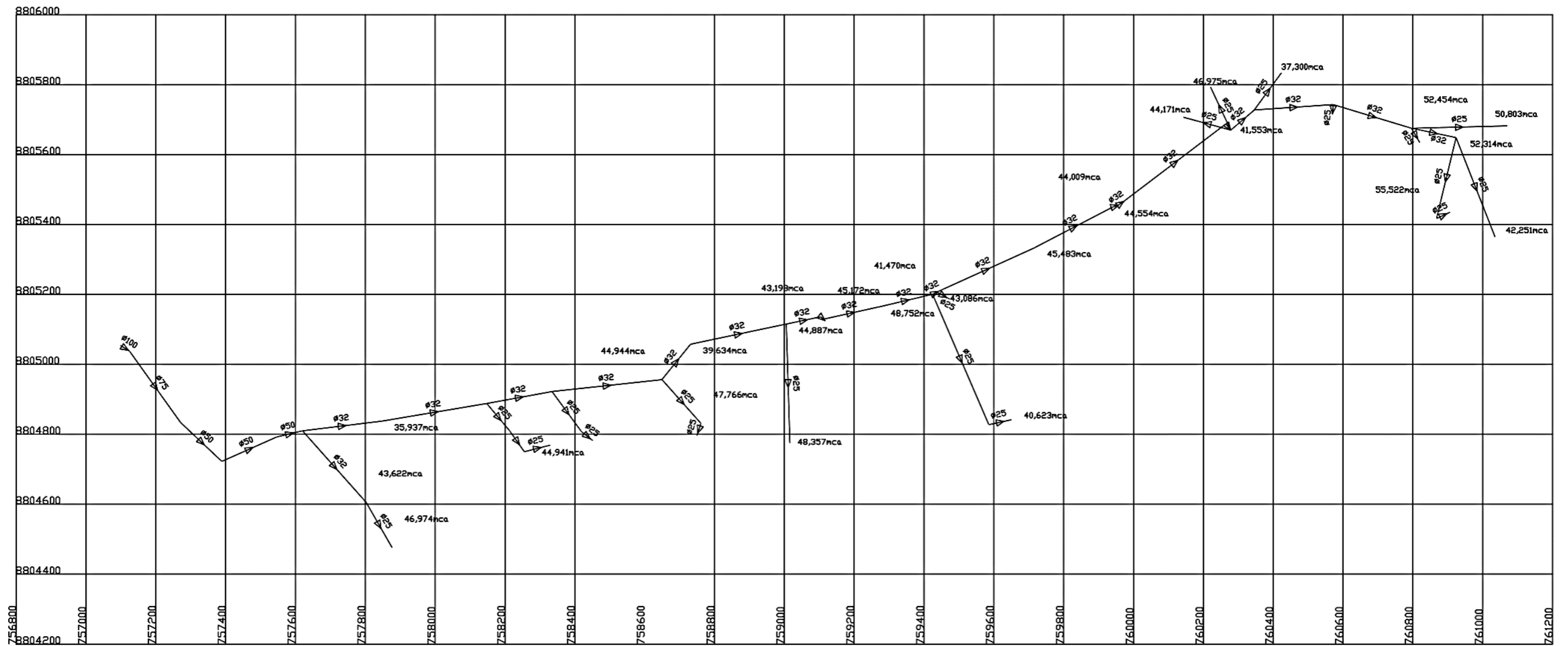
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 23 – Mapa da Rede de Abastecimento de Água da Comunidade Manoel João



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 24 – Rede de Distribuição de Água da Comunidade



Fonte: Elaborado pelo Autor

Como pode-se observar na Figura 23, a captação está localizada nas coordenadas 10° 48' 02,93760" S 48° 38' 55,48201" W e altitude 349 metros, enquanto o final da rede está localizado nas coordenadas 10° 47' 42,69481" S 48° 36' 49,78079" W e altitude de 279 metros, ou seja, uma diferença de cota de 70 metros entre estes pontos.

Na Figura 24, levantamento da rede, constata-se que a água é conduzida da captação com uma tubulação em PVC Azul com 100 mm; em seguida tem suas reduções para 75 mm, 50 mm e segue com uma tubulação de 32 mm até os ramais, que tem diâmetros de 25 mm. A construção da rede e todo esquema do traçado foram realizados pelos próprios moradores da comunidade em 1996, sem nenhum projeto ou assistência técnica de um profissional habilitado.

Durante o levantamento da rede, observou-se que ela não possui nenhum tipo de sinalização ou proteção das peças, ou seja, apenas os moradores sabem o traçado da rede *in loco*, por isso a necessidade de um projeto *as built*. Outro aspecto relevante, são as intervenções que foram feitas na rede devido os danos causados por animais, que resulta muitas vezes em vazamentos e perdas, como apresentado nas Figura 25 e Figura 26.

**Figura 25 – Vazamento: Ponto com Reparo com Borracha**



Há, entretanto, outros pontos de vazamento além dos identificados em campo, que outrora foram reparados pelos moradores da comunidade, sem a instalação de sinalização. Os locais acabam sendo cobertos por vegetação, perde-se a localização precisa e fica a dúvida se a solução foi eficaz ou não. Em todos os locais de manutenção da rede por vazamento, é necessária a sinalização dos locais. Nos pontos onde a tubulação está exposta, é necessário garantir a profundidade de 0,90 m até 1,10 m do nível do terreno ou uma proteção para evitar danos à rede.

**Figura 26 – Vazamento: Ponto com Reparo Improvisado**



Fonte: Elaborado pelo Autor

O dimensionamento da rede de distribuição apresentado no Apêndice D revela que as tubulações utilizadas e seus respectivos diâmetros, estão em conformidade com o dimensionamento hidráulico preconizado pelas normas ABNT (NBR 12211, 1992) e ABNT (NBR 12218, 1994), referenciado por Tsutiya (2006) e Heller e Pádua (2006), tendo em consideração os valores de vazão estabelecido pela Tabela 9 – Parâmetros de Cálculo da Vazão:  $Q_3$  e a equação (8).

Tabela 5 – Dimensionamento da Rede de Água

Trecho	Nó Montante	Nó Jusante	Extensão [m]	Vazão [l/s]	DN [mm]	f	Vel. [m/s]	P. Carga [m/km]	P. Carga [m]	H. Disp. Mon. [m.c.a]	H. Disp. Jus. [m.c.a]	Cot. Ter. Mon. [m]	Cot. Ter. Jus. [m]	Cot. Piez. Mon. [m]	Cot. Piez. Jus. [m]
T1	N1	N2	32,04	1,06	100	0,03	0,11	0	0	0,75	16,67	349,83	333,91	350,58	350,58
T2	N2	N3	251,37	1,06	75	0,028	0,26	1,08	0,272	16,66	32,71	333,91	317,58	350,57	350,29
T3	N3	N4	160,94	1,06	50	0,027	0,6	2,91	0,468	32,71	37,94	317,58	311,88	350,29	349,83
T4	N4	N5	172,96	1,06	50	0,027	0,6	2,91	0,503	37,94	40,22	311,88	309,1	349,83	349,32
T5	N5	N6	75,09	1,06	50	0,027	0,6	2,91	0,219	40,22	36,61	309,1	312,49	349,32	349,1
T6	N6	N7	273,39	1,06	32	0,027	1,74	0	0	36,61	42,12	312,49	306,98	349,1	349,1
T7	N7	N8	149,86	1,06	25	0,028	2,89	0	0	41,64	45,47	306,98	303,15	348,62	348,62
T8	N6	N9	228,97	1,06	32	0,027	1,74	0	0	36,61	34,43	312,49	314,67	349,1	349,1
T9	N9	N10	304,69	1,06	32	0,027	1,74	0	0	32,27	39,12	314,67	307,82	346,94	346,94
T10	N10	N11	104,19	1,06	25	0,028	2,89	2,63	0,274	36,47	34,94	307,82	309,07	344,29	344,02
T11	N11	N12	71,35	1,06	25	0,028	2,89	0	0	34,94	37,94	309,07	306,08	344,02	344,02
T12	N10	N13	190,25	1,06	32	0,027	1,74	7,59	1,445	36,47	38,82	307,82	304,02	344,29	342,85
T13	N13	N14	317,04	1,06	32	0,027	1,74	6,62	2,099	38,82	43,44	304,02	297,31	342,85	340,75
T14	N12	N15	76,16	1,06	25	0,028	2,89	0	0	37,75	43,44	306,08	300,39	343,83	343,83
T15	N13	N16	142,09	1,06	25	0,028	2,89	0	0	38,82	44,26	304,02	298,59	342,85	342,85
T16	N16	N17	41,3	1,06	25	0,028	2,89	0	0	43,88	43,49	298,59	298,98	342,47	342,47
T17	N14	N18	167,74	1,06	25	0,028	2,89	2,63	0,441	43,44	46,26	297,31	294,04	340,75	340,31
T18	N18	N19	37,1	1,06	25	0,028	2,89	0	0	46,26	43,95	294,04	296,36	340,31	340,31
T21	N14	N22	129,99	1,06	32	0,027	1,74	6,47	0,842	43,44	38,13	297,31	301,78	340,75	339,91
T22	N22	N23	280,16	1,06	32	0,027	1,74	6,47	1,814	38,13	43,38	301,78	294,71	339,91	338,09
T23	N23	N24	339,89	1,06	25	0,028	2,89	0	0	43,38	46,85	294,71	291,24	338,09	338,09
T24	N23	N25	100,18	1,06	32	0,027	1,74	0	0	43,38	41,69	294,71	296,4	338,09	338,09
T25	N25	N26	10,63	1,06	32	0,027	1,74	0	0	41,06	43,67	296,4	293,79	337,46	337,46
T26	N26	N27	160,73	1,06	32	0,027	1,74	5,29	0,851	43,61	47,25	293,79	289,3	337,4	336,55

Trecho	Nó Montante	Nó Jusante	Extensão [m]	Vazão [l/s]	DN [mm]	f	Vel. [m/s]	P. Carga [m/km]	P. Carga [m]	H. Disp. Mon. [m.c.a]	H. Disp. Jus. [m.c.a]	Cot. Ter. Mon. [m]	Cot. Ter. Jus. [m]	Cot. Piez. Mon. [m]	Cot. Piez. Jus. [m]
T27	N27	N28	160,48	1,06	32	0,027	1,74	5,29	0,85	47,25	39,96	289,3	295,73	336,55	335,7
T28	N28	N29	13,78	1,06	32	0,027	1,74	5,09	0,071	39,96	41,58	295,73	294,05	335,7	335,63
T29	N29	N30	308,22	1,06	32	0,027	1,74	0	0	41,58	43,98	294,05	291,65	335,63	335,63
T30	N28	N31	406,59	1,06	25	0,028	2,89	0	0	39,96	37,09	295,73	298,61	335,7	335,7
T31	N31	N32	66,58	1,06	25	0,028	2,89	0	0	36,01	39,11	298,61	295,51	334,62	334,62
T32	N29	N33	42,31	1,06	25	0,028	2,89	0	0	41,58	43,88	294,05	291,75	335,63	335,63
T33	N30	N34	248,8	1,06	32	0,027	1,74	3,8	0,945	42,46	43,04	291,65	290,12	334,11	333,16
T34	N34	N35	16,72	1,06	32	0,027	1,74	0	0	43,04	42,5	290,12	290,66	333,16	333,16
T35	N35	N36	20,27	1,06	32	0,027	1,74	3,54	0,072	42,44	41,35	290,66	291,68	333,1	333,03
T36	N36	N37	368,77	1,06	32	0,027	1,74	3,54	1,306	41,35	40,04	291,68	291,68	333,03	331,72
T37	N37	N38	22,87	1,06	32	0,027	1,74	0	0	40,04	42,84	291,68	288,88	331,72	331,72
T38	N38	N39	87,98	1,06	32	0,027	1,74	2,5	0,22	42,76	45,46	288,88	285,96	331,64	331,42
T39	N38	N40	140,7	1,06	25	0,028	2,89	0	0	42,76	42,66	288,88	288,98	331,64	331,64
T40	N38	N41	136,47	1,06	25	0,028	2,89	0	0	42,76	41,47	288,88	290,17	331,64	331,64
T41	N39	N42	132,31	1,06	25	0,028	2,89	0	0	45,46	35,79	285,96	295,63	331,42	331,42
T42	N39	N43	227,92	1,06	32	0,027	1,74	2,08	0,474	45,46	44,71	285,96	286,24	331,42	330,95
T43	N43	N44	29,3	1,06	25	0,028	2,89	0	0	44,71	44,76	286,24	286,19	330,95	330,95
T44	N43	N45	233,53	1,06	32	0,027	1,74	1,82	0,425	44,71	50,94	286,24	279,58	330,95	330,52
T45	N45	N46	130,27	1,06	32	0,027	1,74	1,78	0,231	50,94	50,8	279,58	279,49	330,52	330,29
T46	N45	N47	47,42	1,06	25	0,028	2,89	0	0	50,94	46,55	279,58	283,97	330,52	330,52
T47	N45	N48	274,09	1,06	25	0,028	2,89	0	0	50,94	49,29	279,58	281,23	330,52	330,52
T48	N46	N49	237,63	1,06	25	0,028	2,89	0	0	50,8	54,01	279,49	276,28	330,29	330,29
T49	N49	N50	42,45	1,06	25	0,028	2,89	0	0	53,38	48,87	276,28	280,79	329,66	329,66
T50	N46	N51	304,24	1,06	25	0,028	2,89	0	0	50,8	40,74	279,49	289,55	330,29	330,29

Fonte: Elaborado pelo Autor



A Tabela 5 mostra que nos pontos N43, N45, N46 e N49 (trecho destacado em azul e o nó destacado em amarelo), as pressões disponíveis foram superiores a 50 m.c.a, que é o limite máximo estabelecido pela ABNT (NBR 12218, 1994) para a pressão estática, e 10 m.c.a para a pressão dinâmica. O valor máximo da altura manométrica disponível da rede foi de 54,01 m.c.a (N49), o que não justifica o uso de uma válvula redutora de pressão.

