

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM  
ENGENHARIA HÍDRICA

ELEONÁRA RAMOS REIS

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE PEQUENO PORTE  
COM ENFOQUE NA QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA: ESTUDO DE  
CASO DA CIDADE DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS/MG**

ITAJUBÁ  
2022

ELEONÁRA RAMOS REIS

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE PEQUENO PORTE  
COM ENFOQUE NA QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA: ESTUDO DE  
CASO DA CIDADE DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS/MG**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hídrica da Universidade Federal de Itajubá como parte dos requisitos para obtenção de título de Mestre em Engenharia Hídrica.

Área de Concentração: Gestão de Recursos Hídricos

Orientadores:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Márcia Viana Lisboa Martins

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Rita Raimundo e Almeida

**ITAJUBÁ**

**2022**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus que me iluminou nesta caminhada e sem a sua ajuda e seu agir nada seria possível e eu não teria capacidade para estar aqui, pois Ele se fez presente em todos os meus momentos, dando-me força, saúde e sabedoria para alcançar meus objetivos, dando-me vitória. Te agradeço por me amar e cuidar de mim.

Aos meus pais, Ana Maria Reis e Antônio Airton dos Reis, e meu irmão, Émerson, que sempre me amaram e me disseram que eu poderia ser o que eu quisesse. Agradeço por todas as vezes que me mostraram que não fazemos só o que é bom na vida e assim me ensinaram que temos que enfrentar os caminhos que nos parecem difíceis e assim ter persistência. Amo vocês!

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Márcia, e minha coorientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Rita, que me ajudaram em todos os momentos que necessitei para o desenvolvimento desta pesquisa, pela paciência, dedicação e por compartilharem seus ensinamentos, acreditando no meu trabalho.

Por fim, aos amigos que fizeram parte desta caminhada ao meu lado e a todos que de alguma maneira torceram por mim.

MUITO OBRIGADA!

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Temas que precisam ser abordados em um diagnóstico técnico participativo ...	23
Figura 2 - Índice de atendimento urbano de água potável por região do Brasil.....	26
Figura 3 - Unidades do sistema de abastecimento de água .....	27
Figura 4 - Técnicas mais usuais de tratamento de água para abastecimento público.....	33
Figura 5 - Tipos de redes de distribuição de água .....	39
Figura 6 - Índice de perdas de água na distribuição .....	42
Figura 7 - Ciclo Anual do SNIS .....	49
Figura 8 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa.....	53
Figura 9 - Material de divulgação convidando a população para participar da pesquisa ....	60
Figura 10 - Localização do Município de Conceição das Pedras/MG .....	69
Figura 11 - Bairros do perímetro urbano de Conceição das Pedras/MG.....	70
Figura 12 – Bacia hidrográfica do Rio Sapucaí.....	71
Figura 13 - Mapa de altitude de Conceição das Pedras.....	72
Figura 14 - Ocupação do solo de Conceição das Pedras no ano de 2020.....	72
Figura 15 - Índice de umidade de Conceição das Pedras .....	73
Figura 16 - Zona Climática de Conceição das Pedras .....	74
Figura 17 - Bioma de Conceição das Pedras .....	75
Figura 18 - Tipo de fitofisionomia vegetal de Conceição das Pedras .....	75
Figura 19 - Número médio de internações causadas por diarreia em Conceição das Pedras, no estado de Minas Gerais e no Brasil .....	76
Figura 20 - PIB per capita do município no período de 2010 a 2019.....	77
Figura 21 - Porcentagem de respostas em relação aos bairros e gêneros .....	83
Figura 22 - Porcentagem de respostas em relação ao tempo de residência no município...	83
Figura 23 - Porcentagem de respostas em relação à frequência na interrupção do fornecimento de água.....	83
Figura 24 - Porcentagem de respostas em relação a frequência na interrupção do fornecimento de água por bairro.....	84
Figura 25 - Porcentagem de respostas em relação ao tempo para atender os problemas no abastecimento de água .....	84
Figura 26 - Porcentagem de respostas em relação ao tempo para atender os problemas no abastecimento de água por bairro .....	85

Figura 27 - Porcentagem de respostas em relação a pressão da água que vem da rua .....	86
Figura 28 - Porcentagem de respostas em relação a água apresentar sabor ou odor desagradável .....	87
Figura 29 - Porcentagem de respostas em relação a água apresentar alguma cor .....	87
Figura 30 - Porcentagem de respostas em relação qual a cor que a água apresenta.....	88
Figura 31 - Porcentagem de respostas em relação a frequência de limpeza da caixa de água do imóvel.....	89
Figura 32 - Porcentagem de respostas em relação a ingestão de água diretamente da torneira.....	90
Figura 33 - Porcentagem de respostas em relação a qualidade da água .....	90
Figura 34 - Porcentagem de respostas em relação a disposição da população a pagar pelo tratamento de água.....	91
Figura 35 - Nuvem das palavras mais mencionadas nos comentários pelos respondentes .	92
Figura 36 - Unidades do sistema de abastecimento de água de Conceição das Pedras.....	93
Figura 37 - Localização da sub-bacia e do ponto de captação no córrego Boa Vista .....	94
Figura 38 - Captação no córrego Boa Vista .....	95
Figura 39 - Localização da sub-bacia e do ponto de captação no córrego Grota .....	96
Figura 40 - Local onde foi implantado o ponto de captação no córrego Grota.....	97
Figura 41 - Captação Superficial no Bairro Grota e estação elevatória .....	98
Figura 42 - Unidades da estação de tratamento de água de Conceição das Pedras .....	99
Figura 43 - ETA em condições precárias de manutenção .....	99
Figura 44 - Sala de dosagem de produtos químicos .....	101
Figura 45 - Nova estação de tratamento de água.....	103
Figura 46 - Localização da ETA, dos reservatórios, e esquema do fluxo de água da rede de distribuição do sistema de abastecimento de água de Conceição das Pedras.....	104
Figura 47 - Reservatórios localizados na ETA.....	105
Figura 48 - Laboratório.....	109
Figura 49 - Projeção da população total de Conceição das Pedras, pelos métodos aritmético e geométrico, para o período de 1991 a 2010.....	113
Figura 50 - Projeção da população urbana de Conceição das Pedras, utilizando as projeções aritmética e geométrica, para o período de 1991 a 2010.....	113
Figura 51 - Projeção do consumo per capita de água de Conceição das Pedras .....	119

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de tratamento de acordo com a classificação das águas.....	33
Quadro 2 - Indicador econômico-financeiros e administrativos, operacionais e de qualidade .....	56
Quadro 3 - Informações sobre a Política Municipal de Saneamento Básico, Plano Municipal de Saneamento Básico, Conselho Municipal de Saneamento Básico, Fundo Municipal de Saneamento Básico e população dos municípios limítrofes de Conceição das Pedras .....	81
Quadro 4 - Número mínimo de amostras e frequência para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e bacteriológicas, em função do ponto de amostragem.....	110
Quadro 5 - Fragilidades do sistema urbano de abastecimento de água de Conceição das Pedras .....	121
Quadro 6 - Programas e ações propostos para o SAA de Conceição das Pedras .....	127

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados dos censos demográficos (1991 - 2010) – Conceição das Pedras/MG ...	63
Tabela 2 - Projeção populacional de Conceição das Pedras de 2009 a 2020, segundo a Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações.....	65
Tabela 3 - Projeção populacional total e urbana de Conceição das Pedras, no ano de 2021. ....	66
Tabela 4 - Respostas descartadas do formulário .....	82
Tabela 5 - Projeção populacional total de Conceição das Pedras, realizada pela Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e obtida pelas projeções aritmética e geométrica, para o período de 2009 até 2020.....	114
Tabela 6 - Projeção populacional total e urbana de Conceição das Pedras, utilizando projeção aritmética, geométrica e dados do IBGE, para o ano de 2021 .....	115
Tabela 7 - Projeção da população urbana de Conceição das Pedras, utilizando projeção aritmética, para o período de 2022 até 2042.....	115
Tabela 8 - Consumo per capita e tarifa média de água dos municípios limítrofes de Conceição das Pedras .....	118
Tabela 9 - Índice de consumo per capita de água de Conceição das Pedras .....	118
Tabela 10 - Estimativa da demanda por água potável considerando a projeção da taxa de consumo per capita .....	120
Tabela 11 - Análise da reservação e demanda do tratamento da água no final do plano (2042) .....	120

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 .....	56
Equação 2 .....	56
Equação 3 .....	56
Equação 4 .....	56
Equação 5 .....	56
Equação 6 .....	56
Equação 7 .....	56
Equação 8 .....	57
Equação 9 .....	57
Equação 10 .....	57
Equação 11 .....	57
Equação 12 .....	57
Equação 13 .....	57
Equação 14 .....	57
Equação 15 .....	57
Equação 16 .....	57
Equação 17 .....	58
Equação 18 .....	64
Equação 19 .....	64
Equação 20 .....	64
Equação 21 .....	64
Equação 22 .....	64
Equação 23 .....	64
Equação 24 .....	64
Equação 25 .....	64
Equação 26 .....	66
Equação 27 .....	66
Equação 28 .....	66
Equação 29 .....	66
Equação 30 .....	112
Equação 31 .....	112

Equação 32 .....	112
Equação 33 .....	112

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADEMA	Associação de Defesa ao Meio Ambiente
APP	Áreas de Proteção Permanente
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
Cfb	Clima Oceânico Temperado
CISMAS	Consórcio Intermunicipal de Saúde dos Municípios da Microrregião do Alto Sapucaí
COA	Carbono Orgânico Assimilável
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COMSAB	Conselho Municipal de Saneamento Básico
CV	Cavalos
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
<i>et al.</i>	Entre outros
etc.	E outras coisas
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FMSB	Fundo Municipal de Saneamento Básico
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GM/MS	Gabinete do Ministro/Ministério da Saúde
GPS	<i>Global Positioning System</i>
ha	Hectare
hab./km <sup>2</sup>	Habitante por quilômetro quadrado
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE-SISEMA	Infraestrutura de dados espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas gerais
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IHU	Instituto Humanitas Unisinos
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IN005	Tarifa Média de Água
IN009	Índice de Hidrometração
IN010	Índice de micromedição do volume disponibilizado para distribuição
IN013	Índice de Perdas Faturamento
IN022	Consumo Médio Per Capita De Água
IN023	Índice de Atendimento Urbano de Água
IN049	Índice de Perdas na Distribuição
IN050	Índice bruto de perdas lineares
IN051	Índice de Perdas por Ligação
IN055	Índice de Atendimento Total de Água
IN072	Duração média das paralisações
IN074	Duração média das intermitências
IN075	Incidência das análises de cloro residual fora do padrão
IN076	Incidência das análises de turbidez fora do padrão
IN079	Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual
IN080	Índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez
IN084	Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão
IN085	Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IWA	<i>International Water Association</i>
Kg	Quilo
kPa	Quilo Pascal
Km	Quilômetro
km <sup>2</sup>	Quilômetro quadrado
LMAS	Laboratório Microrregional do Alto Sapucaí
L	Litro
L/h	Litros por hora
L/lig./dia	Litros por ligação por dia
L/hab.dia	Litros por habitantes por dia
L/s	Litros por segundo

m	Metro
m.c.a	Metros de coluna d'água
MG	Minas Gérias
mg/L	Miligrama por litro
Mm	Milímetro
mm/ano	Milímetro por ano
m/s	Metros por segundo
m <sup>3</sup> /dia	Metros Cúbicos por dia
m <sup>3</sup> /h	Metros Cúbicos por Hora
NBR	Norma Brasileira
NEIRU	Núcleo Estratégico Interdisciplinar em Resiliência Urbana
N.S.	Nossa Senhora
n°	Número
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
pH	Potencial de Hidrogênio
PIB	Produto Interno Bruto
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PM	Prefeitura Municipal
PMCP	Prefeitura Municipal de Conceição das Pedras
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PVC	Policloreto de Vinilo
Q95	Vazão presente no rio durante, pelo menos, 95% do tempo
RCLE	Registro de Consentimento Livre e Esclarecido
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SAA	Sistema de abastecimento de Água
SAAE	Serviço de Abastecimento de água e Esgoto
SEMAD	Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNS	Secretária Nacional de Saneamento
SUS	Sistema Único de Saúde