Mesmo com os diâmetros das tubulações em conformidade com o dimensionamento realizado, os moradores da comunidade alegam falta de água e baixa pressão na rede no ponto de consumo. Dois problemas podem ser decorrentes de: (a) vazamento existentes ou reparos improvisados que prejudicam o fornecimento de água; (b) falta de um operador local (membro da comunidade), que zelasse pela eficiência da rede e atendimento a todos os usuários, assim como da manutenção da rede, em termos de vazamentos e controle de desperdícios.

### **4.3. Análise dos Parâmetros de Potabilidade da Água**

#### **4.3.1. Resultados físico-químicos e microbiológicos**

De acordo com a metodologia, foram realizadas quatro campanhas para coleta das amostras de água, nas seguintes datas: 1ª campanha dia 08/10/2020, 2ª campanha dia 03/02/2021, 3ª campanha dia 19/04/2021 e 4ª campanha dia 04/07/2021. O ponto P1 corresponde ao ponto da captação e o ponto P2 é uma amostra retirada da rede de água, na residência do W. S. A. Os resultados na íntegra estão nos Anexos A, B, C e D, e o resumo dos resultados é apresentado no Quadro 3 e Quadro 4.

O Quadro 3 mostra os valores máximos dos parâmetros, o ponto analisado e a data da coleta. A última coluna do Quadro 5 apresenta os valores de VMP (Valor Máximo Permitido) recomendado pela Portaria de Consolidação N°5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde quanto a potabilidade. (BRASIL, 2017)

A turbidez máxima apresentada foi de 4,56 NTU, abaixo do valor máximo de 5,00 NTU preconizado. Os sólidos totais dissolvidos máximo foi de 3,34 PPM, abaixo do valor máximo de 1000 PPM preconizado. A cor aparente máxima foi de 8,00 uC, abaixo do valor máximo de 15,00 uC preconizado. O pH variou de 6,08 a 6,80 dentro da faixa de 6,00 a 9,50 preconizada.

O cloreto máximo foi de 10,00 mg/l, abaixo do valor máximo de 250,00 mg/l preconizado. O cloro livre máximo foi de 0,08 mg/l, abaixo do valor máximo de 5,00 mg/l preconizado.

**Quadro 3 - Valores Máximos do Parâmetros de Potabilidade: Resultados**

Parâmetros	Valor	Ponto	Data	Valor	Ponto	Data	
Temperatura [°C]	28,9	P2	19/04/2021	-	-	-	
Condutividade elétrica [µS/cm]	6,69	P2	03/02/2021	-	-	-	
Turbidez [NTU]	4,56	P2	08/10/2020	-	-	-	
Sólidos Totais Dissolvidos [PPM]	3,34	P2	03/02/2021	-	-	-	
Cor Aparente [uC]	8,00	P2	03/02/2021	8,00	P1	19/04/2021	
pH [escala]	6,80	P2	03/02/2021	-	-	-	
Cloreto [mg/l]	10,00	P1	08/10/2020	-	-	-	
Cloro livre [mg/l]	0,08	P1	03/02/2021	0,08	P1	04/07/2021	
Ferro [mg/l]	0,28	P1	19/04/2021	-	-	-	
Manganês [mg/l]	0,0142	P1	19/04/2021	-	-	-	
Sulfato [mg/l]	-	-	-	-	-	-	
Dureza	Cálcio [mg/l]	5,39	P1	04/07/2021	5,39	P2	04/07/2021
	Magnésio [mg/l]	7,20	P1	04/07/2021	7,20	P2	04/07/2021
	Total [mg/l]	12,59	P1	04/07/2021	12,59	P2	04/07/2021
Alcalinidade	Carbonato [mg/l]	-	-	-	-	-	-
	Bicarbonato [mg/l]	10,00	P1	08/10/2020	-	-	-
	Total [mg/l]	10,00	P1	08/10/2020	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo Autor

O ferro máximo foi de 0,28 mg/l, abaixo do valor máximo de 0,30 mg/l preconizado. O manganês máximo foi de 0,0142 mg/l, abaixo do valor máximo de 0,10 mg/l preconizado. O sulfato medido foi inferior ao limite mínimo de quantificação do método, que é de 2,00 mg/l, portanto, abaixo do valor máximo de 250,00 mg/l preconizado. A dureza medida pela quantidade de cálcio e magnésio foi de 12,59 mg/l, abaixo do valor máximo de 500,00 mg/l

preconizado. A alcalinidade medida pela quantidade de carbonato e bicarbonato foi de 10,00 mg/l, a portaria não estabelece valor máximo permitido.

Conforme os resultados sintetizados nos Quadro 3 (valores máximos) e Quadro 4 (valores totais por campanha), pode-se afirmar que, exceto os critérios microbiológicos, todos os outros indicadores estão em conformidade com a Portaria de Consolidação N°5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017). Todas as amostras, nos pontos P1 e P2, em todas as campanhas, acusaram a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*.

Quadro 4 - Parâmetros de Potabilidade: Resultados

PARÂMETROS	Unidade	LQ <sup>1</sup>	Data da Campanha								PRC Nº5/2017 VMP <sup>2</sup>	
			08/10/2020		03/02/2021		19/04/2021		04/07/2021			
			P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2		
Temperatura	°C	10,0	-	-	25,3	25,5	28,8	28,9	24,7	24,3	*	
Condutividade elétrica	µS/cm	0,01	3,99	3,58	6,22	6,69	5,64	5,56	3,75	3,29	*	
Turbidez	NTU	0,01	3,40	4,56	2,98	2,20	4,38	2,17	1,63	1,53	5,00	
Sólidos Totais Dissolvidos	PPM	0,01	2,00	1,78	3,11	3,34	2,81	2,78	1,88	1,63	1000	
Cor Aparente	uC	3,0	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	6,00	< 3,00	< 3,00	15,00	
pH	Escala	-2,00	6,55	6,24	6,76	6,80	6,60	6,53	6,34	6,08	6,00 – 9,50	
Cloreto	mg/l	0,2	10,00	9,00	8,53	9,42	6,28	5,83	6,06	6,28	250,00	
Cloro livre	mg/l	0,02	< 0,02	< 0,02	0,08	0,06	< 0,02	< 0,02	0,08	0,07	5,00	
Ferro	mg/l	0,02	0,14	0,12	0,16	0,20	0,28	0,13	0,060	0,056	0,30	
Manganês	mg/l	0,00	< 0,006	0,008	-	-	0,0142	0,0014	0,002	< 0,001	0,10	
Sulfato	mg/l	2,0	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	250,00	
Dureza	Cálcio	mg/l	2,0	0,97	0,97	1,80	1,80	1,80	1,80	5,39	5,39	*
	Magnésio	mg/l	2,0	1,93	1,93	4,50	1,80	3,60	3,60	7,20	7,20	*
	Total	mg/l	2,0	2,90	2,90	6,29	3,60	5,39	5,39	12,59	12,59	500,00
Alcalinidade	Carbonato	mg/l	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*
	Bicarbonato	mg/l	2,0	10,00	9,00	7,00	8,00	6,00	6,00	8,00	8,00	*
	Total	mg/l	2,0	10,00	9,00	7,00	8,00	6,00	6,00	8,00	8,00	*
Coliformes Totais	NMP/100ml	Ausente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presença	Presença	Ausência em 100 ml	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	Ausente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presença	Presença	Ausência em 100 ml	

Nota:

- (1) Limite mínimo de quantificação do método  
(2) VMP - Valor máximo permitido recomendado pela Portaria de Consolidação N°5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde - padrão Potabilidade.  
\* A Portaria não estabelece limite máximo permitido

Fonte: Elaborado pelo Autor

#### 4.3.2. Tratamento Utilizado pela Comunidade

No levantamento das necessidades de cada família usando o LENE, constata-se que o tratamento de água empregado pela comunidade em termos de unidade familiar é insuficiente. Basicamente só existe o uso de filtração de água para consumo humano. Na comunidade, 4 famílias usam filtração por carvão ativado, 11 famílias usam filtro de pano, 7 famílias usam filtro de barro e nenhuma família usa a cloração como agente oxidante.

É importante enfatizar que os resultados de todas as amostras acusaram a presença de coliformes e *Escherichia coli*, por isso há necessidade da etapa de desinfecção.

#### 4.4. Melhorias Para o Sistema de Tratamento Abastecimento de Água

Em relação as soluções alternativas de abastecimento de água, pôde-se observar e verificar que o sistema é precário em termos de ações e recursos para a preservação do manancial superficial, captação e distribuição.

Quanto ao manancial superficial não foram observados nenhum controle relacionado com a proteção do manancial no ponto da captação. Por isso, são necessárias ações para sanar tais deficiências do sistema de abastecimento em relação ao Córrego Maria Joana.

A captação, encontra-se em meio a uma vegetação florestal pouco antropizada, com livre acesso de pessoas ao local, além da ausência de estrutura proteção contra enchentes e animais, e falta de manutenção periódica. Portanto, a comunidade deve eleger responsáveis para a realização dessas medidas protetivas da captação, que são de baixo custo e facilmente executadas.

No que diz respeito as doenças de veiculação hídrica, há de se preocupar com os animais portadores de agentes patogênicos, muitas vezes assintomáticos, estes vetores não apresentam sintomas da moléstia, mas que acabam trabalhando como agentes disseminadores de doenças, constituindo os principais contaminadores dos corpos d'água (DANIEL, 2001). Por isso a importância de se construir uma estrutura de contenção no ponto da captação.

No que se refere a rede de distribuição, são necessárias avaliações quanto: à intermitência do abastecimento; tipo de material e o estado de conservação do sistema de

distribuição; a garantia de pressurização adequada da rede; a operação e existência de registro de manobra, conforme preconiza Brasil (2007). Em vista disso, nota-se que a rede de distribuição formada por tubos de PVC encontra-se obsoleta, apresentando nesses 24 anos de operação os seguintes problemas:

- Vazamentos;
- Profundidade da tubulação inferior a 1,0 m;
- Ausência registro de operação da rede;
- Ausência de macromedição de vazões;
- Ausência de micromedição nos pontos de consumo;
- Pontos de consumo com pressão inferior a 10 m.c.a.

Com relação ao tratamento da água, para Di Bernardo, Brandão e Heller (1999), a seleção da tecnologia de tratamento deve assegurar a sustentabilidade do sistema de forma a garantir a continuidade da produção de água com qualidade e em quantidade compatível com as necessidades da população. A sustentabilidade do sistema de tratamento depende de vários fatores, como:

- Cultura e costumes da população;
- Nível de mobilização social;
- Capacidade de investimento;
- Mão de obra qualificada;
- Disponibilidade de materiais de construção e de produtos químicos na região;
- Porte do sistema;
- Confiabilidade na operação e manutenção;
- Padrão de potabilidade a ser atendido.

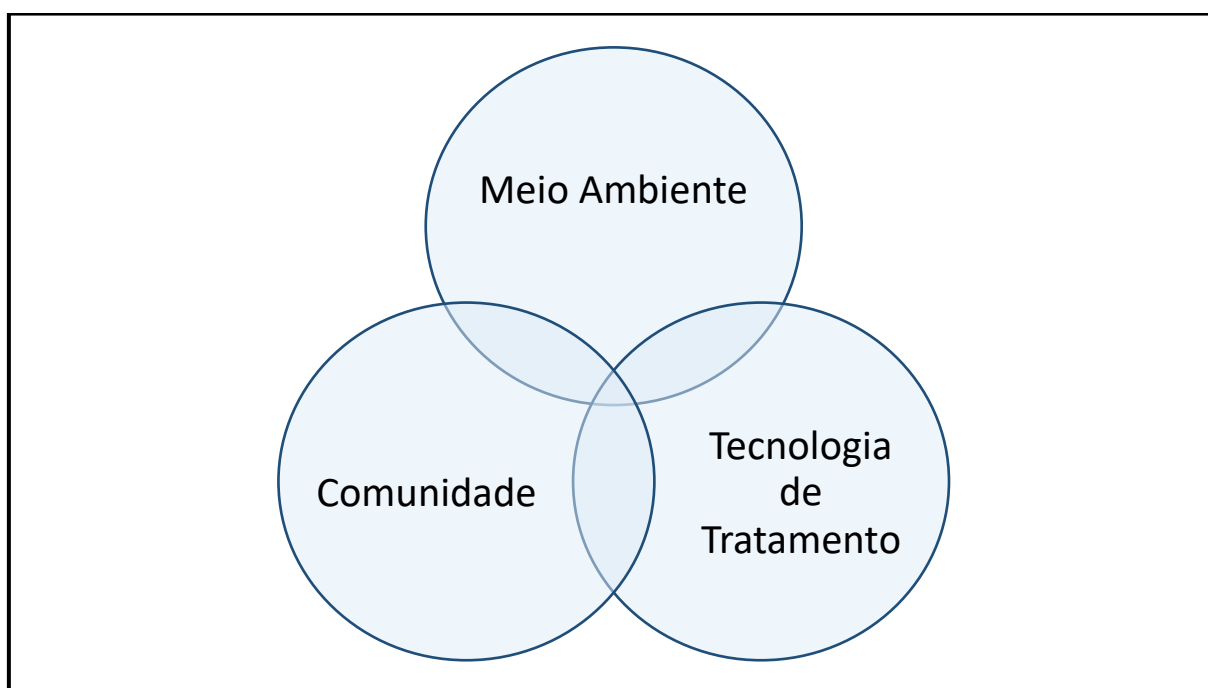
Uma vez que para garantir a sustentabilidade, é imprescindível a participação da comunidade, com educação sanitária e a integração com demais políticas públicas de planejamento ambiental, urbano e de recursos hídricos (DI BERNARDO; BRANDÃO; HELLER, 1999). Ou seja, o sistema de tratamento deve contemplar fatores ambientais, fatores socioeconômicos e fatores técnico-científicos, conforme a Figura 27.

No Quadro 5 é apresentado alguns sistemas com validação no uso do tratamento de água para comunidades rurais. Cada tecnologia contempla cenários ideais de aplicação, indo de uma

água bruta de maior qualidade a um sistema com clorador simplificado recomendado para águas de mananciais subterrâneos (FUNASA, 2014b).

No caso de águas brutas com maior quantidade de sólidos suspensos, a PROSAB contempla as tecnologias de tratamento por filtração, como: Filtração Lenta; Filtração Direta (DI BERNARDO, 2003) e a Filtração em Múltiplas Etapas (BRANDÃO et al., 1999), o SALTA-z é considerado uma tecnologia para o tratamento tanto por filtração como por agente coagulante (FUNASA, 2017). Todas as tecnologias requerem a desinfecção conforme preconiza a Portaria de Consolidação N° 5 (BRASIL, 2017).

**Figura 27 - Interação entre Meio Ambiente, Tecnologias de Tratamento e Comunidade**



Fonte: Adaptado de Di Bernardo, Brandão e Heller (1999)

Com base nos resultados físico-químicos e microbiológicos apresentado na seção 4.3.1, é discutido, brevemente, três sistemas de tratamento com aplicabilidade na comunidade Manoel João: (a) Filtração em múltiplas etapas; (b) SALTA-z e (c) Filtros de polipropileno. Estes três sistemas foram escolhidos levando em consideração os fatores: custo de instalação, custo de operação, área de instalação e mão de obra especializada.

Quadro 5 - Comparativo dos Sistemas de Tratamento D'água para Comunidades Rurais

Sistema de Tratamento	Custo de Instalação <sup>1</sup>	Captação	Custo de Operação	Custo de Manutenção	Área de Instalação	Mão de Obra Especializada	Geração de Resíduos	Indicações	Considerações
SALTA -z	Médio	Manancial Poço	Baixo	Baixo	Pequena	Requer treinamento do operador: membro da família	Baixa	É indicado para o tratamento de água de unidades familiares rurais	Unidade de tratamento que pode ser instalada junto à comunidade, apresenta coagulação, decantação, cloração e filtração
Clorador Simplificado	Baixo	Poço	Baixo	Não exige	Não exige	Requer treinamento do operador: membro da família	Não há	Indicado para cloração de águas captadas de poços	O clorador foi desenvolvido para tratamento de volumes fixos de água captada de mananciais subterrâneos
Filtração Lenta	Alto	Manancial	Não há	Baixo: O custo de manutenção se resume a raspagem e limpeza do filtro	Grande	Não exige	Baixa	Indicado para tratamento de volumes fixos de água	Requer desinfecção da água
Filtração Direta	Alto	Manancial	Alto	Alto	Pequena	Requer mão de obra treinada	Alta	Indicado para uma água tratada de melhor qualidade	Requer desinfecção da água
Filtração em Múltiplas Etapas (FiME)	Alto	Manancial	Baixo	Baixo	Pequena	Não exige	Baixa	Indicado para situações que o uso de coagulante é inviável	Baixa taxa de filtração, consequentemente maior tempo de detenção da água bruno no leito filtrante

<sup>1</sup> conforme a realidade da comunidade



#### 4.4.1. Tratamento: Filtração em múltiplas etapas

De modo geral, as tecnologias de tratamento de água podem ser classificadas em dois grupos: com coagulação química, que inclui as etapas tradicionais do processo como coagulação, floculação, decantação e filtração; e os processos não convencionais, ou seja, sem coagulação química, como a FiME (Figura 28).

**Figura 28 - Instalação piloto de FiME**



Fonte: Camplesi, Perez e Siqueira (2010)

De acordo com o exposto na seção 2.3.2.5 – Filtração em múltiplas etapas (Figura 6 e Figura 7), o último processo da FiME é a filtração lenta, e como aborda Di Bernardo, Brandão e Heller (1998), a água afluyente aos filtros lentos deve ter turbidez inferior a 10 NTU para garantir uma carreira de filtração superior a um mês. Nos estudos de Camplesi, Perez e Siqueira

(2010), a FiME apresenta capacidade superior a 95,0 % na remoção de coliformes totais e *Escherichia coli*.

No caso da água da rede do Sistema de Abastecimento de Água da Comunidade Manoel João, o maior valor de turbidez encontrado foi 4,56 NTU no ponto P2, no mês de out/20. Isto demonstra que o critério seria atendido ao longo do ano, uma vez que foram realizadas medidas nas estações chuvosa e seca.

No uso da FiME, considera-se vantajosos os aspectos: (a) mão de obra não especializada, (b) ausência do uso de coagulante; (c) as carreiras de filtração seriam relativamente longas, superiores a um mês; (d) baixo custo de operação; (e) uso da topografia local na instalação do FiME. Como desvantagem, tem-se: (a) o alto custo de instalação, dentro da realidade da comunidade; (b) seria necessário a comunidade eleger uma pequena equipe, de preferência duas pessoas, para procedimentos de raspagem e recomposição do meio filtrante; (c) uso da rede de água deve ser destinado apenas para consumo humano, evitando a dessedentação animal.

#### 4.4.2. Tratamento: SALTA-z

O sistema de tratamento proposto pela FUNASA (2017) como uma Solução Alternativa de Tratamento de Água (SALTA-z), tem a capacidade de tratar águas de mananciais subterrâneos e águas superficiais, em situações excepcionais e especiais, como em comunidades ribeirinhas, comunidades indígenas, escolas nas zonas rurais, as quais não possuem acesso ao sistema público de abastecimento de água. (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018)

Ao contrário da FiME, o SALTA-z usa coagulante químico no tratamento de águas superficiais, como o sulfato de alumínio, que após ser dosado, segue-se para a floculação e decantação, o SALTA-z contempla todas as etapas do tratamento convencional utilizado nas ETA's.

Como foi dito anteriormente, na água bruta oriunda de manancial superficial a FUNASA (2017) orienta a utilização do coagulante, podendo ser o sulfato de alumínio ou o policloreto de alumínio (PAC). Logo, para a determinação da dosagem ideal, faz-se necessário o ensaio do teste de jarros, com os resultados, multiplica-se a dosagem pelo volume a ser tratado

contemplada pela capacidade do reservatório; o coagulante é inserido da tubulação de recalque da água bruta.

Após encher o reservatório, é aguardado o tempo de 20 minutos para floculação e decantação, o sedimento acumulado é removido pelo dreno de fundo, Figura 2. O processo é finalizado com a desinfecção e o com o filtro de zeólita. (FUNASA, 2017)

**Figura 29 - Solução Alternativa de Tratamento de Água: Montado**



Fonte: Instituto Trata Brasil (2018)

Com respeito as vantagens do SALTA-z, temos: (a) mão de obra não especializada; (b) operação simplificada; (c) baixo custo de operação; (d) baixa geração de resíduo; (e) tolera picos na turbidez. Como desvantagem, temos: (a) necessidade de treinamento de membros da comunidade; (b) uso de coagulante químico; (c) necessita do ensaio do teste de jarros; (d) operação por bateladas; (e) custo de instalação médio, dentro da realidade da comunidade; (f) os membros da comunidade responsáveis pelo tratamento devem ter um tempo maior de

dedicado a operação do sistema; (g) uso da rede de água apenas para consumo humano, evitando a dessedentação animal; (h) uso de bomba de recalque.

#### 4.4.3.Tratamento: Filtro de polipropileno

Além dos sistemas de tratamento coletivos, há ainda a opção de implementar uma solução com o uso de filtros nas casas de cada família. Este sistema consiste em usar três tipos de filtros, em série, com o objetivo de retirar os sólidos suspensos. Na Figura 30, temos: (a) filtro de propileno; (b) carvão ativado e (c) polipropileno plissado.

De acordo com COMFILTER, o filtro de polipropileno tem como característica a alta capacidade de retenção de contaminantes, fácil descarte, baixo custo de reposição e é bacteriostático, ou seja, controla a proliferação de bactérias.

**Figura 30 – Filtros de Polipropileno**



Fonte: COMFILTER (2020)

O filtro de carvão ativado tem como característica a retenção de cloro, cor, sabor, odor, partículas, e o filtro de polipropileno plissado tem maior durabilidade, com altas vazões e baixo

custo, pois pode ser lavado e reutilizado. Tais filtros podem ser usados no tratamento de água, em processos farmacêuticos, pré-filtro de osmose reversa, água industrial, produtos alimentícios, etc (COMFILTER, 2020).

Algumas empresas já comercializam esse tipo de solução. A COMFILTER (2020) comercializa um kit com filtros de microfiltração (Figura 31), nesse kit há três filtros, ou seja, três meios filtrantes: no primeiro estágio tem-se um filtro de sedimentos de polipropileno de  $5\mu\text{m}$ , com a função de reter as partículas maiores, como: lodo, areia, ferrugem; no segundo estágio tem-se um filtro de carvão ativado, com a função de remover cor, odor, sabor e os Compostos Orgânicos Voláteis (VOC's), como: pesticidas, inseticidas e solventes industriais; no terceiro estágio, tem-se um filtro de propileno plissado para a retenção de microrganismo com até  $0,22\mu\text{m}$ , com uma eficiência de 99,98%, segundo o fabricante. Este sistema tem as seguintes características:

- Filtração em série, com três estágios;
- Os elementos filtrantes devem ser trocados a cada seis meses, ou conforme a perda de eficiência do filtro;
- Alta capacidade de vazão, até 1000 l/h;
- A carcaça dos filtros tem longa durabilidade, até cinco anos;
- Sistema compacto, pode ser instalado debaixo da pia da cozinha ou fixados na parede.

**Figura 31 - Kit Filtros de Microfiltração**



Fonte: COMFILTER (2020)

Não obstante, é conveniente destacar que os filtros de propileno não garantem a segurança da água nos termos microbiológicos, por isso após a filtração, a água deve passar pelo processo de desinfecção.

No que tange ao sistema de filtração compacta instalado na pia das cozinhas, as vantagens são: (a) baixíssimo custo de instalação; (b) não há custo de operação; (c) sistema compacto, não exige grandes espaços; (d) não requer a construção de uma nova rede de distribuição, pois a água será tratada no ponto de consumo; (e) baixo custo de reposição dos cartuchos filtrantes; (f) sistema modular, pode ser acrescentados mais etapas de filtração conforme a conveniência de cada família. Como desvantagens, listam-se: (a) exige um responsável para adicionar o hipoclorito de sódio e aguardar o tempo de contato; (b) a qualidade da água deverá ser analisada para validação do tratamento; (c) os membros da família devem se conscientizar de ingerir a água apenas após o processo de desinfecção.

#### 4.4.4. Tratamento: Desinfecção

Os resultados das análises de todas as amostras detectaram a presença de *Escherichia coli* e coliformes fecais. Segundo Daniel (DANIEL, 2001), as doenças de veiculação hídrica são aquelas em que o agente patogênico é ingerido junto com a água, contudo, há também as doenças em que a transmissão se dá pelo contato com a água contaminada.

Por isso que a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 recomenda no seu artigo 24: “Toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração” e complementa, no parágrafo único: “As águas provenientes de manancial superficial devem ser submetidas a processo de filtração” (BRASIL, 2017)

Heller e Pádua (2006) explicam que a turbidez é um indicador sanitário, e o processo de filtração contribui na remoção da turbidez, concomitantemente, a remoção de partículas em suspensão, incluindo os enterovírus, os cistos de *Giardia* e oocistos (células germinativas) de *Cryptosporidium*. Adicionalmente, a remoção da turbidez por meio da filtração promove uma melhor eficiência no processo de cloração, pois as partículas em suspensão podem formar barreiras protegendo os microrganismos da ação do desinfetante.

Cabe destacar que um dos principais objetivos do desinfetante é a sua capacidade de manter um residual mínimo, mesmo depois de suas reações com a água filtrada. Portanto, a manutenção de residuais de desinfetante tem a finalidade de prevenir a contaminação da água pós-tratada. De modo geral, no tratamento de água, usa-se a desinfecção para a inativação de vírus e bactérias, e usa-se a filtração para remoção dos protozoários e os helmintos (HELLER; PÁDUA, 2006).

FUNASA (2013b) recomenda o uso de hipoclorito de sódio a 2,5% para a desinfecção da água, quando a mesma não tiver recebido tratamento adequado e em situações em que os sistemas de tratamento público não atendem a comunidade. O hipoclorito de sódio deverá ser adicionado na parte superior do filtro na quantidade de 1,0 ml para cada litro de água. O tempo de contato é de trinta minutos, ou seja, é um procedimento por bateladas conforme o Quadro 6.

**Quadro 6 – Dosagem de Hipoclorito de Sódio Para Desinfecção da Água**

<b>Volume de Água</b>	<b>Dosagem: Hipoclorito de Sódio a 2,5%</b>	<b>Tempo de Contato</b>
1000 litros	100 ml	30 minutos
200 litros	20 ml	
20 litros	2 ml	
1 litro	0,1 ml	

Fonte: FUNASA (2013b)

#### 4.4.1.Custo de Implementação

Consoante a distribuição da água na comunidade e a discussão apresentada na seção 4.2.2, considera-se necessária a construção de uma nova rede de distribuição tendo em vista que a rede existente está defasada.