TI	Tecnologia da Informação
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
WHO	<i>World Health Organization</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\text{Al}_2\text{SO}_4$	sulfato de alumínio
$\text{Ca}(\text{ClO})_2$	hipoclorito de cálcio
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	carbonato de sódio
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
R\$	Reais
$\text{R}\$/\text{m}^3$	Reais por Metro Cúbico
%	Porcentagem
XII	Doze
XIII	Treze

## RESUMO

Em municípios de pequeno porte, o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) tem grandes desafios, pois, na maioria das vezes, há falta de recursos financeiros e pouca qualificação profissional para operar o sistema. Este trabalho objetiva avaliar o sistema de abastecimento de água de um município de pequeno porte, com foco na qualidade da água distribuída, e propor melhorias, tendo como estudo de caso o município de Conceição das Pedras/MG. Para tanto, foi realizado levantamento de informações por meio de dados técnicos, visitas a campo, indicadores do SNIS e percepção dos usuários. Após a coleta, todas as informações foram analisadas para obter o diagnóstico técnico-participativo do SAA em questão. No diagnóstico, foram identificadas algumas fragilidades, como alto índice de consumo per capita, falta de micro e macromedição e problemas nas análises da qualidade da água. Frente às fragilidades, as propostas melhorias para o sistema envolveram quatro programas (Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, Redução do Consumo de Água, Melhorias na Qualidade da Água e Gestão Ambiental) e para cada um deles foram elencadas ações de curto, médio e longo prazo. É importante que os programas e ações sejam implementados para garantir um SAA mais eficiente e de qualidade.

Palavras-chave: Diagnóstico. Abastecimento de Água. Tratamento. Qualidade da água. Percepção dos Usuários.

## **ABSTRACT**

In small municipalities, the Water Supply System (WSS) has great challenges, as, in most cases, there is a lack of financial resources and little professional qualification to operate the system. This work aims to evaluate the water supply system of a small municipality, focusing on the quality of the water distributed, and to propose improvements, having as a case study the municipality of Conceição das Pedras/MG. To this end, information was collected through technical data, field visits, SNIS indicators and users' perception. After collection, all information was analyzed to obtain the technical-participative diagnosis of the WSS in question. In the diagnosis, some weaknesses were identified, such as a high rate of per capita consumption, lack of micro and macro measurement and problems in the analysis of water quality. In view of the weaknesses, the proposed improvements to the system involved four programs (Elaboration of the Municipal Basic Sanitation Plan, Water Consumption Reduction, Improvements in Water Quality and Environmental Management) and for each of them short, medium and long term. It is important that programs and actions are implemented to ensure a more efficient and quality WSS.

**Keywords:** Diagnosis. Water supply. Treatment. Water quality. Users' Perception.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Saneamento Básico e Legislação Federal Correlata.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Sistema de Abastecimento de Água.....</b>	<b>25</b>
3.2.1	Manancial .....	27
3.2.2	Captação .....	29
3.2.3	Adução .....	31
3.2.4	Estação de Tratamento de Água .....	32
3.2.5	Reservatórios .....	37
3.2.6	Rede de Distribuição.....	39
<b>3.3</b>	<b>Perdas de Água .....</b>	<b>42</b>
<b>3.4</b>	<b>Micromedição.....</b>	<b>44</b>
<b>3.5</b>	<b>Qualidade da Água .....</b>	<b>45</b>
<b>3.6</b>	<b>Indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.....</b>	<b>48</b>
<b>3.7</b>	<b>Percepção dos Usuários.....</b>	<b>51</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização do Município de Conceição das Pedras .....</b>	<b>53</b>
<b>4.2</b>	<b>Levantamento de dados do Sistema de Abastecimento de Água.....</b>	<b>55</b>
4.2.1	Dados técnicos .....	55
4.2.2	Visita a Campo .....	55
4.2.3	Indicadores do SNIS .....	55
4.2.4	Percepção dos Usuários .....	58
<b>4.3</b>	<b>Diagnóstico Técnico-Participativo .....</b>	<b>61</b>

4.3.1	Projeção Populacional .....	63
4.3.2	Demanda de Água.....	66
<b>4.4</b>	<b>Proposição de Melhorias .....</b>	<b>68</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>69</b>
<b>5.1</b>	<b>Caracterização do Município de Conceição das Pedras .....</b>	<b>69</b>
5.1.1	Caracterização Territorial .....	69
5.1.2	Caracterização Física .....	70
5.1.3	Turismo.....	76
5.1.4	Saúde dos Municípes .....	76
5.1.5	Economia .....	77
5.1.6	Infraestrutura de Saneamento .....	78
5.1.7	Plano Diretor e Plano Municipal de Saneamento Básico .....	80
<b>5.2.</b>	<b>Levantamento de Dados do Sistema de Abastecimento de Água .....</b>	<b>81</b>
5.2.1	Dados Técnicos, Visita a Campo e Indicadores do SNIS.....	81
5.2.2	Percepção dos Usuários .....	81
<b>5.3.</b>	<b>Diagnóstico Técnico-Participativo .....</b>	<b>93</b>
5.3.1	Captação .....	93
5.3.2	Estação de Tratamento de Água .....	98
5.3.3	Reservatórios .....	103
5.3.4	Rede de Distribuição.....	106
5.3.5	Qualidade da Água .....	108
5.3.6	Projeção Populacional .....	112
5.3.7	Demanda de Água.....	116
<b>5.4.</b>	<b>Proposição de Melhorias .....</b>	<b>121</b>
5.4.1	Programa de Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico .....	122
5.4.2	Programa de Redução do Consumo de Água .....	122
5.4.3	Programa de Melhorias na Qualidade da Água .....	123

5.4.4	Programa de Gestão Ambiental .....	126
5.4.5	Resumo dos Programas e Ações Propostos .....	127
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>130</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>132</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>149</b>
	<b>Apêndice A: Formulário aplicado aos Usuários .....</b>	<b>149</b>
	<b>Apêndice B: Material de Divulgação .....</b>	<b>155</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>156</b>
	<b>Anexo A: Parecer consubstancial do CEP .....</b>	<b>156</b>
	<b>Anexo B: Informações sobre o SAA.....</b>	<b>159</b>
	<b>Anexo C: Taxa inclusa no IPTU do município de Conceição das Pedras sob os serviços de saneamento básico.....</b>	<b>175</b>
	<b>Anexo D: Relatório de análises de água realizado pelo CISMAS .....</b>	<b>176</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O saneamento é composto por um conjunto de serviços que objetivam preservar ou modificar a situação do meio ambiente, tendo como finalidade melhorias na qualidade de vida, na saúde e no desenvolvimento da sociedade (HELLER; PÁDUA, 2010).

Um dos componentes do saneamento é o Sistema de Abastecimento de Água (SAA), o qual objetiva fornecer água potável em quantidade, qualidade e pressão adequada para a população (BRASIL, 2007). Como o uso da água é algo indispensável na vida das pessoas, a mesma deve ser tratada adequadamente, proporcionando vários benefícios como o controle e a prevenção de doenças, a implantação de hábitos higiênicos na população, facilidade para a limpeza pública e práticas esportivas, o conforto e a segurança, o aumento da expectativa de vida da população, a facilitação para a instalação de indústrias, entre outros.

Oliveira (2016) questiona que mesmo os SAA tendo mais atenção do que os outros componentes do saneamento, por parte dos órgãos gestores e fiscalizadores, não há garantias que esses sistemas sejam satisfatórios para a população. Ainda, surgem outros questionamentos sobre os SAA como o grau em que contribuem para a qualidade ambiental, se são dimensionados corretamente e se estão preparados para as situações advindas do estresse hídrico. Neste contexto, são importantes, trabalhos que avaliem o funcionamento destes sistemas.

Para auxiliar nas respostas dessas perguntas podem ser usados indicadores, os quais possibilitam o diagnóstico e a avaliação dos sistemas de abastecimento de água. Ainda, de acordo com Nnaji *et al.* (2013), uma das ferramentas utilizadas para a avaliação do SAA é a percepção dos usuários, que consegue mostrar a satisfação da população em relação ao sistema e, com isso, influenciar os responsáveis pela tomada de decisão sobre melhorias no sistema. Por meio da metodologia de avaliação do sistema a partir da percepção de seus usuários pode-se identificar suas falhas e problemas na qualidade da água distribuída. Sendo assim, a percepção, em conjunto com as ações de melhorias realizadas pelos responsáveis pelo sistema são imprescindíveis à gestão, ao planejamento e à credibilidade do sistema (GONÇALVES; FERNANDES; GIRARD, 2015).

Para entender a situação do serviço de abastecimento de água no país, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, em seu Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2020 (SNIS 2021a), apresenta que o serviço de abastecimento é de

responsabilidade de 1.354 prestadoras de serviços. Desse total, 735 são Administração Direta (Órgão da prefeitura), ou seja, a maioria dos serviços é gerenciada diretamente pelas prefeituras (SNIS, 2021a). As prefeituras que são responsáveis pelos serviços de abastecimento, em sua maioria são em municípios de pequeno porte (população inferior a 50.000 habitantes) e com um escasso potencial econômico, isso pode representar um problema para assegurar a oferta e qualidade de água para a população (ROSA, 2015).

Conceição das Pedras é uma pequena cidade do Sul de Minas Gerais, onde o sistema de abastecimento de água é gerenciado pela prefeitura e abrange somente o perímetro urbano, onde há várias reclamações dos usuários em relação a qualidade da água fornecida. Quando se trata de cidades de pequeno porte, como Conceição das Pedras, os desafios são grandes, pois, muitas vezes, há indisponibilidades de recursos financeiros e pouca qualificação profissional (COSTA, 2016).