Para o custo de construção da nova rede, é necessário o quantitativo de tubulações especificadas no Quadro 7, o que incorreria em um investimento total de R\$ 76.847,57 apresentado na Tabela 6, ou seja, um custo de R\$ 10,21 por metro linear levando em consideração a extensão de 7.525,40 m.

Na Figura 32, fica evidente que a tubulação principal da rede é a de 32 mm, e consequentemente a de maior custo. No Apêndice D, encontra-se o orçamento analítico da rede de distribuição para consulta (Tabela 10).

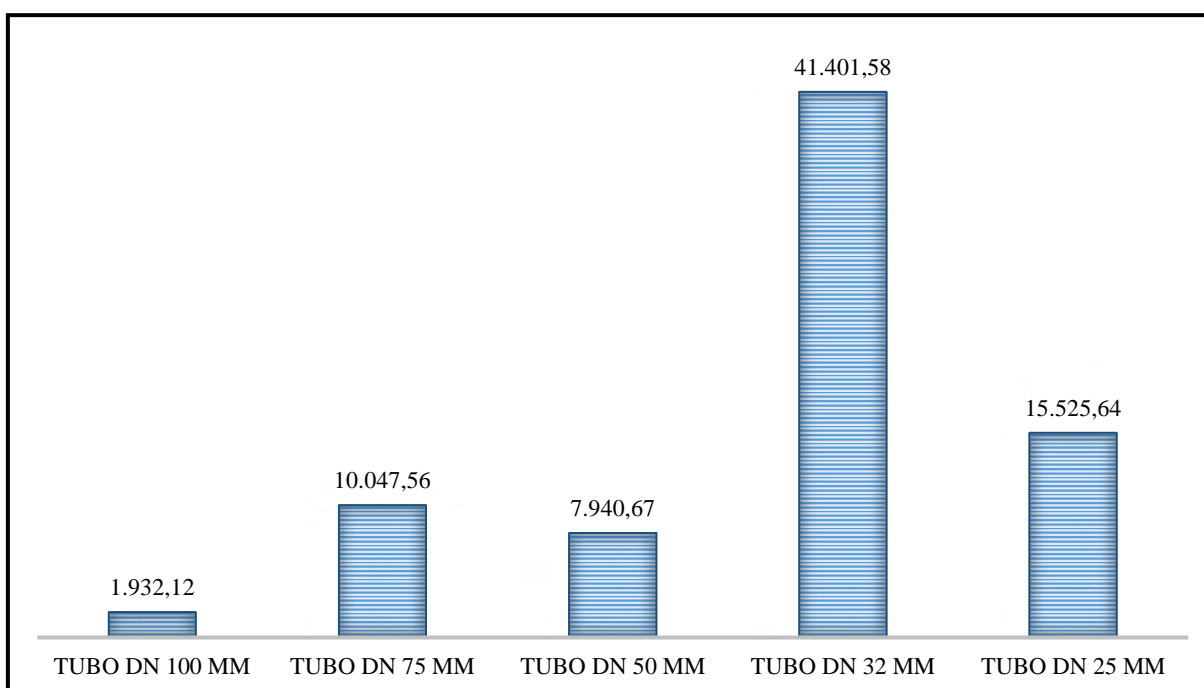
A Tabela 6 - Orçamento Sintético: Rede de Distribuição indica que o valor total de material orçado é de R\$ 72.398,08 que corresponde a 94%, enquanto os 6% restantes correspondente a mão de obra, corresponde ao valor de R\$ 4.449,49 (Figura 33).

**Quadro 7 – Custo de Instalação por Diâmetro da Tubulação**

<b>Descrição</b>	<b>Quantidade [m]</b>	<b>Custo de Instalação [R\$]</b>
Tubo DN 100 mm	35,80	1.932,12
Tubo DN 75 mm	252,10	10.047,56
Tubo DN 50 mm	409,10	7.940,67
Tubo DN 32 mm	3837,00	41.401,58
Tubo DN 25 mm	2991,40	15.525,64

Fonte: Elaborado pelo Autor

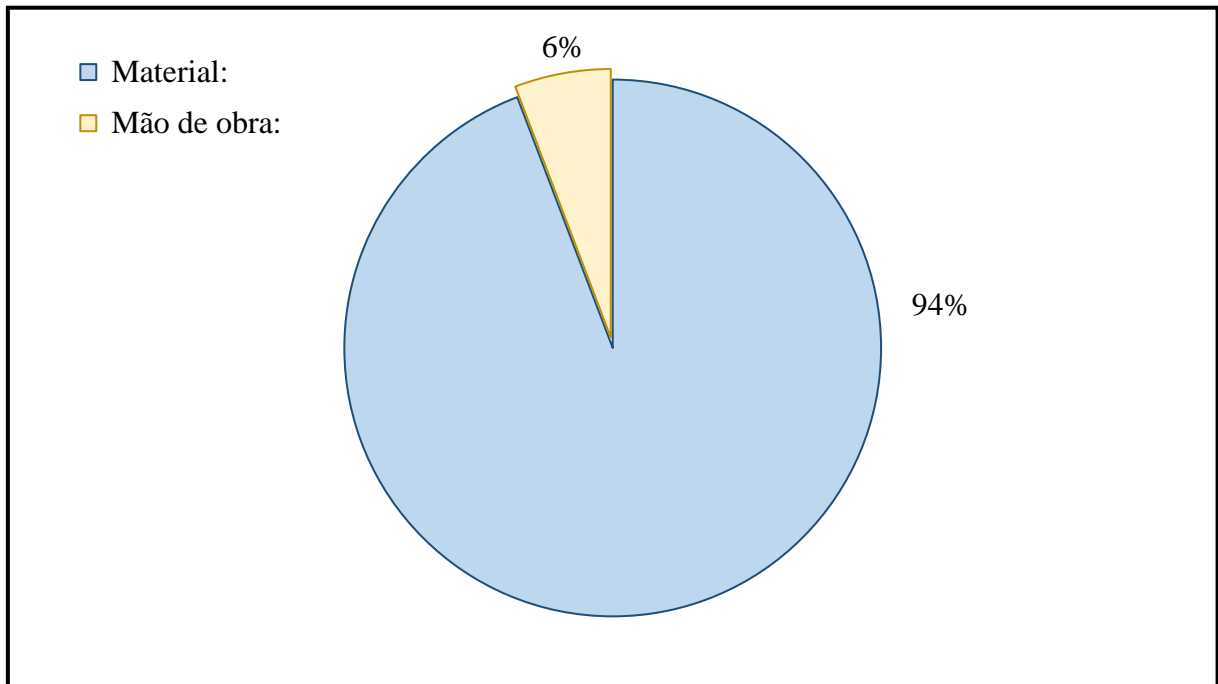
**Figura 32 - Custo de Instalação por Diâmetro da Tubulação**





Fonte: Elaborado pelo Autor

**Figura 33 – Custo: Mão de Obra e Materiais**



Fonte: Elaborado pelo Autor

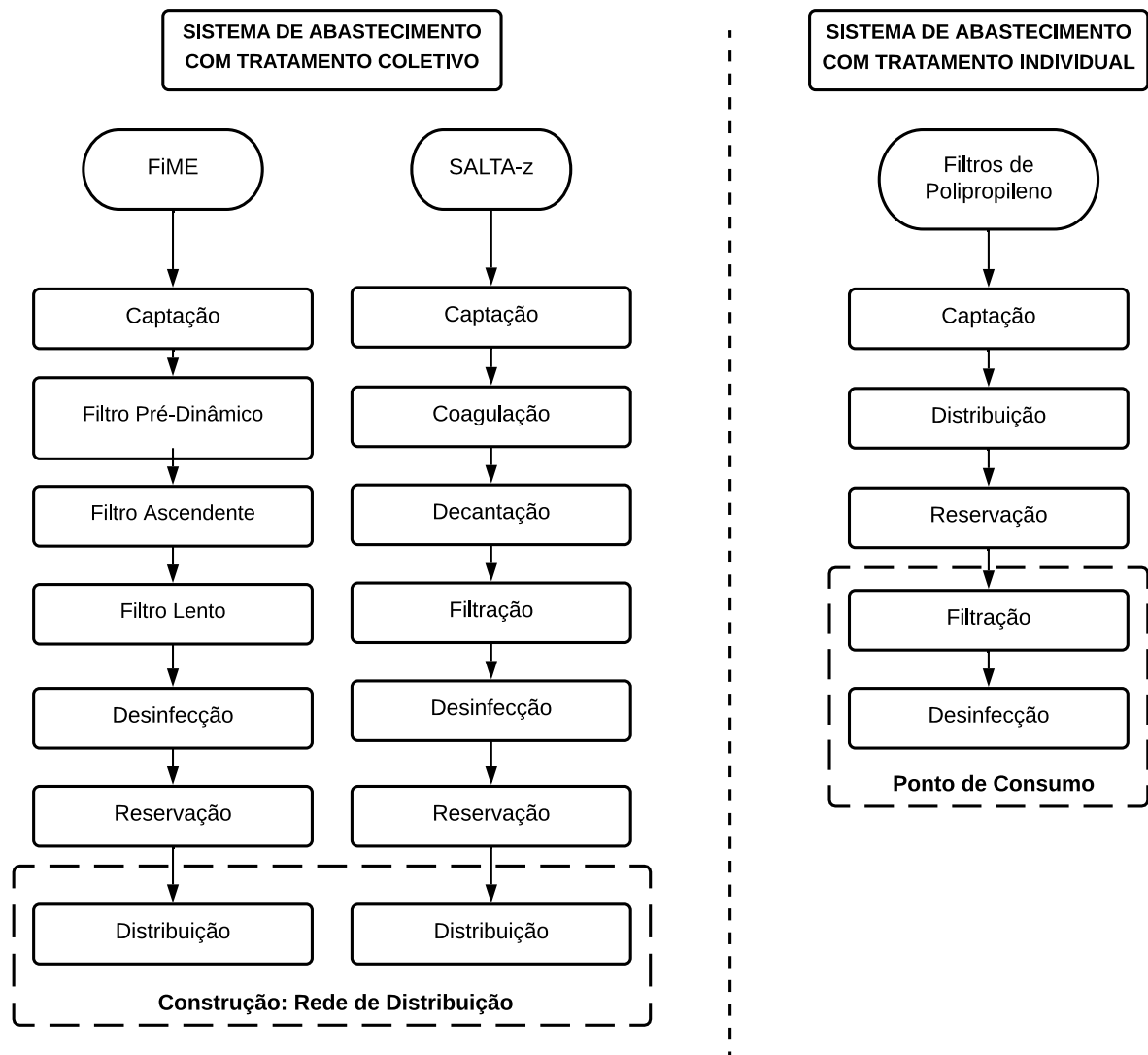
Tabela 6 - Orçamento Sintético: Rede de Distribuição

Item	Descrição	Unid.	Quant.	Preço Material		Preço Mão de Obra		Preço Final
				Unit. [R\$]	Total [R\$]	Unit. [R\$]	Total [R\$]	Total [R\$]
01.	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PBA PARA REDE DE ÁGUA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017	M	35,80	0,24	8,64	1,01	36,11	44,75
02.	FORNECIMENTO DE TUDO DE PVC 100 MM	M	35,80	52,72	1.887,38	0,00	0,00	1.887,38
03.	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PBA PARA REDE DE ÁGUA, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017	M	252,10	0,19	47,51	0,80	200,92	248,43
04.	FORNECIMENTO DE TUDO DE PVC 75 MM	M	252,10	38,87	9.799,13	0,00	0,00	9.799,13
05.	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PBA PARA REDE DE ÁGUA, DN 50 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017	M	409,10	0,11	44,21	0,58	238,11	282,32
06.	FORNECIMENTO DE TUDO DE PVC 50 MM	M	409,10	18,72	7.658,35	0,00	0,00	7.658,35
07.	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PARA REDE DE ÁGUA, DN 32 MM	M	3837,00	0,11	414,62	0,58	2.233,26	2.647,88
08.	FORNECIMENTO DE TUDO DE PVC 32 MM	M	3837,00	10,10	38.753,70	0,00	0,00	38.753,70
09.	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PARA REDE DE ÁGUA, DN 25 MM	M	2991,40	0,11	323,25	0,58	1.741,09	2.064,34
10.	FORNECIMENTO DE TUDO DE PVC 25 MM	M	2991,40	4,50	13.461,30	0,00	0,00	13.461,30
						Total	Material:	72.398,08
						Total	Mão de obra:	4.449,49
							<b>Total:</b>	<b>76.847,57</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor

Em concordância com a seção de melhorias para o SACMJ, as soluções de tratamento de água podem ser divididas em dois panoramas: coletivo e individual (Figura 34).

**Figura 34 - Panoramas do SACMJ**



Fonte: Elaborado pelo Autor

No primeiro panorama, considera-se a FiME e o SALTA-z para o tratamento coletivo da água logo após a captação. Neste cenário a água é captada e tratada antes de ser distribuída para a comunidade.

### **Panorama 1 - Tratamento coletivo:**

#### Vantagens:

- Melhor controle de qualidade;
- Tecnologias de tratamento validadas;
- Água tratada em todos os pontos da rede;
- Solução coletiva, sem omissão de alguma família.

#### Desvantagens:

- Maior custo de implementação;
- Maior custo de operação;
- Requer investimento em uma nova rede de distribuição de água;
- Requer operador capacitado;
- Geração de resíduos;
- Uso de coagulante (se usado o SALTA-z);
- Consumo de energia elétrica.

No segundo panorama, considera-se os filtros de polipropileno para reter os sólidos suspensos e o uso do hipoclorito de sódio a 2,5% para desinfecção da água, neste cenário, o tratamento é implementado no ponto de consumo (torneira da pia da cozinha) de cada família.

### **Panorama 2 - Tratamento individual:**

#### Vantagens:

- Menor custo de instalação;
- Não há custo de operação relevante;
- Baixo custo de manutenção;
- Solução modular, pode ser instalado conforme a necessidade de cada família;
- Não gera resíduos;
- Pode ser instalado sem a necessidade de uma nova rede de distribuição;

Desvantagens:



- Consientização das famílias, ingestão apenas a água da pia da cozinha, após passar pelo tratamento;
- Famílias com menor poder aquisitivo podem ser omitidas do tratamento;
- A qualidade da água tratada deve ser validada;

Uma vez que a rede de distribuição de água da comunidade consta como obsoleta, ou seja, não atende de forma satisfatória as necessidades das famílias, e que, para o sucesso das soluções de tratamento coletivo não pode haver problemas de vazamentos ou baixa pressão na rede, associado as condições socioeconômicas dos membros da comunidade, constata-se que o tratamento individual, com filtros de polipropileno é a alternativa que melhor atende as deficiências do SACMJ no cenário atual.

Por isso, foi orçado o sistema de tratamento com filtros de polipropileno (Figura 31), em série, para ser instalado nos pontos de consumo em cada família, conforme e Tabela 7. O valor deste sistema é de R\$ 524,81 por ponto de consumo, e pode ser montado gradativamente. Nota-se que o maior valor é referente ao filtro plissado com R\$ 153,19.

**Tabela 7 – Orçamento: Filtro de Polipropileno**

**Itens da proposta comercial**

Imagem	Descrição do produto/serviço	NCM	Código	Un	Qtd.	Preço un.	Preço total
	REFIL POLIPROPILENO LISO 10"x2.1/2" 5M	8421.99.99	SWCPL10/2-5	PC	1,0000	15,30	15,30
	REFIL CARVÃO ATIVADO EM BLOCO - 9"3/4 - 5 mic.	4402.90.00	BIE230/5-P	Pc	1,0000	48,00	48,00
	REFIL PLISSADO 0,22 micron - 10" ABSOLUTO	8421.99.99	BIPL10/0,22	Pc	1,0000	153,19	153,19
	CARCACA BR/TR 9"3/4 - ROS. 1/2"	8421.99.99	BICBT9/12	Pc	3,0000	80,00	240,00
	SUPORTE TRIPLO P/ FILTRO	7326.90.90	BISUPT	Pc	1,0000	68,32	68,32

Nº de Itens	Soma das Qtdes	Total outros itens	Total dos itens	Frete	Total da proposta
5,00	7	0,00	524,81	0,00	524,81

Fonte: Meu Filtro (2021)

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho buscou propor melhorias para o Sistema de Abastecimento de Água da Comunidade Manoel João (SACMJ), considerando como ferramentas o diagnóstico das condições socioeconômicas das famílias da comunidade, principalmente no que se refere as condições sanitárias e domiciliares de cada família; o diagnóstico da rede de distribuição de água existente; e soluções para o tratamento de água.

Na primeira fase do estudo, a aplicação do LENE para traçar o perfil da comunidade, juntamente com as perguntas subjetivas, revelou resultados significantes da forma com que as famílias e seus representantes concebem o problema do SACMJ. É notório que a instrução educacional das famílias influi na forma que a água é armazenada, tratada e consumida, tendo em vista que as famílias com maior poder socioeconômico aplicavam algum tipo de tratamento na água antes de consumi-la, além de ter condições de armazenar um volume maior nos seus reservatórios domiciliares.

Na segunda fase da pesquisa, o diagnóstico do SACMJ e a análise físico-química e microbiológica da água, mostrou que não houve grandes alterações nos parâmetros de potabilidade entre os pontos P1 na captação, e o ponto P2 localizado próximo ao final da rede. Contudo, os resultados laboratoriais revelaram que para o SACMJ, os parâmetros que devem maior atenção são a turbidez, com pico de 4,56 NTU, e a presença de coliformes e *Escherichia coli*. Não obstante, constatou-se que a rede de distribuição está obsoleta e não atende os parâmetros hidráulicos para o bom fornecimento de água a todas as residências que hoje demandam água da rede.

Na terceira fase, a proposição de um sistema de tratamento de água em conformidade com a realidade da comunidade, foi pautada pela busca de tecnologias simples, de fácil operação e baixo custo, que pudesse ser gerenciado pelos próprios membros da comunidade. O resultado foi a seleção das tecnologias FiME, SALTA-z e os filtros de polipropileno. Todavia, é necessário destacar que tais tecnologias tratam a água por meio de processos de filtração e posteriormente a água tratada deve passar pela desinfecção.

Portanto, as melhorias do SACMJ podem ser divididas em dois cenários. No primeiro panorama, o tratamento de água deve ser coletivo, e pode ser usado o FiME ou do SALTA-z, que requer maior investimento e a construção de uma nova rede de distribuição para sanar os

problemas existentes na rede atual. A FiME, se operada adequadamente, é um sistema de tratamento muito viável para a Comunidade Manoel João, pois com este sistema é possível resolver o problema da presença de coliformes, *Escherichia coli* e da turbidez. Pode-se usar o projeto piloto dado por Camplesi, Perez e Siqueira (2010) apresentado na Figura 28, em que o sistema contempla as etapas: filtro pré-dinâmico; filtro ascendente e o filtro lento.

O uso do SALTA-z, se operado adequadamente, é uma opção de tratamento a ser considerada, tendo em vista que é uma solução já validada pela FUNASA em outras comunidades. Por ser um sistema que contempla todas as fases do tratamento convencional, a presença de *Escherichia coli* e coliformes, bem como os sólidos suspensos serão retidos nas etapas de tratamento do sistema, resultando numa água de qualidade.

No segundo panorama, o tratamento de água deve ocorrer em nível de unidades familiares (residências), sem a construção de uma nova rede de distribuição, não implicando em investimento de maior expressão. As melhorias passam a ser instaladas paulatinamente, conforme as condições financeiras das famílias, porém a isso não atenderia todas as famílias em função do perfil socioeconômico. Nos dois cenários é importante a participação de um agente público ou privado com fonte de recursos e com interesse em mudar o paradigma atual de uso da água para consumo humano.

Não obstante, podem ser usados os filtros de polipropileno, os quais serão instalados apenas na torneira da pia de cozinha em cada residência, porque é um modelo de tratamento compacto, com filtros em série, e pode ser modulado conforme a necessidade de cada usuário. A solução abordada contempla três estágios de filtração, o primeiro um filtro de polipropileno, o segundo um filtro de carvão ativado e o terceiro um filtro plissado de polipropileno.

Como o foco deste trabalho foi uma avaliação da situação atual do SACMJ, buscando apontar soluções aplicáveis e de baixo custo, percebeu-se que são necessários a continuidade dos estudos a fim de entender melhor as inconsistências de pressão e vazão da rede de distribuição, ou seja, de um estudo mais aprofundado das perdas do sistema, concomitantemente com um estudo do volume utilizado em todos os pontos da rede com medições *in loco*, macromedição e micromedição. Outro ponto importante a desenvolver, seria a validação das soluções de tratamento relacionadas usando a água bruta do manancial em uma estação piloto *in loco*.

Deste modo, conclui-se que no primeiro momento os filtros de polipropileno é a alternativa que melhor atende as famílias da comunidade, pois é um sistema de fácil instalação

e baixo custo, sem a necessidade de construir uma nova rede de distribuição de água. Este modelo de tratamento garante que cada família possa instalar o sistema paulatinamente em suas casas conforme a realidade econômica de cada uma.

No segundo momento, tendo em vista uma solução de longo prazo, a melhor opção é a instalação de um sistema de tratamento coletivo, como o FiME ou o SALTA-z juntamente com a construção de uma nova rede de distribuição, garantindo a separação do uso coletivo familiar da dessedentação animal, além de assegurar a operação do sistema com mecanismos de medições (hidrômetros) e registros de manobra para eventuais intervenções na rede.

Outrossim, preconiza-se que a Comunidade Manoel João se fortaleça como corpo social, elencando lideranças ativas para trabalharem as demandas hídricas locais, promovendo reuniões regulares para tratar os problemas do sistema de abastecimento do Manoel João, bem como dos demais aspectos que envolve a coletividade. Por fim, constata-se que a melhoria do fornecimento de água perpassa pelas esferas do meio ambiente, das tecnologias de tratamento e da coletividade que devem ser trabalhadas de maneira harmônica.



## 6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Finalizando, elencam-se mais algumas recomendações para a continuidade deste estudo:

- a) Proposição de um sistema de captação e reservação mais eficiente;
- b) Validação do uso dos filtros de polipropileno na remoção dos sólidos suspensos para tratamento de água na comunidade;
- c) Análise da qualidade da água quanto a presença de agrotóxicos e fertilizantes;
- d) Ampliar o sistema de captação e reservação da água da chuva por meio de cisternas para dessedentação animal;
- e) Estudar a qualidade das águas captadas nos mananciais subterrâneos (poços) e sua viabilidade técnica e econômica como solução do abastecimento de água para comunidade Manoel João.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA (ED.). **Guia Nacional de Coleta E Preservação de Amostras**. 2ª ed. Brasília: [s.n.].

ARAUJO, M. G. Determinação da Vulnerabilidade das Paisagens à Perda de Solos na Bacia Hidrográfica do Córrego Manoel João no Município de Porto Nacional (TO) e Proposta de Medidas de Contenção dos Processos Erosivos. **Trabalho de Conclusão de Curso: Universidade Federal do Tocantins**, p. 75, 2019.

BRANDÃO, C. C. S. et al. O Uso Da Filtração Em Múltiplas Etapas No Tratamento De Águas Com Elevado Teor De Algas. **XXVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. CD, p. 1–15, 1998.

BRANDÃO, C. C. S. et al. Pré-filtração em pedregulho aplicada ao tratamento de águas com elevados teores de algas - influência da granulometria e da taxa de filtração. **Anais do 20º Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental**, p. 1634–1643, 1999.

BRASIL. **Lei Nº 9.433**. [s.l: s.n.].

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357**. [s.l.] CONAMA, 2005.

BRASIL. Inspeção Sanitária em Abastecimento de Água. **Ministério da Saúde**, p. 84, 2007.

BRASIL. **Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro 2011**. [s.l: s.n.].

BRASIL. **Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de Setembro de 2017**. [s.l: s.n.].

CAMPLESI, D. C. F.; PEREZ E, W. E.; SIQUEIRA, E. Q. REMOÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E *Escherichia coli* UTILIZANDO A FILTRAÇÃO EM MÚLTIPLAS ETAPAS (FIME) EM PERÍODOS DE ALTA TURBIDEZ DA ÁGUA BRUTA REMOVAL OF TOTAL COLIFORMS AND *Escherichia coli* USING A MULTISTAGE FILTRATION (MSF) IN PERIODS OF HIGH TURBIDITY O. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil nº**, v. 1, p. 14–18, 2010.

CASTRO, C. N. DE; PEREIRA, C. N. **Estado e Desenvolvimento Rural**. Rio de Janeiro: IPEA, 2020. v. 24

COMFILTER. **Catálogo de Produtos**. Disponível em: <<https://comfilter.com.br/wp-content/uploads/2020/11/Catalogo-Comfilter.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2021.

DA SILVA, N. R.; ALBUQUERQUE, T. D. N. Enquadramento De Corpos De Água: Um Instrumento Da Política Nacional De Recursos Hídricos. **Geoambiente On-line**, n. 32, p. 174–186, 2018.

DANIEL, L. A. Métodos Alternativos de Desinfecção da Água. **PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico**, p. 149, 2001.

DI BERNARDO, L. FILTRAÇÃO DIRETA APLICADA A PEQUENAS COMUNIDADES. **PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico**, 2003.

DI BERNARDO, L.; BRANDÃO, C. C. S.; HELLER, L. Tratamento de águas de Abastecimento por Filtração em Múltiplas Etapas. **PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico**, p. 121, 1999.

FUNASA. **Projeto e Operação de Filtros Lentos Retrolaváveis para o Tratamento de Água para Abastecimento**. Tubarão -SC: Ministério da Saúde, 2010.

FUNASA (ED.). **Manual Prático de Análise de Água**. Brasília: [s.n.].

FUNASA. **Manual de Orientações Técnicas para o Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliáres**. Brasília: [s.n.].

FUNASA. Saneamento Domiciliar: Manual de instruções de uso das melhorias sanitárias domiciliares. **Fundação Nacional de Saúde**, v. 1, n. 9, p. 1–24, 2014a.

FUNASA. **Manual De Cloração De Água Em Pequenas Comunidades**. Brasília: [s.n.]. v. 1

FUNASA. **Metodologias para o Fornecimento do Controle Social no Saneamento Básico**. 1. ed. Brasília: FUNASA, 2016. v. 1

FUNASA. **Solução Alternativa Coletiva Simplificada de Tratamento de Água para Consumo Humano em Pequenas Comunidades Utilizando Filtro e Dosador Desenvolvidos pela Funasa/Superintendência Estadual do Pará**. Brasília: Munistério da Saúde, 2017.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. DE. **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. Belo Horizonte: [s.n.]. v. 1

HORA, K. E. R.; RODRIGUES, V. DE P. G.; SACHO, S. D. Tecnologias Sociais em Saneamento Para Habitações de Interesse Social Rural em Vianópolis - Goiás. **30º ABES 2019 - Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. 1, 2015.

HUTCHINGS, P. et al. A systematic review of success factors in the community management of rural water supplies over the past 30 years. **Water Policy**, v. 17, n. 5, p. 963–983, 2015.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2013.