Diante disto, o presente estudo visa avaliar um sistema de abastecimento de água de pequeno porte, utilizando como estudo de caso o SAA do município de Conceição das Pedras/MG e, a partir do diagnóstico da situação e da avaliação da percepção da população em relação ao sistema de abastecimento do município propor alternativas para melhoria deste sistema, principalmente em relação à qualidade da água fornecida.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Caracterizar o sistema de abastecimento de água de um município de pequeno porte, com foco na qualidade da água distribuída, e propor melhorias, tendo como estudo de caso o município de Conceição das Pedras/MG.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar o diagnóstico do sistema de abastecimento do município quanto aos indicadores disponíveis, à percepção da população e caracterização *in loco* da área de estudo.
- Realizar o prognóstico técnico-participativo do sistema de abastecimento de água do município, quanto às projeções futuras;
- Propor programas de metas e ações para melhoria do sistema de abastecimento de água.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Saneamento Básico e Legislação Federal Correlata**

Para propiciar melhores condições para gestão dos serviços de saneamento, foi criada a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei Federal nº 14.006/2020, que estabelece as diretrizes do saneamento básico no Brasil. De acordo com o artigo 3º desta lei, saneamento básico é composto por serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais (BRASIL, 2007).

A referida legislação traz que o saneamento básico é responsável pelo abastecimento de água potável, relacionando com seus serviços, desde a captação da água até as ligações prediais e equipamentos de medição; a lei descreve, ainda, uma lista dos princípios fundamentais dos serviços públicos de saneamento e, entre eles, está o direito universal de acesso a todo cidadão (BRASIL, 2007).

Com o objetivo de melhorar a gestão dos serviços de saneamento, o artigo 9º da Lei Federal nº 11.445/2007 apresenta as principais atividades que devem ser realizadas pelo titular dos serviços saneamento, sendo elas: a delegação, a organização, a regulação, a fiscalização, a prestação dos serviços de saneamento básico, a elaboração do Planos Municipal de Saneamento Básico (PMSB), a adoção de parâmetros para a garantia do atendimento essencial à saúde pública, a fixação dos direitos e dos deveres dos usuários, além do estabelecimento de mecanismos de controle social (BRASIL, 2007).

Conforme a mencionada lei, para elaboração do PMSB é necessário estabelecer mecanismos para que haja participação social em todas as etapas; realizar o diagnóstico da situação atual das condições do saneamento básico; definir seus impactos nas condições de vida da população; determinar objetivos e metas de curto, médio e longo prazo; propor ações e programas para atingir os objetivos e as metas; e programar fisicamente, financeiramente e institucionalmente para a implantação das intervenções e programação da revisão e atualização (BRASIL, 2007).

Um dos requisitos mínimos para a elaboração de um PMSB é o diagnóstico técnico-participativo, onde é realizado o levantamento da situação do saneamento básico local e de seus impactos nas condições de vida da população. Para isso, devem ser

analisados indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos (BRASIL, 2007).

Segundo o Ministério das Cidades (BRASIL, 2018), ao se elaborar o diagnóstico é necessário compreender a geomorfologia, população, saneamento, qualidade ambiental, entre outros aspectos do local a ser estudado (Figura 1). O diagnóstico técnico participativo é o cruzamento de dados técnicos com as demandas sociais, ou seja, informações qualitativas e quantitativas.

Figura 1 - Temas que precisam ser abordados em um diagnóstico técnico participativo



FONTE: Adaptado de Brasil (2018)

Em 17 de setembro de 2013, passou a vigorar a Lei Federal nº 12.862 que acrescenta ao artigo 48 da Lei Federal nº 11.445/2007 os incisos XII e XIII, que incentivam os órgãos públicos a adotar medidas que estimulem o consumo consciente da população, a utilização de equipamentos que economizem água e a promoção da educação ambiental voltada para a economia de água pelos usuários (BRASIL, 2013).

Já a Lei Federal nº 14.026/2020 trata da atualização do marco legal do saneamento básico e tem como objetivo principal a universalização e a qualificação dos serviços prestados no setor (BRASIL, 2020b). A lei incentiva o progresso em relação a investimentos e melhoria dos serviços de água e esgoto. Alguns pontos que o novo marco traz são: a inclusão de metas nos contratos de prestação de serviços garantindo que 99% da população brasileira tenha acesso à água potável até 31 de dezembro de 2033; a Agência Nacional de Águas, agora denominada de Agência Nacional de Água e Saneamento, passa a ser reguladora do setor; e pequenos municípios poderão se juntar em blocos para contratar os serviços de saneamento básico (BRASIL, 2020b).

Assim, um dos princípios da atualização do marco legal é a regionalização da prestação dos serviços, colaborando para a viabilidade técnica e econômico-financeira, ganhos de escala, o aumento da eficiência e a universalização dos serviços (BRASIL, 2020b). A estrutura da regionalização é detalhada em três modalidades: 1. Região metropolitana, aglomeração urbana ou microrregião, instituída pelos Estados mediante lei complementar; 2. Unidade regional de saneamento básico, instituída pelos Estados mediante lei ordinária; e 3. Bloco de referência, ou seja, agrupamento de municípios não necessariamente limítrofes e criado por meio de gestão associada voluntária dos titulares (BRASIL, 2020b).

Segundo Marques, Cançado e Souza (2021) para se alcançar a regionalização são necessários estudos técnicos científicos e uma gestão eficiente que planeje a longo prazo, sendo que não se deve focar somente no lucro a curto e médio prazo; também se faz necessário que o município seja responsável pela construção institucional da regionalização, criando regras e fiscalização, ao invés de deixar a cargo da União e Estados. Os mesmos autores ainda mencionam que a atualização do marco legal colabora com os ganhos no setor de saneamento, padronizando as regras e estabelecendo uma estrutura de segurança jurídica e regulatória, podendo, assim, atrair capitais internacionais, o que é condição fundamental para superar o déficit dos serviços e atingir as metas de universalização até 2033 (MARQUES; CANÇADO; SOUZA, 2021).

Em contraponto, para Sousa (2020), o marco do saneamento traz políticas mais voltadas a dar segurança aos investidores privados no país que aportarem seus recursos. A preocupação vem em garantir segurança jurídica para as empresas privadas que estejam interessadas em investir no saneamento, visto que estas dependem de grande recurso financeiro e tempo de retorno elevado. As empresas competem na entrada do serviço, mas

posteriormente criam verdadeiros monopólios sobre o mesmo, já que este tipo de contrato exige períodos exclusivos de 20 a 35 anos. Ainda de acordo com Sousa (2020), devido ao problema do alto custo de implementação e elevado tempo de retorno, os investidores abandonam pequenos sistemas, não rentáveis, pois as empresas privadas visam lucro. Outro grave problema é deixar em aberto a possibilidade de criação dos operadores comunitários e convênios, pois isto permite aos operadores utilizar métodos alternativos e descentralizados, cobrando pelo serviço integral.

De acordo com Leite *et al.* (2021), o novo marco do saneamento representa um retrocesso, pois a médio prazo os municípios de pequeno porte terão dificuldades de conseguir a universalização. Isto deve ocorrer porque o setor privado, que terá preferência pelas cidades de maior porte e ricas em que o retorno do investimento é rápido, não havendo interesse nos municípios pequenos em que não há lucratividade. Estes, por sua vez, vão ser deixados para o Estado, que já apresenta hoje imensas dificuldades nas áreas de educação e saúde.

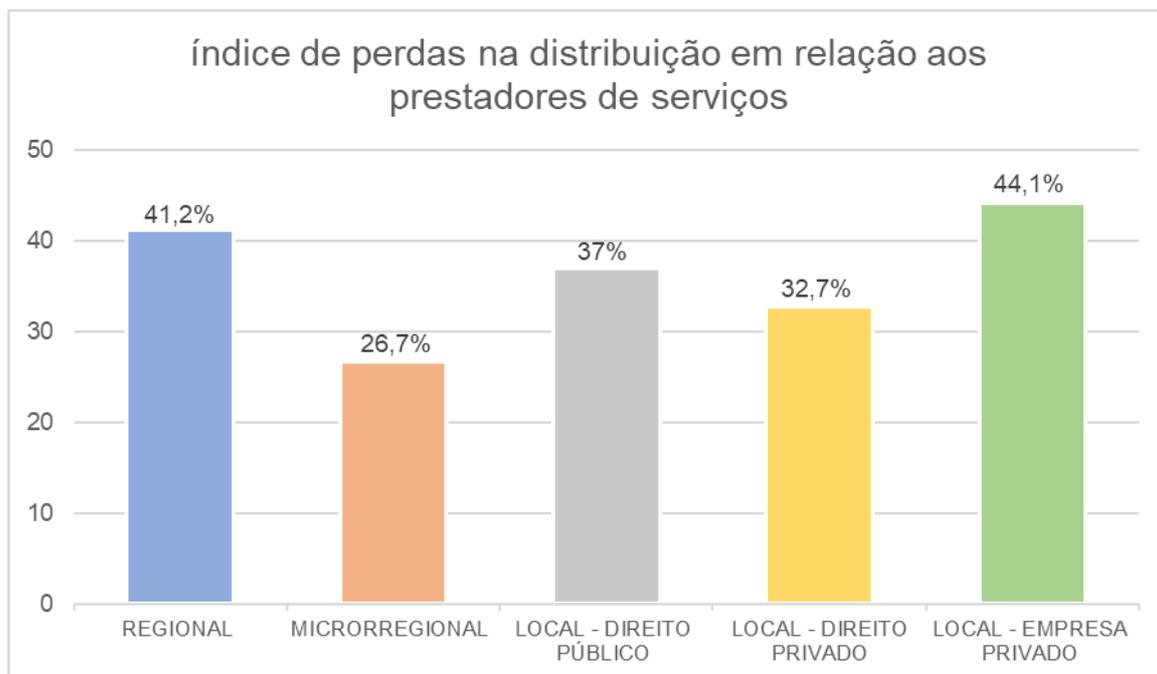
### **3.2 Sistema de Abastecimento de Água**

A população vê como prioridade poder desfrutar, tanto em quantidade como em qualidade, do sistema abastecimento de água (SAA), pois a água está diretamente ligada à saúde e ao desenvolvimento da população. Porém, um SAA inadequado não garante saúde a seus usuários, visto que a água é o principal veículo de agentes causadores de doenças do trato gastrointestinal. Então, faz-se necessário que o SAA seja construído e operado corretamente (TANCINI, 2010).

Segundo a Lei Federal nº 11.445/2007, o sistema de abastecimento de água potável é composto pelos serviços, infraestrutura e equipamentos, compreendendo todo o seu processo, desde a captação da água até as ligações prediais, incluindo o sistema de medição (BRASIL, 2007).

No Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2020 (SNIS, 2021a), o índice de atendimento urbano de água potável no país era de 93,4%, ou seja, 6,6% da população urbana ainda não tem acesso à água, com condições básicas para uso e sem riscos para a saúde. A Figura 2 apresenta o nível de atendimento urbano de água potável por região do país.

Figura 2 - Índice de atendimento urbano de água potável por região do Brasil



FONTE: SNIS (2021a)

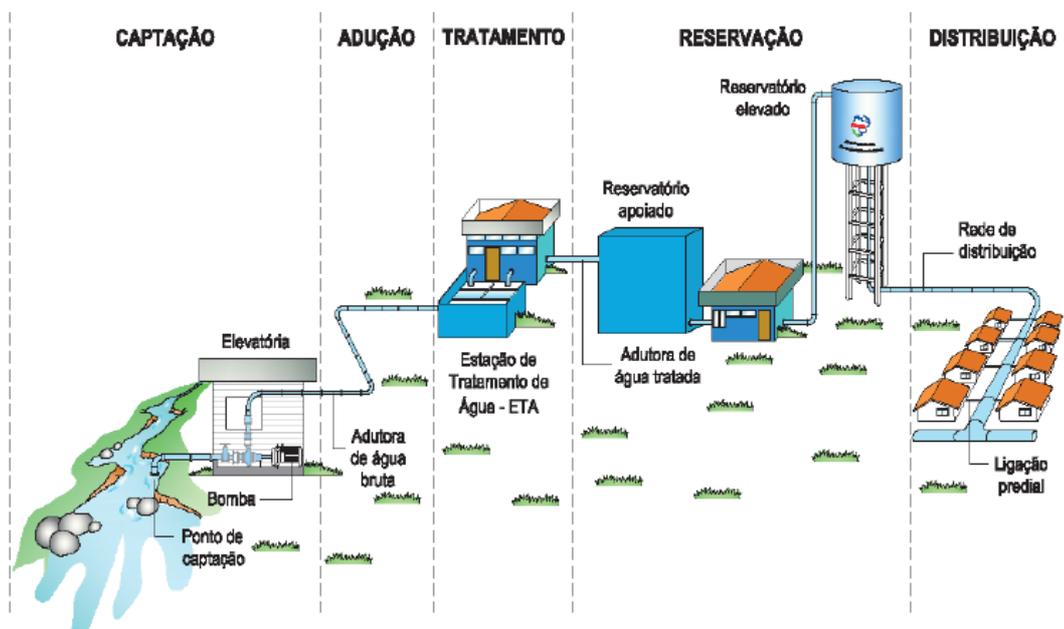
Apesar da região Sudeste ter índices mais elevados de abastecimento de água, o “Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano” mostra que 61% dos mananciais e sistemas produtores não são satisfatórios, apresentando problemas com oferta de água do manancial (em quantidade e/ou qualidade) e/ou com a capacidade dos sistemas produtores; em números, tem-se que 42% necessitam de ampliação do sistema e 19% requerem adequações (ANA, 2021).

A implantação e melhorias no SAA resultam em avanços na saúde pública e na qualidade de vida das comunidades contempladas por esses sistemas. Sendo assim, o serviço de abastecimento propicia uma série de benefícios à população, como aumento da expectativa média de vida, diminuição da mortalidade, principalmente a infantil, e diminuição de doenças transmissíveis pela água (FUNASA, 2018). Sua influência atinge também o avanço econômico e o desenvolvimento industrial (FUNASA, 2018).

O SAA, de modo geral, é constituído pelos elementos: a captação, na qual estão inclusos o manancial e a captação, em seguida, a adutora, a estação de tratamento de água, o reservatório e, por fim, a rede de distribuição, que conduz a água até as ligações prediais (Figura 3). Porém, pode-se variar esta ordem e nem todos os componentes precisam estar presentes devido a alguns fatores como tamanho da cidade, topografia, qualidade da água e

localização dos mananciais (HELLER, 2006). Nos itens a seguir, apresenta-se a descrição de todas as unidades de um sistema de abastecimento de água.

Figura 3 - Unidades do sistema de abastecimento de água



FONTE: FUNASA (2018)

### 3.2.1 Manancial

Mananciais são fontes de água doce utilizadas para o abastecimento humano, podendo ser subterrâneos ou superficiais. Eles devem atender aos requisitos mínimos quantitativos para as demandas do sistema e os aspectos qualitativos nos parâmetros físicos, químicos, biológicos e bacteriológicos.

O manancial superficial é composto pela água que escoar na superfície terrestre, ou seja, córregos, ribeirões, rios, lagos e reservatórios artificiais; já o manancial subterrâneo corresponde à água que está totalmente abaixo da superfície terrestre e, neste caso, são os aquíferos freáticos e profundos. Geralmente, o manancial superficial tem uma qualidade inferior, porém é de fácil acesso para captação; em contrapartida, o manancial subterrâneo é de difícil acesso, portanto a qualidade da água é, em geral, melhor.

Para escolher o tipo de manancial que será utilizado em um sistema de abastecimento de água, é necessário analisar quais mananciais estão disponíveis, quais as condições que eles se encontram, levando em consideração a qualidade da água e o estudo

das vazões para atender à demanda máxima do plano de abastecimento (HELLER; PÁDUA, 2010).

A qualidade dos mananciais superficiais é alterada pela urbanização, erosão, assoreamento, recreação, lazer, indústrias, minerações, resíduos sólidos, córregos, águas pluviais, resíduos agrícolas e esgotos domésticos. Sendo assim, devido ao crescimento urbano desordenado, os mananciais sofrem degradações em suas bacias hidrográficas (TSUTIYA, 2006). Devido a essa degradação, a água se torna um veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias, sendo necessárias ações preventivas de monitoramento, além de um tratamento complementar para que a água seja adequada para o consumo (SANTOS *et al.*, 2013). Como consequência, o SAA se torna mais oneroso, sendo que a melhor maneira de se reduzir esses gastos é preservando os mananciais e seu entorno para que a água não seja contaminada (SANTOS *et al.*, 2013).

Sendo assim, existem leis que colaboram com a preservação dos mananciais. No caso, a Lei Federal nº 6.766/1979, em seu artigo 13, passa o poder aos Estados sobre a aprovação de loteamento ou desmembramento de municípios localizados em áreas de proteção aos mananciais, ou seja, cada Estado tem sua própria regulamentação sobre áreas de proteção aos mananciais (BRASIL, 1979). Espera-se, com esta medida, que os mananciais tenham mais atenção em relação à sua proteção. Diante disto, o Estado de Minas Gerais possui a Lei Estadual nº 20.922/2013, que classifica as Unidades de Conservação e ressalta que as leis municipais sobre proteção dos mananciais serão reavaliadas com o objetivo de enquadrá-la nas categorias de Unidade de Conservação (MINAS GERAIS, 2013).

Em adição a necessidade de preservação das áreas dos mananciais, tem-se a Portaria do Gabinete do Ministro-GM/ Ministério da Saúde-MS nº 888/2021 que, em seu artigo 14, estabelece que os responsáveis pelo SAA devem manter a avaliação sistemática da ocupação da bacia contribuinte ao manancial, em relação aos riscos à saúde, e também devem ajudar os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, aplicando ações para proteção dos mananciais de abastecimento e das bacias hidrográficas (BRASIL, 2021).

### 3.2.2 Captação

A captação é um conjunto de instalações e equipamentos, com a função de retirar a água proveniente de mananciais superficiais ou subterrâneos e lançá-la no sistema de abastecimento.

De acordo com o “Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano”, 43% das captações de água para abastecimento são realizadas somente em mananciais superficiais, 40% são somente por mananciais subterrâneos e 17% possuem abastecimento misto, ou seja, captação em mananciais superficiais e subterrâneos (ANA, 2021).

A escolha correta do manancial e do tipo de captação é muito importante para o sucesso do SAA; por isso, deve-se levar em consideração se o local garante a vazão adequada, se a qualidade da água captada está de acordo com as técnicas de tratamento que serão empregadas e a facilidade de acesso ao local (SOUZA; SKRIPNIK; GOETTEN, 2020).

Conforme Heller e Pádua (2010), a captação superficial tem cinco tipos principais: direta ou a fio d’água; barragem de regularização de nível de água; reservatório de regularização de vazão destinado prioritariamente para o abastecimento público de água; reservatórios ou lagos de usos múltiplos; e não convencionais com emprego de equipamentos de elevação ou recalque de água, movidos por energia não convencional como a eólica, a solar ou as provenientes de transiente hidráulico (golpe de aríete) ou ainda do impulso proporcionado pelo jato de água.

Os dispositivos que, geralmente, constituem o sistema de captação superficial são: barragem, vertedor ou enrocamento; tomada de água; gradeamento; desarenador; dispositivo de controle; canais e tubulações.

Para captação em águas superficiais, além de levar em consideração a qualidade e a vazão da água existente, deve-se avaliar as características físicas do curso d’água e de suas margens, bem como as variações sazonais, visto que as águas superficiais são muito suscetíveis a variações climáticas (HELLER, 2006). Em mananciais superficiais, ainda deve-se preferir captar água a montante da comunidade abastecida, devido à possibilidade de utilizar a adução por gravidade, a fim de reduzir custo com bombeamento, mas sempre levando em consideração a distância e o percurso da adução (HELLER, 2006).

Alguns tipos de captação subterrânea, como águas de galerias de infiltração e águas de poço escavado manualmente, que é bastante utilizada no Brasil pela população rural,

são provenientes do lençol freático, portanto, são suscetíveis à contaminação, apresentam baixa vazão e estão mais sujeitas às intempéries (HELLER, 2006). Por outro lado, tem-se a captação de água por poço tubular profundo que capta águas dos aquíferos subterrâneos e possuem qualidade de água mais elevada. Dependendo das características, o poço artesiano pode ser jorrante (quando a linha piezométrica estiver acima do terreno) ou necessitar de bombeamento (quando a linha piezométrica estiver abaixo da linha do terreno), o que é mais comum.

Na maioria dos casos, a água captada de um manancial subterrâneo passa somente por uma desinfecção, enquanto a água captada de um manancial superficial passa por um tratamento completo. Isso acontece, pois as águas subterrâneas estão mais protegidas de fontes de contaminação (PAULINO, 2005). Mas, em alguns casos, a água subterrânea pode estar poluída por determinadas substâncias como antimônio, bário, cromo (VI), cianeto, fluoreto, chumbo, mercúrio (inorgânico), níquel, nitrato, nitrito, selênio (+VI), tálio, compostos orgânicos sintéticos, pesticidas e herbicidas, rádio, urânio, cloreto, sulfato e zinco, substâncias essas que os tratamentos convencionais não são capazes de eliminar (HELLER; PÁDUA, 2010).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2017, feita pelo IBGE (2020a), no Brasil, há 3.060 municípios que utilizam a captação superficial, sendo que, deste total, 79,6% têm seu manancial protegido com cercamento ou preservação por meio de vegetação. Em relação à utilização de poço raso, ela foi identificada em apenas 508 municípios, onde 83,5% dos poços eram protegidos com cercamento; já a captação em poço profundo estava presente em 3.490 municípios, nos quais em 92,9% havia proibição de despejo de resíduos no local de captação (IBGE, 2020a). Ainda de acordo com a pesquisa, os principais contaminantes encontrados nos pontos de captação eram provenientes de esgoto sanitário, resíduos de agrotóxico e destinação inadequada de lixo (IBGE, 2020a).