INFOSANBAS. **Saneamento Básico em Porto Nacional, TO**. Disponível em: <<https://infosanbas.org.br/municipio/porto-nacional-to/>>. Acesso em: 20 set. 2021.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Acesso à água nas regiões Norte e Nordeste do Brasil: desafios e perspectivas. **Saneamento é Saúde**, p. 187, 2018.

IPEA. **Pnad 2007 Primeiras Análises Saneamento Básico**. [s.l: s.n.]. v. 5

JACOBI, P. R.; TRISTÃO, M.; FRANCO, M. I. G. C. A função social da educação ambiental nas práticas colaborativas: participação e engajamento. **Cadernos CEDES**, v. 29, n. 77, p. 63–79, 2009.

JESUS, M. V. S. DE. Proposição de Recuperação de Áreas Degradadas para a Bacia Hidrográfica do Córrego Manoel João no Município de Porto Nacional - TO. **Trabalho de Conclusão de Curso: Universidade Federal do Tocantins**, p. 92, 2019.

LOLLO, J. A. DE. Influência Do Uso E Da Ocupação Do Solo Na Qualidade. In: **Gestão e Qualidade do Recursos Hídricos: Conceitos e Experiências em Bacias Hidrográficas**. Tupã - SP: ANAP, 2016. p. 20–39.

MACHADO, E. S.; KNAPIK, H. G.; BITENCOURT, C. DE C. A. DE. Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 261–269, abr. 2019.

MANZI, D. et al. Dimensionamento ótimo de redes de distribuição de água com uso de métodos de otimização inspirados na natureza. **Revista DAE**, v. 66, n. 212, p. 16–31, 2018.

MARINHO, M. P. Avaliação Qualitativa da Água da Microbacia do Córrego Manoel João, Município de Porto Nacional/TO. **Trabalho de Conclusão de Curso: Universidade Federal do Tocantins**, p. 68, 2019.

MATTOS, A. D. **Como Preparar Oçamento de Obras**. São Paulo: PINI, 2006.

MEU FILTRO. **Oçamento: Filtro de Polipropileno**. Disponível em: <<http://www.bling.com.br/doc.view.php?id=13e4bcd5439ec0827dc8af09ab5eba08>>. Acesso em: 13 set. 2021.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil: Análise situacional do déficit em saneamento básico**. Brasília: Ministério das Cidades, 2014. v. 2

MOREIRA, J. G. C. et al. **Análise multitemporal do uso e ocupação do solo em Áreas de**. Disponível em: <<https://mundogeo.com/2017/11/10/uso-e-ocupacao-do-solo-irregular-em-areas-de-preservacao-permanente-estudo-de-caso-corrego-bela-vista-mg/>>. Acesso em: 2 dez. 2020.

MOREIRA, L. L.; DIAS, R. R. ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MANOEL JOÃO, PORTO NACIONAL (TO). **Geoambiente On-Line**, p. 18–33, 2016.

MURTHA, N.; HELLER, L.; LIBÂNIO, M. A filtração lenta em areia como alternativa tecnológica para o tratamento de águas de abastecimento no Brasil. **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. March, p. 1542–1556, 1997.

NBR 12211. Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água. **ABNT**, p. 14, 1992.

NBR 12218. NBR 12218: Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público - Procedimento. **ABNT**, p. 28, 1994.

PALHARES, J. C. P. Consumo de Água na Produção Animal. **Comunicado Técnico 102 Embrapa**, p. 6, nov. 2013.

PATERNIANI, J. E. S.; CONCEIÇÃO, C. H. Z. DA. Eficiência da Pré-Filtração e Filtração Lenta no Tratamento de Água para Pequenas Comunidades. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 1, p. 17–24, 2004.

PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N.; BALIEIRO, K. R. DE C. Avaliação Qualitativa da Água de Nascente com Diferentes Usos do Solo em seu Entorno. **Cerne**, v. 18, p. 495–505, 2012.

SEPLAN. **Atlas do Tocantins: Subsídio ao Planejamento da Gestão Territorial**. 6<sup>a</sup> ed. Palmas: Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública, 2012. v. 1

SETTI, A. A. et al. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. 2<sup>a</sup> ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001.

SILVA, M. L. DA; THEBALDI, M. S.; NOVAIS, T. DE M. F. Alternativa Para Dimensionamento De Redes Ramificadas De Abastecimento De Água: Avaliação Hidráulica E Orçamentária. **Sustentare**, p. 1–17, 2019.

SPERLING, M. V. O. N. **Introdução à Qualidade das Águas e ao tratamento de Esgotos**. 2<sup>a</sup> ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG, 1996. v. 243

TISAKA, M. **Orçamento na Construção Civil: Consultoria, Projeto e Execução**. [s.l.: s.n.].

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VERAS, L. R. V.; DI BERNARDO, L. Tratamento de água de abastecimento por meio da tecnologia de filtração em múltiplas etapas - FIME. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 109–116, 2008.

## APÊNDICE A - Questionário Socioeconômico

### Perguntas:

1. Depois que a água chega na sua residência, é feito algum tipo de tratamento antes do consumo? Como: filtração, cloração, desinfecção etc.?
2. No seu ponto de vista, quais são os maiores quanto ao abastecimento de água na comunidade?
3. Na sua percepção, qual o volume de água consumido por sua família no período de um dia?
4. Como você e sua família utilizam a água?
5. Qual a sua ocupação?
6. Qual o seu nível de escolaridade? (pergunta destinada ao chefe de família)

### **1 - Entrevistado: R.R.D. - 08/10/2021**

7. A água é filtrada usando carvão ativado;
8. Segundo o entrevistado, o maior problema do abastecimento de água na comunidade são as interrupções;
9. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 200 litros;
10. Uso doméstico;
11. Ocupação: Pecuarista;
12. Escolaridade: Doutor em ciências.

### **2 - Entrevistado: W.S.A. – 08/10/2020**

1. A água é coada com tecido limpo;
2. Segundo o entrevistado, o maior problema do abastecimento de água na comunidade são as doenças de veiculação hídrica como verminoses, sujeira e problemas na captação;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 1.500 litros;
4. Uso doméstico;
5. Ocupação: Serviços gerais;
6. Escolaridade: Doutor em ciências.

### **3 - Família: R.M. – 08/10/2020**

1. Não é feito nenhum tipo de tratamento, apenas a reservação;
2. O entrevistado não vê problemas no abastecimento de água da comunidade;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 300 litros;

4. Uso doméstico;
5. Ocupação: Dona de casa;
6. Escolaridade: Juemyr S. – 8ª série do ensino fundamental.

#### **4 - Entrevistado: D.M.O.S. – 08/10/2020**

1. A água é coada com tecido limpo;
2. Segundo o entrevistado, o maior problema do abastecimento de água na comunidade são as interrupções;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 300 litros;
4. Uso doméstico;
5. Ocupação: Estuda e trabalha com venda de aparelhos celulares;
6. Escolaridade: Davi M.- 1º ano do ensino médio.

#### **5 - Entrevistado: D.P.S. – 16/02/2020**

1. A água é coada com tecido limpo e armazenada na geladeira;
2. Segundo o entrevistado, o maior problema do abastecimento de água na comunidade são as interrupções;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 200 litros;
4. Uso doméstico;
5. Ocupação: Serviços gerais/diária;
6. Escolaridade: 4ª série do ensino fundamental

#### **6 - Entrevistado: J.R.N. – 16/02/2020**

1. A água é coada com tecido limpo;
2. Segundo o entrevistado, o maior problema da água é o entupimento das tubulações gerando a falta de água;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 500 litros;
4. Uso doméstico;
5. Ocupação: Aposentada;
6. Escolaridade: 4ª série do ensino fundamental.

#### **7 - Entrevistado: D.B.C. – 16/02/2020**

1. A água é coada com tecido limpo;
2. Segundo o entrevistado, o maior problema da água é o entupimento das tubulações por conta das enchentes gerando a falta de água;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 300 litros;



4. Uso doméstico e dessedentação animal;
5. Ocupação: Lavrador/diária;
6. Escolaridade: Não teve oportunidade de estudar.

**8 - Entrevistado: E.J.B.A. – 17/02/2020**

1. A água é coada com tecido limpo;
2. Segundo o entrevistado, o maior problema é a falta de água;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 5 a 6 litros;
4. Uso doméstico;
5. Ocupação: Estudante;
6. Escolaridade: 1º ano do ensino médio.

**9 - Entrevistado: J.B.M. – 17/02/2020**

1. A água é coada com tecido limpo;
2. Segundo o entrevistado, o maior problema é a falta de água;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 500 litros;
4. Uso doméstico;
5. Ocupação: Aposentado;
6. Escolaridade: 1ª série.

**10 - Entrevistado: M.M.A.D. – 17/02/2020**

1. Não faz tratamento da água da rede, e usa a água do poço para o consumo humano;
2. Segundo o entrevistado, o maior problema é a falta de água devido à pressão na rede;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 100 litros;
4. Uso doméstico;
5. Ocupação: Dona de casa;
6. Escolaridade: 4ª série.

**11 - Entrevistado: G.D.S. – 17/02/2020**

1. A água é coada com tecido limpo;
2. O entrevistado não souber responder;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 250 litros;
4. Uso doméstico;
5. Ocupação: Vaqueiro;
6. Escolaridade: Não soube responder.

**12 - Entrevistado: L.D.L. – 17/02/2020**

1. Usa a água do Manoel João para o consumo;
2. A entrevistada não vê problemas com a água;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 400 litros;
4. Uso doméstico;
5. Ocupação: Aposentada;
6. Escolaridade: 2ª série.

**13 - Entrevistado: D.F.N. – 17/02/2020**

1. A água é coada com tecido limpo;
2. Segundo o entrevistado, o maior problema é a falta de água e as interrupções;
3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 500 litros;
4. Uso doméstico;
5. Ocupação: Lavrador;
6. Escolaridade: 3ª série.

**14 - Entrevistado: M.D. – 17/02/2020**

1. A água é coada com tecido limpo;
  2. Segundo o entrevistado, o maior problema é a falta de água, as interrupções e a pressão da rede;
  3. Segundo o entrevistado, o consumo médio diário é de aproximadamente 600 litros;
  4. Uso doméstico;
  5. Ocupação: Lavrador;
- Escolaridade: 4ª série

## APÊNDICE B – Relatório Fotográfico

Comunidade Manoel João

Rede de Distribuição de Água

17/02/2021











### APÊNDICE C – Comunidade Manoel João

Tabela 8 – Pontos Levantados em Coordenadas Geográficas

Índice	Descrição	Latitude	Longitude	Altitude [m]
1	Captação	10° 48' 02,93760" S	48° 38' 55,48201" W	349,83
2	Registro	10° 48' 03,53160" S	48° 38' 54,60719" W	333,91
3	Redução 75-50mm	10° 48' 10,12319" S	48° 38' 49,71841" W	317,58
4	Curva	10° 48' 13,70521" S	48° 38' 45,85558" W	311,88
5	Registro 50mm	10° 48' 11,39041" S	48° 38' 40,66801" W	309,1
6	Redução 50-32mm	10° 48' 09,79918" S	48° 38' 30,91200" W	314,48
7	Tê 32-25mm	10° 48' 09,83161" S	48° 38' 30,80401" W	314,67
8	Tê 32-25mm	10° 48' 10,80000" S	48° 38' 38,27399" W	312,49
9	Tê 25-25mm	10° 48' 17,36640" S	48° 38' 32,23320" W	306,98
10	Juemyr	10° 48' 12,56759" S	48° 38' 17,32922" W	306,08
11	Tê 32-25mm	10° 48' 08,12521" S	48° 38' 20,92558" W	307,82
12	Vazamento	10° 48' 10,69559" S	48° 38' 18,70080" W	309,07
13	Sandrolina	10° 48' 11,94481" S	48° 38' 14,90641" W	300,39
14	Josefa	10° 48' 11,49121" S	48° 38' 10,89241" W	298,98
15	Tê 25-25mm	10° 48' 10,69200" S	48° 38' 11,97959" W	298,59
16	Tê 32-25mm	10° 48' 06,97679" S	48° 38' 14,77321" W	304,02
17	Tê 25-25mm	10° 48' 05,77440" S	48° 38' 04,41240" W	297,31
18	Dário	10° 48' 10,96921" S	48° 38' 01,07159" W	296,36
19	Registro Tê 32-25mm	10° 48' 02,46601" S	48° 38' 01,74840" W	301,78
20	Tê 32-25mm	10° 48' 00,52560" S	48° 37' 52,74120" W	294,71
21	Hermita	10° 48' 00,02521" S	48° 37' 49,26001" W	293,79
22	Tê 25-25mm	10° 47' 59,81279" S	48° 37' 49,52640" W	296,4
23	Vazamento	10° 47' 58,86960" S	48° 37' 44,10480" W	289,3
24	Registro 32mm	10° 47' 57,63121" S	48° 37' 38,97481" W	295,73
25	Tê 32-25	10° 47' 57,42599" S	48° 37' 38,57159" W	294,05
26	Ricardo	10° 47' 58,09920" S	48° 37' 37,35121" W	291,75
27	João	10° 48' 21,93480" S	48° 38' 29,39279" W	303,15
28	Reservatório 5.000L	10° 48' 09,81000" S	48° 38' 00,69719" W	294,04
29	Tê 32-25mm	10° 47' 53,22840" S	48° 37' 29,37002" W	291,65
30	Wilson	10° 47' 49,25401" S	48° 37' 21,61561" W	290,66
31	Registro 32-25mm	10° 47' 49,41239" S	48° 37' 22,14120" W	290,12
32	Tê 32-25mm	10° 47' 48,85800" S	48° 37' 21,07921" W	291,68
33	Rogério	10° 47' 40,98481" S	48° 37' 15,47400" W	288,98
34	Tê 32-20mm	10° 47' 41,54999" S	48° 37' 11,45640" W	291,68
35	José	10° 47' 42,12600" S	48° 37' 10,99920" W	288,88
36	Wilton	10° 47' 38,14078" S	48° 37' 12,97560" W	290,17



<b>Índice</b>	<b>Descrição</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude [m]</b>
37	Registro 32-20mm	10° 47' 40,25039" S	48° 37' 08,82479" W	285,96
38	Mônica	10° 47' 36,77280" S	48° 37' 06,26520" W	295,63
39	Tê 32-25mm	10° 47' 39,68519" S	48° 37' 01,34760" W	286,24
40	Gilberto	10° 47' 40,64281" S	48° 37' 01,42321" W	286,19
41	Lecí	10° 47' 43,18799" S	48° 36' 53,18640" W	283,97
42	Tê 32-20mm	10° 47' 41,83801" S	48° 36' 53,98199" W	279,58
43	Final da Rede	10° 47' 42,69481" S	48° 36' 49,78079" W	279,49
44	Iraci	10° 47' 41,55719" S	48° 36' 44,96761" W	281,23
45	Domingos	10° 47' 51,87119" S	48° 36' 46,03320" W	289,55
46	Dianari	10° 48' 09,74518" S	48° 37' 33,58920" W	298,61
47	Igreja	10° 48' 09,22680" S	48° 37' 31,45800" W	295,51
48	Maria Leda	10° 48' 11,56320" S	48° 37' 52,31639" W	291,24
49	Igreja	10° 47' 50,20801" S	48° 36' 51,55561" W	276,28
50	Escola	10° 47' 49,62120" S	48° 36' 50,29559" W	280,79
51	Reservatório	10° 47' 39,22440" S	48° 38' 16,18798" W	322,84
52	Reservatório	10° 48' 21,66479" S	48° 37' 47,84159" W	298,32

Fonte: Elaborado pelo Autor

### APÊNDICE D – Rede Abastecimento de Água

$$Q_3 = Q_{comunidade} + Q_{esp} \quad (8)$$

$$Q_{comunidade} = \frac{K_1 K_2 P q}{86400} = \frac{1,2 \cdot 1,5 \cdot 51 \cdot 70}{86400} = 0,0744 \text{ l/s} \quad (9)$$

$$Q_{esp} = Q_{escola} + Q_{igreja} + Q_{bebedouro} \quad (10)$$

$$Q_{esp} = 0,0347 \text{ l/s} + 0,0010 \text{ l/s} + 0,1389 \text{ l/s} = 0,1746 \text{ l/s}$$

$$Q_{escola} = 60 \text{ alunos} \cdot 50 \frac{\text{litros}}{\text{alunos} \cdot \text{dia}} = 3000 \text{ l/dia} = 0,0347 \text{ l/s} \quad (11)$$

$$q_{igreja} = 20 \text{ assento} \cdot 2 \frac{\text{litros}}{\text{assento} \cdot \text{dia}} = 40 \text{ l/dia} = 0,0005 \text{ l/s} \quad (12)$$

$$Q_{igreja} = N^{\circ}_{igreja} \cdot q_{igreja} = 2 \text{ igrejas} \cdot 0,0005 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0,0010 \text{ l/s} \quad (13)$$

$$q_{bebedouro} = \text{Consumo}_{bovino} \cdot N^{\circ}_{bovinos} \quad (14)$$

$$q_{bebedouro} = 50 \frac{\text{litros}}{\text{dia}} \cdot 40 \frac{\text{bovinos}}{\text{bebedouro}} = 2000 \text{ l/dia} = 0,0231 \text{ l/s}$$

$$Q_{bebedouro} = N^{\circ}_{bebedouro} \cdot q_{bebedouro} \quad (15)$$

$$Q_{bebedouro} = 6 \text{ bebedouros} \cdot 0,0231 \text{ l/s} = 0,1389 \text{ l/s}$$

Tabela 9 – Parâmetros de Cálculo da Vazão: Q<sub>3</sub>

Parâmetro	Descrição	Valor	Und. Medida	Referência
-	bebedouro	6	Unid.	pesquisa de campo
-	consumo bovino	50	l/dia	Palhares (2013)
-	quantidade de bovino por bebedouro	40	bovino/bebedouro	pesquisa de campo
-	relação segundos por dia	86400	s/dia	-
K1	coeficiente do dia de maior consumo	1,2	-	Tsutiya (2006)
K2	coeficiente da hora de maior consumo	1,5	-	Tsutiya (2006)
P	população da área abastecida	51	hab	pesquisa de campo
q	consumo <i>per capita</i> de água	70	l/hab/dia	Vieira (1996)
Qcomunidade	vazão comunidade	0,0744	l/s	-
-	quantidade de alunos na escola	60	aluno/escola	pesquisa de campo
-	consumo de água por aluno	50	l/dia	Heller e Pádua (2006)
Qescola	vazão na escola	0,0347	l/dia	-
-	quantidade de assentos nas igrejas	20	assentos	pesquisa de campo
-	quantidade de igrejas	2	Unid.	pesquisa de campo
-	consumo de água na igreja por assento	2	l/assento/dia	Heller e Pádua (2006)
qigreja	vazão na igreja	0,0005	l/s	
Qigreja	vazão nas igrejas	0,0010	l/s	-
qbeb	vazão por bebedouro	0,0231	l/s/bebedouro	-
Qbeb	vazão nos bebedouros	0,1389	l/s	-
Qesp	vazão específica	0,1746	l/s	
Q3	vazão da rede de distribuição	0,2490	l/s	-
Nº família	quantidade de famílias	18	und	-
Qfamília	vazão por família	0,0041	l/s	-

Fonte: Elaborado pelo Autor

Tabela 10 - Orçamento Analítico: Rede de Distribuição

Item	Código	Descrição	Coef.	Unid.	Preço Unit. [R\$]	Tipo	Preço Total	
<b>01.</b>	<b>97126</b>	<b>ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PBA PARA REDE DE ÁGUA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017</b>		<b>M</b>				
01.01	20078	PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBOS E CONEXOES COM JUNTA ELASTICA (USO EM PVC, ACO, POLIETILENO E OUTROS) (DE *400* G)	0,0096	UN	25,13	Material	0,24	
01.02	88246	ASSENTADOR DE TUBOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0305	H	17,71	Mão de obra	0,54	
01.03	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0305	H	15,36	Mão de obra	0,47	
							Preço da mão de obra:	1,01
							Preço do material:	0,24
							Preço total:	1,25
<b>02.</b>	<b>-</b>	<b>FORNECIMENTO DE TUDO DE PVC 100 MM</b>		<b>M</b>	<b>52,72</b>			
02.01	9825	TUBO PVC DEFOFO, JEI, 1 MPA, DN 100 MM, PARA REDE DE ÁGUA (NBR 7665)	1	M	52,72	Material	52,72	
							Preço da mão de obra:	0,00
							Preço do material:	52,72
							Preço total:	52,72
<b>03.</b>	<b>97125</b>	<b>ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PBA PARA REDE DE ÁGUA, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017</b>		<b>M</b>				

Item	Código	Descrição	Coef.	Unid.	Preço Unit. [R\$]	Tipo	Preço Total
03.01	20078	PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBOS E CONEXOES COM JUNTA ELASTICA (USO EM PVC, ACO, POLIETILENO E OUTROS) (DE *400* G)	0,0075	UN	25,13	Material	0,19
03.02	88246	ASSENTADOR DE TUBOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0241	H	17,71	Mão de obra	0,43
03.03	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0241	H	15,36	Mão de obra	0,37
Preço da mão de obra:							0,80
Preço do material:							0,19
Preço total:							0,99
<b>04.</b>	<b>-</b>	<b>FORNECIMENTO DE TUDO DE PVC 75 MM</b>		<b>M</b>			
04.01	36373	TUBO PVC PBA JEI, CLASSE 12, DN 75 MM, PARA REDE DE ÁGUA (NBR 5647)	1	M	38,87	Material	38,87
Preço da mão de obra:							0,00
Preço do material:							38,87
Preço total:							38,87
<b>05.</b>	<b>97124</b>	<b>ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PBA PARA REDE DE ÁGUA, DN 50 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017</b>		<b>M</b>			
05.01	20078	PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBOS E CONEXOES COM JUNTA ELASTICA (USO EM PVC, ACO, POLIETILENO E OUTROS) (DE *400* G)	0,0043	UN	25,13	Material	0,11
05.02	88246	ASSENTADOR DE TUBOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0176	H	17,71	Mão de obra	0,31
05.03	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0176	H	15,36	Mão de obra	0,27

Item	Código	Descrição	Coef.	Unid.	Preço Unit. [R\$]	Tipo	Preço Total
						Preço da mão de obra:	0,58
						Preço do material:	0,11
						Preço total:	0,69
<b>06.</b>	-	<b>FORNECIMENTO DE TUDO DE PVC 50 MM</b>		<b>M</b>			
06.01	36084	TUBO PVC PBA JEI, CLASSE 12, DN 50 MM, PARA REDE DE ÁGUA (NBR 5647)	1	M	18,72	Material	18,72
						Preço da mão de obra:	0,00
						Preço do material:	18,72
						Preço total:	18,72
<b>07.</b>	-	<b>ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PARA REDE DE ÁGUA, DN 32 MM</b>		<b>M</b>			
07.01	20078	PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBOS E CONEXOES COM JUNTA ELASTICA (USO EM PVC, ACO, POLIETILENO E OUTROS) (DE *400* G)	0,0043	UN	25,13	Material	0,11
07.02	88246	ASSENTADOR DE TUBOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0176	H	17,71	Mão de obra	0,31
07.03	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0176	H	15,36	Mão de obra	0,27
						Preço da mão de obra:	0,58
						Preço do material:	0,11
						Preço total:	0,69
<b>08.</b>	-	<b>FORNECIMENTO DE TUDO DE PVC 32 MM</b>		<b>M</b>			
08.01	9869	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 32 MM, ÁGUA FRIA (NBR-5648)	1	M	10,10	Material	10,10
						Preço da mão de obra:	0,00
						Preço do material:	10,10
						Preço total:	10,10

Item	Código	Descrição	Coef.	Unid.	Preço Unit. [R\$]	Tipo	Preço Total
<b>09.</b>	-	<b>ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PARA REDE DE ÁGUA, DN 25 MM</b>		<b>M</b>			
09.01	20078	PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBOS E CONEXOES COM JUNTA ELASTICA (USO EM PVC, ACO, POLIETILENO E OUTROS) (DE *400* G)	0,0043	UN	25,13	Material	0,11
09.02	88246	ASSENTADOR DE TUBOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0176	H	17,71	Mão de obra	0,31
09.03	88316	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	0,0176	H	15,36	Mão de obra	0,27
Preço da mão de obra:							0,58
Preço do material:							0,11
Preço total:							0,69
<b>10.</b>	-	<b>FORNECIMENTO DE TUDO DE PVC 25 MM</b>		<b>M</b>			
10.01	9868	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 25 MM, ÁGUA FRIA (NBR-5648)	1	M	4,50	Material	4,50
Preço da mão de obra:							0,00
Preço do material:							4,50
Preço total:							4,50

Fonte: Elaborado pelo Autor

**ANEXO A - Boletim de Resultado de Análises 1ª Campanha****BOLETIM DE RESULTADOS DE ANÁLISES****Número: 188/2020****Número de Amostras: 02****Lote: 188/2020****INTERESSADO**

<b>INTERESSADO:</b>	GUILHERME ALMEIDA MARTINS
<b>ENDEREÇO:</b>	FAZENDA AGRO 3MIL I, BREJINHO DE NAZARÉ TO 255, KM 40
<b>CPF/CNPJ:</b>	87637685268
<b>FONE/FAX:</b>	63 991048119
<b>DATA DA COLETA:</b>	08/10/2020
<b>DATA DA ENTRADA:</b>	08/10/2020
<b>RESP.COLETA:</b>	GUILHERME ALMEIDA MARTINS

**PALMAS - TO  
OUTUBRO DE 2020**



## MÉTODO

Os parâmetros Físico-químicos e Microbiológicos foram analisados de acordo com a metodologia proposta no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - APHA (2005), conforme demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros analisados

PARÂMETROS		TÉCNICA	REFERÊNCIA
Temperatura (°C)		Potenciometria	APHA (2005)
Condutividade elétrica (µS/cm)		Potenciometria	APHA (2005)
Turbidez (NTU)		Nefelometria	APHA (2005)
Sólidos Totais Dissolvidos (PPM)		Potenciometria	APHA (2005)
Cor (Pt/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
pH (Escala)		Potenciometria	APHA (2005)
Cloro (mg/L)		Titulometria	APHA (2005)
Cloro livre (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Ferro (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Sulfato (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Manganês (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Dureza	Cálcio (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Magnésio (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Total (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
Alcalinidade	Carbonato (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Bicarbonato (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Total (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
Coliformes Termotolerantes Totais (NMP/100mL)		Colilert	APHA (2005)
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)		Colilert	APHA (2005)



## RESULTADOS

Tabela 2. Resultados obtidos

PARÂMETROS	Unidade	LQ <sup>(1)</sup>	RESULTADOS ANALÍTICOS		PRC N°5/2017 VMP <sup>(2)</sup>	
			P1	P2		
Temperatura	°C	10,0			*	
Condutividade elétrica	µS/cm	0,01	3,99	3,58	*	
Turbidez	NTU	0,01	3,40	4,56	5,00	
Sólidos Totais Dissolvidos	PPM	0,01	2,00	1,78	1000	
Cor Aparente	UC	3,0	6,00	7,00	15,00	
pH	Escala	-2,00	6,55	6,24	6,00 – 9,50	
Cloreto	mg/L	0,2	10,00	9,00	250,00	
Cloro livre	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	5,00	
Ferro	mg/L	0,02	0,14	0,12	0,30	
Manganês	mg/L	0,006	<0,006	0,008	0,10	
Sulfato	mg/L	2,0	<2,00	<2,00	250,00	
Dureza	Cálcio	mg/L	2,0	0,97	0,97	*
	Magnésio	mg/L	2,0	1,93	1,93	*
	Total	mg/L	2,0	2,90	2,90	500,00
Alcalinidade	Carbonato	mg/L	2,0	0,00	0,00	*
	Bicarbonato	mg/L	2,0	10,00	9,00	*
	Total	mg/L	2,0	10,00	9,00	*
Coliformes Totais	NMP/100mL	Ausente	Presente	Presente	Ausência em 100 mL	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Ausente	Presente	Presente	Ausência em 100 mL	

**NOTA:**


(1) Limite mínimo de quantificação do método

(2) VMP - Valor máximo permitido recomendado pela Portaria de Consolidação N°5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde - padrão Potabilidade.