O Código Florestal Brasileiro, Lei Federal nº 12.651/2012, em seu artigo 4º, traz que as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros, são consideradas área de preservação permanente (APP) (BRASIL, 2012a). No artigo 5º da mesma lei, é determinada uma faixa de 30 metros, em área rural, ao redor de reservatórios de abastecimento público de água, também para APP (BRASIL, 2012a). Isso colabora para que os mananciais não sejam vulneráveis e, de acordo com o “Atlas águas: segurança

hídrica do abastecimento urbano”, apenas 56% das sedes urbanas possuem manancial não vulnerável, já 44% das sedes possuem manancial com vulnerabilidade, sendo que 5% apresentam alta vulnerabilidade (ANA, 2021).

Condizente com a Agência Nacional das Águas (ANA, 2018), a captação de água, tanto superficial como subterrânea, é uma atividade regulamentada e regida por lei, e seu aproveitamento depende de outorgas de direito de uso concedidas por meio dos órgãos públicos de esfera estadual ou federal. Em casos de domínio da União, essas outorgas são de competência da Agência Nacional de Águas e, em caso de domínio estadual, a outorga é de responsabilidade do órgão gestor estadual, como previsto na Lei Federal nº 9.984/2000 (BRASIL, 2000). No caso de Minas Gerais, este órgão é o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Segundo o encarte de Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas (2019), a vazão de referência utilizada como critério de limite de outorga para captação em águas superficiais de domínio da União é a vazão que passa no rio em pelo menos 95% do tempo ( $Q_{95}$ ). Já em Minas Gerais, a Portaria IGAM nº 48/2019, estabelece o valor de 50% da vazão mínima em sete dias no período de dez anos ( $Q_{7,10}$ ) como limite máximo de outorga para captação para assegurar uma vazão suficiente a jusante do ponto de captação. Além disso, as captações de no máximo até 1 L/s são classificadas como uso insignificante (MINAS GERAIS, 2019).

Para o Estado de Minas Gerais, de acordo com a Deliberação Normativa CERH-MG nº 09/2004, às captações subterrâneas, como poços manuais, surgências e cisternas, que tiverem o volume menor ou igual a 10 m<sup>3</sup>/dia serão enquadradas como uso insignificante, ou seja, não estão sujeitas à outorga. Porém, para captação através de poços tubulares será exigido o instrumento da outorga que contemple a demanda ecológica natural e/ou de metodologias eficientes que levem, em cada caso, à definição satisfatória desses critérios (MINAS GERAIS, 2004). Cabe destacar que a outorga de captação subterrânea é sempre de competência do órgão estadual.

### 3.2.3 Adução

A adução consiste nas tubulações, peças especiais e obras de arte, que tem o objetivo de transportar a água entre os elementos do sistema de abastecimento (FUNASA, 2019). Elas unem o sistema de captação até a estação de tratamento de água (ETA); o

sistema captação e o reservatório de distribuição; o sistema captação e a rede de distribuição; a ETA e o reservatório de distribuição; e a ETA e a rede de distribuição.

Segundo a NBR 12215/2017 (ABNT, 2017b), deve-se levar em consideração alguns parâmetros para a elaboração do projeto de uma adutora, sendo eles: definição do trajeto da adutora, juntamente com seu estudo topográfico e geotécnico, sua vazão, dimensionamento hidráulico e estrutural, análise do golpe de aríete, obras e os dispositivos especiais.

As adutoras se dividem em duas categorias: primeiramente, de acordo com a natureza da água transportada, sendo adutoras de água bruta (localizadas entre a captação e a ETA) e adutoras de água tratada (localizadas entre a ETA e os reservatórios de distribuição); e também de acordo com a maneira que a água é transportada, que, por sua vez, são as adutoras por gravidade (a água escoar do ponto mais alto para o mais baixo), as adutoras por recalque (transportam a água de um ponto mais baixo ao outro mais elevado) e as adutoras mistas (compartilham segmentos em gravidade e em outros em recalque).

Os materiais mais empregados nas adutoras são o PVC (policloreto de vinilo), ferro fundido, aço soldado, concreto armado, fibra de vidro impregnado em resinas de poliéster, polietileno de alta densidade, entre outros (FUNASA, 2019).

A adução é um elemento que se deve ter maior atenção com relação a vazamentos, onde deve-se conhecer o estado da tubulação, tipo de material, idade, pressão adequada, execução da obra, elementos de proteção contra golpes de aríete e consequentes rompimentos em caso de interrupção do fornecimento de energia, sendo um componente crítico, no qual se deve realizar a manutenção preventiva (SALAMONI; DELLA; BACK, 2014).

### 3.2.4 Estação de Tratamento de Água

A ETA tem a finalidade de eliminar as impurezas e/ou corrigir certas propriedades da água captada para atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021. Com isso, visa-se proteger a população contra doenças de veiculação hídrica e ofertar uma água potável para uso doméstico (BRASIL, 2021).

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 de 2005 classifica as águas doces em cinco classes e especifica o tipo de tratamento que cada

classe necessita para o abastecimento ao consumo humano (Quadro 1); porém, a classe 4 não pode ser destinada para esse fim, sendo ela utilizada em usos menos exigentes.

Quadro 1 - Tipos de tratamento de acordo com a classificação das águas

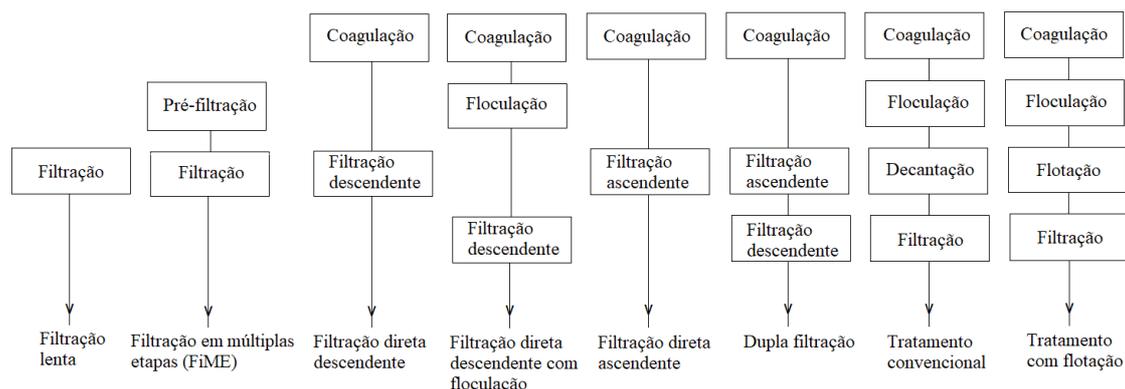
Classificação	Tipo de Tratamento
Classe Especial	Desinfecção
Classe 1	Tratamento simplificado
Classe 2	Tratamento convencional
Classe 3	Tratamento convencional ou avançado

FONTE: Adaptado de BRASIL (2005)

A maioria dos cursos de água do Brasil é enquadrada na classe 2, por não ter sido ainda realizado o estudo de enquadramento. Como consequência, o sistema de tratamento mais utilizado para o abastecimento de água para a população é o convencional (OPEN WATER ACADEMY, 2019).

Alguns tipos de tratamento são o convencional (ou ciclo completo) e o não convencional (clarificador de contato, ETA compacta, filtração direta e dessalinização), além também da simples desinfecção (HELLER; PÁDUA, 2010). Na Figura 4, estão apresentadas as técnicas mais usuais de tratamento de água para abastecimento público.

Figura 4 - Técnicas mais usuais de tratamento de água para abastecimento público



FONTE: Heller e Pádua (2010)

Segundo a NBR 12.216/1992 (ABNT, 1992c), o sistema de tratamento convencional consiste na água passar por vários processos, sendo os mais empregados a coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção com a finalidade de

potabilidade da água. A norma traz condições mínimas que as unidades operacionais da ETA devem apresentar, sendo que a partir dela, é possível avaliar o desempenho das unidades de tratamento de água.

Na etapa de coagulação, são adicionados produtos químicos (coagulantes) na água com o propósito de desestabilizar as partículas de impurezas dispersas na água (ABNT, 1992c). Este processo precisa ser bem sucedido para que ocorra um bom desempenho dos demais processos; a correção do pH é importante para eficiência da coagulação sendo realizado por meio de pré-cloração ou adição de cal (óxido de cálcio) (CRISTO FILHO; COSTA, 2018).

A escolha do tipo coagulante a ser utilizado deve ser baseada na qualidade da água bruta, nos custos e na disponibilidade de tempo disponível dos funcionários (CRISTO FILHO; COSTA, 2018). Os coagulantes na forma sólida são mais baratos, mas resultam em mais problemas operacionais, pois a suspensão é preparada na própria ETA, podendo ser necessário um maior número de funcionários, além de causar problemas em relação à limpeza no local (HELLER; PÁDUA, 2010).

Na floculação, as partículas passam pelo processo de aglutinação, formando flocos maiores. A floculação é influenciada pelo desempenho da mistura rápida, como tipo de coagulante utilizado, pH de coagulação, temperatura da água, concentração e idade da solução coagulante, tempo e gradiente de mistura rápida, tipo e geometria do equipamento de floculação e a qualidade da água bruta (DI BERNARDO; DANTAS; VOLTAN, 2011).

Na decantação é onde ocorre a separação dos flocos em suspensão na água por meio da força gravitacional (RICHTER, 2009). Para uma decantação eficiente e estável, além do sucesso dos processos de coagulação e floculação, também são importantes: a taxa de aplicação superficial; a hidrodinâmica do decantador; a ocorrência de curtos circuitos e/ou zonas mortas; a existência de dispositivos adequados de entrada e saída de água; a distribuição da vazão total entre as unidades; a coleta desuniforme da água clarificada; as operações de limpeza do decantador; a ação de ventos; a formação de correntes de origem térmica ou de densidade; o método adequado de extração do lodo; dentre outros (DI BERNARDO; DANTAS; VOLTAN, 2011).

Já na etapa de filtração, a água é separada das partículas suspensas e coloidais e dos microrganismos por meio de um filtro, em geral de areia (ABNT, 1992c). É importante ser analisado o tipo de material que se deseja separar e o tipo de filtro mais adequado para este processo (DI BERNARDO; DANTAS; VOLTAN, 2011). É comum o emprego do

carvão como meio filtrante adicional, já que ele remove algumas substâncias que causam cor, gosto e odor na água, e que somente o tratamento convencional não seria suficiente (DI BERNARDO; DANTAS; VOLTAN, 2011). Nesta etapa, geralmente, já se tem uma água bacteriologicamente segura para o consumo humano (DI BERNARDO; DANTAS; VOLTAN, 2011).

É importante realizar a limpeza do filtro por meio de lavagem com água. Com a lavagem do meio filtrante, consegue-se recuperar a capacidade de acumulação de impurezas no meio granular (BRASIL, 2006). Além disso, a lavagem deve garantir o sucesso de longo prazo da filtração, evitando problemas como bolas de lodo e “rachaduras” no meio filtrante (BRASIL, 2006).

A etapa da desinfecção ocorre, em geral, por meio de cloração para remoção de micro-organismos patogênicos presentes (ABNT, 1992c), garantindo a qualidade microbiológica da água até o consumidor. A eficiência da desinfecção depende de fatores como tempo de contato com a água, dosagem, tipo de agente químico, intensidade e natureza do agente físico utilizado como desinfetante e tipos de organismos. Além disso, se as etapas anteriores não forem eficientes, isso acarretaria em prejuízos a desinfecção (HELLER; PÁDUA, 2010). A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde estabelece que para uma desinfecção eficiente para estabelecer o tempo de contato mínimo, deve ser considerada a concentração do desinfetante, temperatura e pH da água (BRASIL, 2021).

O cloro é considerado um desinfetante bastante eficaz, possui ação oxidante comprovada, com baixo custo e eficiência. Em sua forma gasosa e seus derivados como hipoclorito de cálcio e hipoclorito de sódio (sendo esses dois, utilizados em ETAs menores), o cloro é o produto mais utilizado para desinfecção da água nas ETAs (FREIRE; LIMA; DANTA, 2015).

Há também a etapa de fluoretação, onde adiciona-se compostos contendo o íon fluoreto à água, para prevenção da cárie dentária; conforme estabelecido na Lei Federal nº 6.050/1974, é uma obrigatoriedade a todas as estações de tratamento de água (BRASIL, 1974).

Todas essas etapas de tratamento são constituintes de uma ETA convencional; por isso, seu custo de implantação é mais oneroso, tem um maior consumo de coagulante e maior produção de lodo, quando comparado com os demais tipos de tratamento. Mas a ETA convencional é viável em uma vasta faixa de qualidade de água bruta, tem tolerância

em relação às variações bruscas nos parâmetros de qualidade da água e facilidade operacional (LIBÂNIO, 2016).

Já a ETA compacta é uma unidade de tratamento pré-fabricada, que passa por todas as etapas de uma ETA convencional, e tem como vantagens o pouco espaço ocupado, o baixo custo e a facilidade na montagem; nela também são realizados os processos de floculação, decantação, filtração e desinfecção (BRITO, 2014).

De acordo com Costa (2016), por falta de recursos, muitas das ETAs brasileiras acabam trabalhando com capacidades superiores à que ela suporta, para atender uma demanda crescente de água e, como resultado, produz uma água com qualidade insatisfatória.

Além disso, as variações que as características da água bruta sofrem ao longo do tempo são influenciadas pelo uso e ocupação da bacia: os impactos gerados pelas atividades humanas podem alterar a qualidade da água captada, o que pode resultar em problemas de desempenho das ETAs (MENEZES, 2019). As alterações em um manancial superficial, como a eutrofização, podem ocasionar em problemas de queda na eficiência da etapa de decantação, redução das carreiras de filtração e também o aumento do uso de água para lavagem dos filtros, que, conseqüentemente, diminui a produtividade efetiva da ETA (DE JULIO *et al.*, 2010).

Ainda, os mananciais superficiais podem transportar pelo curso d'água os poluentes emergentes, contaminantes os quais são tóxicos para o meio ambiente e para os seres humanos, mas ainda há poucos estudos para que se possa adotar um limite máximo permitido, considerando todas as rotas de contaminação. Esses poluentes são encontrados nos pesticidas usados nas lavouras, medicamentos e produtos de higiene. O grande problema é que quando essas substâncias entram em contato com os seres vivos, eles podem afetar o sistema endócrino e, assim, causar desequilíbrios hormonais (OLIVEIRA, 2016).

Segundo Oliveira (2016), quando os poluentes emergentes estão presentes na água captada pelo SAA, eles podem depositar no lodo que resulta das etapas de clarificação da água na ETA. Isso significa que esses poluentes não estão sendo eliminados por completo, então, somente o tratamento convencional não é eficiente para remoção destes poluentes.

Outra problemática do funcionamento das ETAs é a geração de lodo. Os resíduos gerados no tratamento da água (lodo) são subprodutos do processo de limpeza das unidades de tratamento e são considerados o maior passivo ambiental do setor. Um

problema que muitas ETAs apresentam é o descarte incorreto do lodo que, na maioria das vezes, é lançado no sistema de drenagem ou diretamente no manancial sem nenhum tratamento, o que, além de contrariar a legislação vigente, causa impactos ambientais (DE JULIO *et al.*, 2010).

Oliveira (2016) ainda ressalta que a instalação de sistemas de remoção de despejos gerados pela ETA, na maioria das vezes, é problemática, seja pelo custo ou pelas questões construtivas e operacionais. De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004) o lodo gerado na ETA se classifica como resíduo sólido classe II A (não perigoso e não inerte) e deve ser tratado antes de sua disposição final.

De acordo com Pereira (2011), a partir da Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002, onde classifica os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água como resíduo sólido industrial, aumentou-se a preocupação com o seu descarte; com isso, foi exigido que as ETAs tivessem uma etapa de tratamento do lodo e que ele tivesse seu devido descarte ou aproveitamento. Entretanto, esta medida está longe de ser realizada nas ETAs (PEREIRA, 2011).

Outros elementos também são encontrados nos resíduos dos decantadores, como, por exemplo, alumínio; isso ocorre devido ao fato da utilização de sulfato de alumínio como coagulante primário (OLIVEIRA, 2016). Há estudos que mostram que o alumínio pode causar várias doenças como encefalopatia crônica, deficiências renais, demência, doenças cardiovasculares e até Alzheimer. Os metais pesados, como bário, cádmio, cálcio, chumbo, cobre, cromo e mercúrio, também podem estar presentes no lodo resultante do tratamento de água (REALI, 1999).

### 3.2.5 Reservatórios

Os reservatórios são fundamentais para o sistema de abastecimento de água, pois têm a função de promover a regularização entre a vazão recebida e vazão distribuída e o condicionamento da pressão da rede de distribuição, além de garantir uma reserva em caso de incêndio e, em situações esporádicas, garantir o abastecimento contínuo por um período de tempo quando há paralisações da produção (HELLER, 2006).

Os reservatórios podem ser classificados das seguintes maneiras:

- Quanto à sua localização no sistema: sendo a montante, no início da rede de distribuição, ou a jusante, no extremo ou em locais estratégicos para receber ou fornecer água;
- Quanto à sua localização no terreno: podem ser elevados, apoiados, enterrados ou semi-enterrados, dependendo das necessidades da rede;
- Quanto ao tipo de material: onde os mais utilizados são de alvenaria, concreto, aço, fibra de vidro, polietileno e PVC.

Para a implantação de um reservatório de distribuição, deve-se realizar um estudo, pois além dele ter um custo elevado, sua localização deve ser planejada corretamente para que atenda às variações de pressões e o impacto ambiental seja minimizado (TSUTIYA, 2006).

De acordo com a NBR 12.217/1994 (ABNT, 1994), o local que o reservatório será instalado é muito importante, devendo estar em locais livres de inundações, com um adequado sistema de drenagem das águas pluviais e com algum tipo de contenção de processos erosivos, por exemplo, cobertura vegetal (MORENO, 2009). Quando se trata de reservatórios enterrados ou semienterrados, deve ser construído longe de possíveis fontes de contaminação, periodicamente lavado e desinfetado e constituído de elementos que impeçam a entrada de animais e pessoas que coloquem em risco a qualidade da água (ABNT, 1994).

Além dos cuidados em relação ao local, limpezas e desinfecções constantes, o reservatório também deve ter uma estrutura com tubo de ventilação, impermeabilização, cobertura, sistema de drenagem, abertura para limpeza, registro de descarga, extravasor e indicador de nível (ABNT, 1994).

As aberturas de ventilação, inspeção e extravasão dos reservatórios também podem se tornar pontos de contaminação externa, devido a pequenos animais, ventos, chuvas e algas. Sendo assim, essas aberturas devem ser projetadas e executadas corretamente, além do reservatório estar sempre coberto e ser realizada uma fiscalização em todas as aberturas (OLIVEIRA, 2016).

Um dos principais problemas existentes na reservação é a degradação da qualidade da água. Isso pode acontecer devido ao tempo que a água fica parada, a inadequada mistura da água, a perda do agente desinfetante residual e/ou o aumento da temperatura da água (MORENO, 2009). Outro fator que frequentemente interfere na qualidade da água é o material ao qual o reservatório é constituído, pois a água pode entrar em contato com

solventes, adesivos, impermeabilizantes ou outros produtos químicos que são utilizados para fabricar ou reparar os revestimentos internos dos reservatórios (MORENO, 2009). Todos esses fatores podem ocasionar a contaminação da água após o tratamento.

Em seu estudo, Geldreich e LeChevallier (1999) mostraram que em Missouri, nos Estados Unidos da América, houve quatro surtos de doenças ligadas à água. Os surtos tinham relação com a cobertura inadequada de reservatórios, que acabaram sendo contaminados por pombos. Este fato, embora antigo, só reafirma a importância em relação aos devidos cuidados de proteção dos reservatórios.

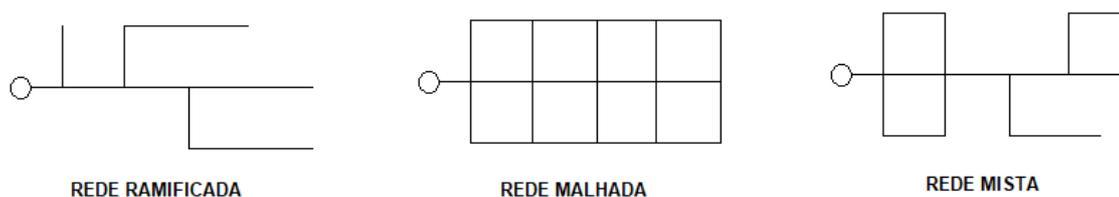
Já Silva (2016) salienta que grandes reservatórios com pouca circulação de água apresentam deterioração da qualidade da mesma, onde foi constatada a perda do desinfetante residual com o reaparecimento de organismos microbianos e formação de substâncias nocivas.