\* A Portaria não estabelece limite máximo permitido

### Amostragem

O laboratório não se responsabiliza pela procedência da amostra

  
 Prof. Dr. Emerson Adriano Guarda  
 COORDENADOR DO LAPEQ

  
 Fabrício de O. Ramos  
 RESPONSÁVEL TÉCNICO  
 CRQ 1222001946

**ANEXO B - Boletim de Resultado de Análises 2ª Campanha****BOLETIM DE RESULTADOS DE ANÁLISES****Número: 019/2021****Número de Amostras: 02****Lote: 0192021****INTERESSADO**

<b>INTERESSADO:</b>	GUILHERME ALMEIDA MARTINS
<b>ENDEREÇO:</b>	FAZENDA AGRO 3MIL I, BREJINHO DE NAZARÉ TO 255, KM 40
<b>CPF/CNPJ:</b>	87637685268
<b>FONE/FAX:</b>	63 991048119
<b>DATA DA COLETA:</b>	03/02/2021
<b>DATA DA ENTRADA:</b>	03/02/2021
<b>RESP.COLETA:</b>	GUILHERME ALMEIDA MARTINS

**PALMAS - TO  
FEVEREIRO DE 2021**

## MÉTODO

Os parâmetros Físico-químicos e Microbiológicos foram analisados de acordo com a metodologia proposta no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - APHA (2005), conforme demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros analisados

PARÂMETROS		TÉCNICA	REFERÊNCIA
Temperatura (°C)		Potenciometria	APHA (2005)
Condutividade elétrica (µS/cm)		Potenciometria	APHA (2005)
Turbidez (NTU)		Nefelometria	APHA (2005)
Sólidos Totais Dissolvidos (PPM)		Potenciometria	APHA (2005)
Cor (Pt/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
pH (Escala)		Potenciometria	APHA (2005)
Cloreto (mg/L)		Titulometria	APHA (2005)
Cloro livre (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Ferro (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Sulfato (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Dureza	Cálcio (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Magnésio (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Total (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
Alcalinidade	Carbonato (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Bicarbonato (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Total (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
Coliformes Termotolerantes Totais (NMP/100mL)		Colilert	APHA (2005)
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)		Colilert	APHA (2005)

## RESULTADOS

Tabela 2. Resultados obtidos

PARÂMETROS	Unidade	LQ <sup>(1)</sup>	RESULTADOS ANALÍTICOS		PRC N°5/2017 VMP <sup>(2)</sup>	
			P1	P2		
Temperatura	°C	10,0	25,3	25,5	*	
Condutividade elétrica	µS/cm	0,01	6,22	6,69	*	
Turbidez	NTU	0,01	2,98	2,20	5,00	
Sólidos Totais Dissolvidos	PPM	0,01	3,11	3,34	1000	
Cor Aparente	UC	3,0	7,00	8,00	15,00	
pH	Escala	-2,00	6,76	6,80	6,00 – 9,50	
Cloreto	mg/L	0,2	8,53	9,42	250,00	
Cloro livre	mg/L	0,02	0,08	0,06	5,00	
Ferro	mg/L	0,02	0,16	0,20	0,30	
Sulfato	mg/L	2,0	<2,00	<2,00	250,00	
Dureza	Cálcio	mg/L	2,0	1,80	*	
	Magnésio	mg/L	2,0	4,50	*	
	Total	mg/L	2,0	6,29	3,60	500,00
Alcalinidade	Carbonato	mg/L	2,0	0,00	*	
	Bicarbonato	mg/L	2,0	7,00	8,00	*
	Total	mg/L	2,0	7,00	8,00	*
Coliformes Totais	NMP/100mL	Ausente	Presente	Presente	Ausência em 100 mL	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Ausente	Presente	Presente	Ausência em 100 mL	

**NOTA:**

(1) Limite mínimo de quantificação do método

(2) VMP - Valor máximo permitido recomendado pela Portaria de Consolidação N°5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde - padrão Potabilidade.

\* A Portaria não estabelece limite máximo permitido

### Amostragem

O laboratório não se responsabiliza pela procedência da amostra

  
 Prof. Dr. Emerson Adriano Guarda  
 COORDENADOR DO LAPEQ

  
 Fabrício de O. Ramos  
 RESPONSÁVEL TÉCNICO  
 CRQ 1222001946

**ANEXO C - Boletim de Resultado de Análises 3ª Campanha****BOLETIM DE RESULTADOS DE ANÁLISES****Número: 079/2021****Número de Amostras: 02****Lote: 079/2021****INTERESSADO**

<b>INTERESSADO:</b>	GUILHERME ALMEIDA MARTINS
<b>ENDEREÇO:</b>	FAZENDA AGRO 3MIL I, BREJINHO DE NAZARÉ TO 255, KM 40
<b>CPF/CNPJ:</b>	87637685268
<b>FONE/FAX:</b>	63 991048119
<b>DATA DA COLETA:</b>	19/04/2021
<b>DATA DA ENTRADA:</b>	19/04/2021
<b>RESP.COLETA:</b>	GUILHERME ALMEIDA MARTINS

**PALMAS - TO  
ABRIL DE 2021**

## MÉTODO

Os parâmetros Físico-químicos e Microbiológicos foram analisados de acordo com a metodologia proposta no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - APHA (2005), conforme demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros analisados

PARÂMETROS		TÉCNICA	REFERÊNCIA
Temperatura (°C)		Potenciometria	APHA (2005)
Condutividade elétrica (µS/cm)		Potenciometria	APHA (2005)
Turbidez (NTU)		Nefelometria	APHA (2005)
Sólidos Totais Dissolvidos (PPM)		Potenciometria	APHA (2005)
Cor (Pt/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
pH (Escala)		Potenciometria	APHA (2005)
Cloro (mg/L)		Titulometria	APHA (2005)
Cloro livre (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Ferro (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Sulfato (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Manganês (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Dureza	Cálcio (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Magnésio (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Total (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
Alcalinidade	Carbonato (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Bicarbonato (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Total (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
Coliformes Termotolerantes Totais (NMP/100mL)		Colilert	APHA (2005)
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)		Colilert	APHA (2005)



## RESULTADOS

Tabela 2. Resultados obtidos

PARÂMETROS	Unidade	LQ <sup>(1)</sup>	RESULTADOS ANALÍTICOS		PRC N°5/2017 VMP <sup>(2)</sup>	
			P1	P2		
Temperatura	°C	10,0	28,8	28,9	*	
Condutividade elétrica	µS/cm	0,01	5,64	5,56	*	
Turbidez	NTU	0,01	4,38	2,17	5,00	
Sólidos Totais Dissolvidos	PPM	0,01	2,81	2,78	1000	
Cor Aparente	UC	3,0	8,00	6,00	15,00	
pH	Escala	-2,00	6,60	6,53	6,00 – 9,50	
Cloreto	mg/L	0,2	6,28	5,83	250,00	
Cloro livre	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	5,00	
Ferro	mg/L	0,02	0,28	0,13	0,30	
Manganês	mg/L	0,0010	0,0142	0,0014	0,10	
Sulfato	mg/L	2,0	<2,00	<2,00	250,00	
Dureza	Cálcio	mg/L	2,0	1,80	*	
	Magnésio	mg/L	2,0	3,60	*	
	Total	mg/L	2,0	5,39	5,39	500,00
Alcalinidade	Carbonato	mg/L	2,0	0,00	*	
	Bicarbonato	mg/L	2,0	6,00	6,00	*
	Total	mg/L	2,0	6,00	6,00	*
Coliformes Totais	NMP/100mL	Ausente	Presente	Presente	Ausência em 100 mL	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Ausente	Presente	Presente	Ausência em 100 mL	

**NOTA:**

(1) Limite mínimo de quantificação do método

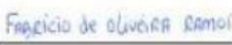
(2) VMP - Valor máximo permitido recomendado pela Portaria de Consolidação N°5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde - padrão Potabilidade.

\* A Portaria não estabelece limite máximo permitido

### Amostragem

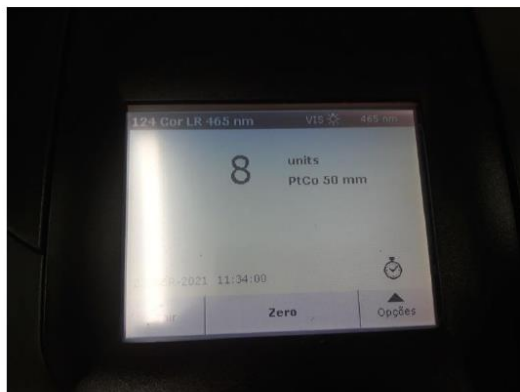
**O laboratório não se responsabiliza pela procedência da amostra**

  
 Prof. Dr. Emerson Adriano Guarda  
 COORDENADOR DO LAPEQ

  
 Fabricio de O. Ramos  
 RESPONSÁVEL TÉCNICO  
 CRQ 1222001946

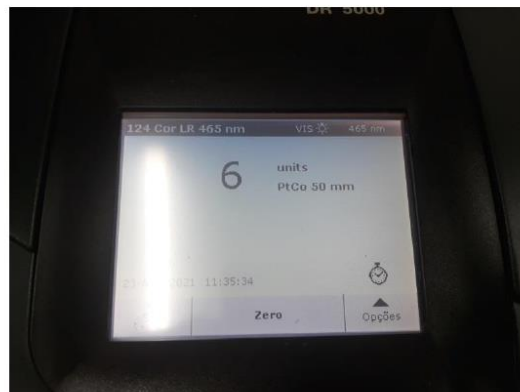
## ANEXO

Fotografia 01- Cor aparente do ponto amostral P1



Fonte: Autor (2021)

Fotografia 02- Cor aparente do ponto amostral P2



Fonte: Autor (2021)

Fotografia 03- Sólidos Totais Dissolvido do ponto amostral P1



Fonte: Autor (2021)

Fotografia 04- pH do ponto amostral P2



Fonte: Autor (2021)

Fotografia 05- Condutividade elétrica do ponto amostral P2



Fonte: Autor (2021)

Fotografia 06- Turbidez do ponto amostral P2



Fonte: Autor (2021)

**ANEXO D - Boletim de Resultado de Análises 4ª Campanha**

**LAUDO DE RESULTADOS DE ANÁLISES**  
**Número: 143/2021**  
**Número de amostras: 01**  
**Lote: 143/2021**

**INTERESSADO**

**INTERESSADO:** GUILHERME ALMEIDA MARTINS  
**CNPJ/CPF:** 876.376.852-68  
**ENDEREÇO:** FAZENDA AGRO 3 MIL, BREJINHO DE NAZARÉ TO 255,  
KM 40.  
**FONE/FAX:** 63 991048119  
**DATA COLETA:** 04/07/2021  
**DATA ENTRADA:** 05/07/2021  
**RESP. COLETA:** GUILHERME ALMEIDA MARTINS

**PALMAS – TO**  
**JULHO DE 2021**


LAPEQ - Laboratório de Pesquisa em Química Ambiental e Biocombustível UFT  
Quadra 109 Norte, Avenida NS-15, ALCNO-14 Plano Diretor Norte | 77001-090 | Palmas/TO  
Tel: 32294516 - E-mail: lapeq@uft.edu.br

## MÉTODO

Os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos foram analisados de acordo com a metodologia proposta no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - APHA (2005), conforme demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros analisados.

PARÂMETROS		TÉCNICA	REFERÊNCIA
Temperatura (°C)		Medida Direta	APHA (2005)
Condutividade elétrica (µS/cm)		Potenciometria	APHA (2005)
Turbidez (NTU)		Nefelometria	APHA (2005)
Sólidos Totais Dissolvidos (PPM)		Potenciometria	APHA (2005)
Cor (uH)		Espectrofotometria	APHA (2005)
pH (Escala)		Potenciometria	APHA (2005)
Cloreto (mg/L)		Titulometria	APHA (2005)
Cloro livre (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Ferro (mg/L)		ICP-AES	APHA (2005)
Manganês (mg/L)		ICP-AES	APHA (2005)
Sulfato (mg/L)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Dureza	Cálcio (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Magnésio (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Total (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
Alcalinidade	Carbonato (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Bicarbonato (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
	Total (mg/L)	Titulometria	APHA (2005)
Coliformes Termotolerantes Totais (NMP/100mL)		Colilert	APHA (2005)
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)		Colilert	APHA (2005)

  
Prof. Dr. Emerson Adriano Guarda  
COORDENADOR DO LAPEQ

  
Fabricio de O. Ramos  
RESPONSÁVEL TÉCNICO  
CRQ 1222001946