### 3.2.6 Rede de Distribuição

De acordo com NBR 12.218/2017 (ABNT, 2017c), a rede de distribuição é constituída por tubulações e órgãos acessórios que conduzem a água de maneira contínua, em quantidade, qualidade e pressão adequadas até os consumidores, por meio das ligações prediais, levando a água até as residências, comércios, indústrias, etc.

Segundo Gomes (2004), as redes são classificadas quanto ao seu tipo, podendo ser ramificadas, malhadas ou mistas (Figura 5). A rede ramificada começa em uma tubulação principal e depois se conecta às secundárias, mas não se conectam entre si. A rede malhada também começa em uma tubulação principal que, em seguida, se conecta às secundárias, porém, nesse caso, as tubulações secundárias se ligam umas nas outras, formando malhas viárias. E, por último, a rede mista é uma associação dos outros dois tipos de rede.

Figura 5 - Tipos de redes de distribuição de água



FONTE: Adaptado de Gomes (2004)

Segundo Silva (2016), a rede malhada, por ser conectada entre si, tem maior flexibilidade para atender à demanda, colaborando para não interromper o fornecimento de água quando da necessidade de manutenção em algum ponto. Além disso, ela não deixa água parada no fim da rede, onde há a possibilidade de recontaminação.

As redes ramificadas apresentam maior chance de contaminação do que as redes malhadas devido à existência de água parada no fim da rede. Um acessório importante para diminuir os problemas com contaminação na rede de distribuição são as válvulas de descarga, pois elas permitem a saída de água no fim da rede (NASCIMENTO, 2009). Para que a água não seja contaminada, deve-se evitar a variabilidade da qualidade da água, capacidade maior que a necessária, baixas vazões, zonas mortas, pressões negativas e o abastecimento intermitente (MORENO, 2009).

Os materiais utilizados nas tubulações das redes de distribuição normalmente são o concreto, aço, ferro fundido e cimento amianto. Mas boa parte dos materiais citados apresenta forte corrosão, alta rugosidade, grandes índices de incrustações e uma grande perda de carga; devido a isto, o material que mais está sendo empregado nas redes atualmente é o PVC, pois este tipo de material tem baixa rugosidade, baixo peso, ausência de corrosão e é mais fácil de trabalhar (MATSUDA, 2017).

Geralmente, tubulações antigas podem ser de materiais prejudiciais à saúde humana. Matsuda (2017) ressalta que há vários lugares onde as tubulações antigas ainda são de amianto, mesmo este sendo cancerígeno. Já Pereira *et al.* (2016) abordam em seu estudo que as tubulações metálicas a base de chumbo, a qual também provocam doenças. Este último tipo material em tubulações já está em desuso, pois se tornou inadequado e obsoleto, além de ser mais caro.

Segundo Matsuda (2017), outro tipo de material que está sendo muito utilizado é o PEAD. Ao compará-lo com o PVC, ele apresenta as mesmas propriedades de baixa rugosidade, baixo peso, ausência de corrosão e fácil trabalhabilidade, mas de forma potencializada; além disso, com o PEAD, os tubos podem ter 50 m, 100 m e 200 m de comprimento, diferentemente do PVC que possui 6 m de comprimento. Outras características identificadas no PEAD são: necessidade de um menor número de conexões e, conseqüentemente, a baixa ocorrência de vazamentos; maior flexibilidade; menos arrebatamentos e vibrações nas tubulações; boa resistência à corrosão e incrustação; e

necessidade de valas menores, diminuindo custo e impactos ao ambiente (MATSUDA, 2017).

Conforme Marcondes (2016), as tubulações de PEAD apresentam uma maior eficiência e um melhor controle de perdas reais ao se comparar seu desempenho com tubulações tradicionais de PVC. Portanto, em se tratando de ações para o controle de perdas reais, uma medida a ser aplicada é a substituição das tubulações de PVC por PEAD.

A NBR 12.218/2017 (ABNT, 2017c) estabelece que as tubulações distribuidoras devem apresentar uma pressão dinâmica mínima de 10 m.c.a (100 kPa) e uma pressão estática máxima de 50 m.c.a (500 kPa). Conforme Moreno (2009), pressões muito baixas na rede de distribuição podem resultar em retrossifonagem, que é quando há entrada de água do subsolo ou das estruturas de drenagem. Já pressões muito elevadas resultam em maiores volumes perdidos em vazamentos, em rompimento de tubulações e consequentes danos que têm reparos onerosos. A NBR 12.218/2017 (ABNT, 2017c) também define velocidades mínima e máxima nas tubulações de acordo com as demandas máximas diárias, sendo estes valores de 0,6 m/s e 3,5 m/s, respectivamente.

No Brasil, é comum ter redes de distribuição com infraestruturas antigas. A deterioração das redes ao longo do tempo pode causar rompimentos nas tubulações e, conseqüentemente, vazamentos. Essa perda de água acarreta vários problemas na operação do SAA, além de danos financeiros e ambientais (MORAIS; CAVALCANTE; ALMEIDA, 2010). Quando esses problemas se agravam em um dos elementos do SAA, a pressão da água acaba diminuindo a níveis abaixo dos previstos nas normas e como resultado, leva ao descontentamento dos usuários (MORAIS; CAVALCANTE; ALMEIDA, 2010).

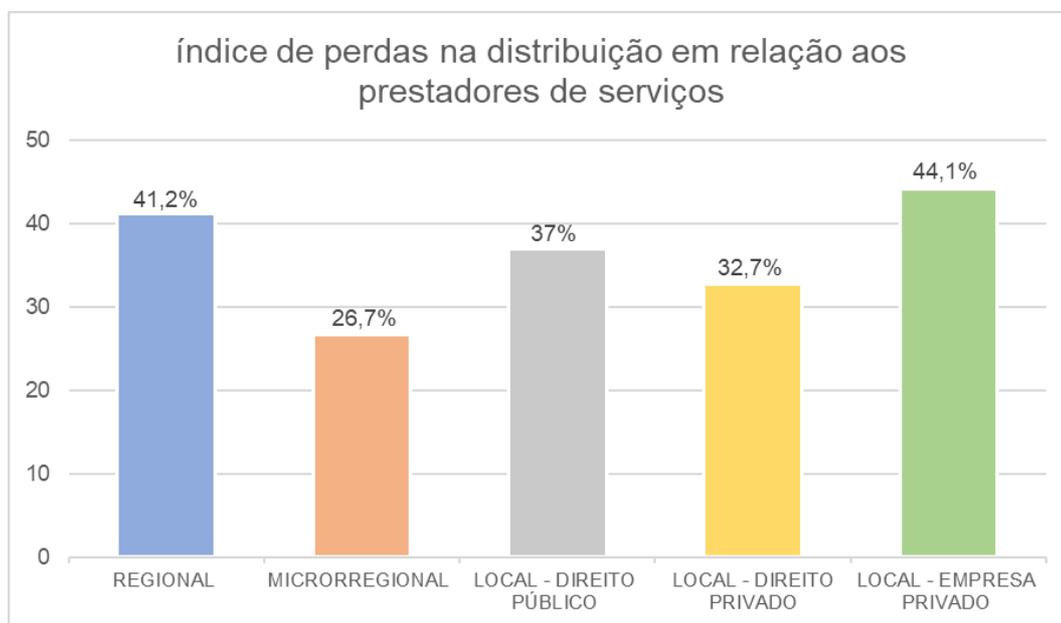
Saegrov *et al.* (2005) relatam que a taxa de substituição de rede por ano deve variar entre 1 e 2%, visto que a vida média da tubulação oscila entre 50 a 100 anos, dependendo do tipo de tubulação utilizado, conforme estabelecido pelo IWA. Sarzedas (2009) relata em seu estudo que o tempo ótimo de substituição de uma tubulação de água deve resultar no mínimo custo do ciclo de vida e no melhor desempenho, ou seja menor custo com manutenção e implantação. Em sua grande maioria, a substituição de rede é adiada, causando um aumento no custo com manutenção. O fim da vida de uma tubulação de água é também o fim de sua vida econômica, portanto, o tempo ótimo de substituição de uma tubulação é o fim de sua vida.

### 3.3 Perdas de Água

Segundo Ríos *et al.* (2014), as perdas no sistema de abastecimento de água são de duas naturezas, as perdas reais e as perdas aparentes. As perdas reais ou físicas surgem devido a vazamentos nas tubulações e extravasamento de reservatórios ao longo da rede de distribuição, ou seja, estão diretamente ligadas à qualidade da infraestrutura. Já as perdas aparentes ou não físicas são causadas pelas ligações não cadastradas e erros na medição do hidrômetro.

No Brasil, o índice de perdas na distribuição de água é de 40,1%, isso significa que para 100 litros disponibilizados pelos prestadores de serviços, somente 59,9 litros são contabilizados como consumidos pelos usuários, representando um importante problema para o setor de saneamento (SNIS, 2021a). No SNIS (2021a), também é apresentada a classificação do índice de perdas na distribuição em relação aos prestadores de serviços (Figura 6), onde pode-se observar que os prestadores locais de direito público apresentam uma média de 37,0%, estando abaixo da média nacional

Figura 6 - Índice de perdas de água na distribuição



FONTE: SNIS (2021a)

Os índices de perdas no Brasil estão muito longe dos países desenvolvidos, onde pode-se notar em cidades como da Alemanha e do Japão que possuem índice de perdas de 11% e da Austrália com 16% (ABES, 2013). Os altos índices de perdas no Brasil estão

ligados à qualidade da infraestrutura e da gestão dos sistemas (SNIS, 2021a). Esses números representam a necessidade de os prestadores de serviços realizarem melhorias na gestão dos sistemas. Ressalta-se que no Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab (BRASIL, 2019) foi estabelecido a meta de redução de perdas para 31% no País em 2033.

Tardelli Filho (2016) ressalta uma série de medidas para o combate das perdas nos sistemas, sendo elas:

- Para as perdas reais: fazer o gerenciamento de pressões para que o sistema possa trabalhar com pressões coerentes; controlar os vazamentos não visíveis através de técnicas acústicas de detecção e reparar os vazamentos existentes, visíveis ou não, com qualidade e rapidez; e fazer a substituição dos elementos da infraestrutura que estejam propensos a vazamentos.
- Para perdas aparentes: realizar a troca de hidrômetros com defeito ou velhos; fazer denúncias sobre ligações clandestinas; e aperfeiçoar a gestão comercial das companhias de abastecimento.

De acordo com Fontana e Morais (2016), ao se reduzir as perdas aparentes, tem-se como resultado o aumento das receitas financeiras e, conseqüentemente, o aumento da eficiência do prestador do serviço; já a redução das perdas reais está relacionada com reduzir o consumo, resultando em menores custos de produção. Deste modo, ao se fazer o devido gerenciamento das perdas, torna-se possível aumentar a oferta dos recursos hídricos, sem a necessidade de expansão do sistema de produção (FONTANA; MORAIS, 2016).

Conforme Alegre *et al.* (2005), como as perdas reais acontecem devido a vazamentos na rede, esses pontos podem ser fontes para contaminar a água e, deste modo, representam um grave problema para a saúde da população.

A realização de reparos em vazamento nas tubulações, em muitos casos, é prorrogada. Em geral, isto acontece para que se evite incomodar a população com paradas nos sistemas de abastecimento por muitas horas. No entanto, ao adiar esses reparos, pode-se acabar comprometendo o sistema, resultando em mais perdas de água e interrupções mais longas provocadas por falhas e rompimentos nas tubulações (SALAMONI; DELLA; BACK, 2014).

A pressão excessiva é outro fator de grande relevância e que pode causar rompimento da tubulação, aumentando, assim, as perdas de água no sistema. Então, o correto gerenciamento das pressões da rede resulta na redução dos vazamentos

(FANTOZZI; LAMBERT, 2008). Para que seja possível realizar o gerenciamento das perdas de água causadas por problemas de pressão, é necessário investigar, documentar e desenvolver métodos eficientes e mais precisos (BABI; DUKI; STANI, 2014).

Para quantificar e representar os usos da água no sistema de abastecimento é realizado o balanço hídrico. Sá (2007) afirma que o balanço hídrico também é umas das melhores ferramentas para realizar o gerenciamento correto das perdas de água no sistema. Outra opção importante na gestão das perdas é o Programa de Controle de Redução de Perdas, o qual deve realizar o diagnóstico do sistema através de sua subdivisão, para que assim seja possível orientar as manutenções preventivas e corretivas de maneira mais fácil. Sá (2007) também ressalta que o cadastro técnico e o cadastro dos consumidores também são essenciais para o controle das perdas.

### **3.4 Micromedição**

O Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2020 – SNIS (2021a) descreve a micromedição como sendo a medição do volume de água potável consumida por um usuário da companhia de saneamento. Esta medição é registrada constantemente e é realizada através de hidrômetros, sendo que, dessa forma, o usuário paga pelo volume de água consumido no ponto de abastecimento.

Os hidrômetros podem ser de volume ou de velocidade, e a escolha do medidor deve ser feita analisando suas propriedades como características construtivas, princípio de funcionamento, capacidade de medição ou classe metrológica. A escolha do medidor pode interferir propriamente em sua precisão da medição, no custo e em sua vida útil (SALAMONI; DELLA; BACK, 2014).

Conforme Tsutiya (2006), os hidrômetros de velocidade são os mais utilizados, principalmente os da classe B que tem vazões nominais de 1,5 e 3,0 m<sup>3</sup>/h e uma vida útil que vai de 5 a 10 anos. Alguns erros de medição podem ocorrer com os hidrômetros e, na maioria das vezes, os problemas são advindos do hidrômetro estar muito velho, a água não ter uma boa qualidade e o hidrômetro estar inclinado lateralmente (TSUTIYA, 2006). De acordo com a Portaria do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (INMETRO) nº 246/2000, os hidrômetros devem ser verificados periodicamente, não ultrapassando um período de cinco anos (INMETRO, 2000).

Segundo Sá (2007) e Rosa (2015), a ausência de micromedição impossibilita ter conhecimento das perdas e o consumo se limita à capacidade de suprir o sistema, visto que os usuários não têm motivos para economizar água ou evitar desperdícios.

Em 12 de julho de 2016, passou a vigorar a Lei Federal nº 13.312, que torna obrigatória a medição individualizada de água em novas edificações condominiais (BRASIL, 2016a). Para Silva *et al.* (2016), este tipo de medição é muito importante, pois ao se implantar a medição em cada unidade condominial inibe-se as pessoas do consumo exagerado e do desperdício; além disso, torna-se mais fácil a identificação de vazamentos, pois o proprietário percebe um aumento na fatura devido ao vazamento.

Silva Júnior *et al.* (2018) enfatizam em seu estudo que os investimentos em programas de micromedição das ligações de água podem gerar um aumento de arrecadação para os prestadores de serviços e, como consequência, melhorar a relação distribuição versus faturamento, que é essencial para o rendimento de qualquer companhia de saneamento.

### **3.5 Qualidade da Água**

A água disponibilizada para consumo pelo SAA deve estar dentro do padrão de potabilidade apresentado pela Portaria GM/MS nº 888/2021. Quando os parâmetros de qualidade não são alcançados, acarreta em graves problemas de saúde para seus usuários, visto que a água é fonte de várias doenças, como, por exemplo, cólera, febre tifoide, leptospirose e giardíase (SANTOS *et al.*, 2013).

A precariedade ou até ausência de medidas estruturais e estruturantes relacionadas ao abastecimento de água pode causar vários riscos à saúde humana (WHO, 2015). De acordo com a OMS, por ano no Brasil, cerca de 15 mil pessoas morrem e 350 mil são internadas devido a doenças ligadas à fragilidade do saneamento básico (LEMOS, 2020).

Pode-se classificar a água de acordo com determinadas características, sendo as organolépticas facilmente percebidas pelos sentidos, pela alteração da cor, odor e sabor da água, e também com características físico-químicas que já necessitam de uma análise laboratorial. Em sua maioria, as fontes de água não são adequadas para consumo, a despeito das características, isso se justifica em virtude da existência de materiais ou mesmo micro-organismos presentes na água que podem ocasionar doenças a seus usuários

(BARBOSA, 2021). Então, para que a água não cause nem um mal ao seu usuário, ela deve atender alguns parâmetros de potabilidade.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece os métodos de controle e vigilância da qualidade de água usada para o consumo da população, juntamente com seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2021). Ela ainda apresenta valores máximos permitidos para os parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água para que ela seja classificada como potável, por exemplo, turbidez, pH, microbiológicos, organolépticos, cianobactérias/cianotoxinas e radioatividade. A portaria também dispõe sobre a frequência e os pontos de amostragem da qualidade da água em todo o sistema de abastecimento. A exemplo, tem-se que a análise de, no mínimo, uma vez a cada seis meses de uma amostra de água bruta retirada no ponto de captação.

A análise da turbidez permite quantificar o grau de interferência com a passagem da luz pela água; a turbidez é constituída pelos sólidos em suspensão, podendo ser de origem natural (partículas de rocha, argila ou silte) ou de origem antropogênica (despejos domésticos e/ou industrial, microrganismos ou erosão) (von SPERLING, 2014). Segundo Bernardo e Paz (2008), a turbidez no manancial é influenciada pelo tipo de vegetação e também pela chuva, sendo que em períodos chuvosos a turbidez da água é aumentada. A eficiente remoção da turbidez é essencial para o sucesso da etapa de desinfecção realizada na ETA, pois alguns microrganismos se escondem nas partículas em suspensão, utilizando-as como um tipo de escudo (BERNARDO; PAZ, 2008).

O pH (Potencial de hidrogênio) representa a condição de acidez, neutralidade ou basicidade da água. Os constituintes responsáveis pelo pH são sólidos e gases dissolvidos na água, sendo eles de origem natural (rochas, da absorção de gases da atmosfera, de oxidação da matéria orgânica ou da fotossíntese) ou de uma origem antropogênica (despejos domésticos ou de despejos) (von SPERLING, 2014). O controle do pH é extremamente importante para a eficiência das etapas de coagulação, floculação, filtração e desinfecção do tratamento da água; e controle do pH na saída do tratamento tem a função de preservar as redes do sistema de distribuição contra corrosões ou incrustações (LIBÂNIO, 2016).

O parâmetro microbiológico analisa a eficiência do sistema de tratamento em eliminar bactérias indicadoras de contaminação presentes na água, entre elas, as que podem causar doenças ao consumidor. Os indicadores microbiológicos da qualidade da água são: os coliformes totais, em que grande parte das bactérias do grupo coliforme são

referentes aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, apesar de inúmeros gêneros e espécies pertencem ao grupo; e os coliformes termotolerantes, que possui como principal representante a *Escherichia coli*, que apresenta origem exclusivamente fecal, sendo o indicador mais representativo de contaminação fecal recente, e ocasional presença de organismos patogênicos nas águas naturais e tratadas.

A contagem padrão de bactérias é muito importante durante o processo de tratamento de água, pois ela avalia a eficiência das etapas do tratamento. Outro fator importante é o conhecimento da densidade de bactérias, pois o aumento considerável da população bacteriana pode acabar comprometendo a detecção de organismos coliformes. Mesmo que a maioria dessas bactérias não seja patogênica, elas podem oferecer um risco à saúde e/ou deteriorar a qualidade da água, resultando em odores e sabores desagradáveis (FUNASA, 2018).

Segundo Heller e Pádua (2010), os fatores que promovem o crescimento bacteriológico na água de distribuição são:

- Carbono orgânico assimilável (COA): ele é o principal componente controlador do crescimento microbiológico nos sistemas de distribuição. O COA é uma fonte de carbono e energia que, pelo seu baixo peso molecular, está prontamente disponível para a atividade microbiana.
- Materiais: o crescimento bacteriano é induzido pelos materiais (pinturas de revestimento, borrachas e materiais das tubulações, etc.) em contato com a água tratada. Alguns produtos químicos utilizados no tratamento da água, como coagulantes ou auxiliares de coagulação e lubrificantes, também podem causar essa reação.
- Sedimentos e produtos de corrosão: o acúmulo de sedimentos nos sistemas de distribuição pode servir como fonte de alimento para bactérias. Os sedimentos e os produtos de corrosão protegem os microrganismos da ação desinfetante do cloro residual.
- Temperatura e condições hidráulicas: a temperatura da água, a velocidade do fluxo (suas variações) e o tempo de residência têm um impacto sobre a atividade microbiológica.

O padrão organoléptico é um grupo de substâncias que são responsáveis por alterar características da água e que são perceptíveis ao ser humano, mas que não causam risco à

saúde. A água para ser aceitável à população deve ser transparente, límpida, sem gosto ou odor.

Mais um parâmetro para a qualidade da água é a presença de cianobactérias, já que muitos tipos de cianobactérias são prejudiciais à saúde pública e, por este motivo, faz-se necessário seu controle nos mananciais (FUNASA, 2018).

O cloro residual também é um parâmetro importante para que não haja riscos de contaminação durante a distribuição de água, o padrão de potabilidade atual estabelece que o cloro livre deve ser de no mínimo de 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede (BRASIL, 2021). O cloro é utilizado na água na etapa de desinfecção, mas também pode ser utilizado como pré-tratamento. Ressalta-se que ele pode reagir com matéria orgânica natural presente na água formando subprodutos que podem ser prejudiciais à saúde.

Santos *et al.* (2013) ressaltam que a cor aparente é um parâmetro que deve ser analisado. A água potável deve ser incolor a olho nu; quando apresenta alguma cor, significa que contém algum elemento como ferro ou manganês, ou presença de algas.

Os parâmetros citados são os mais comuns de serem analisados em um SAA, mas há vários outros parâmetros dispostos na Portaria GM/MS nº 888/2021 (BRASIL, 2021). Os gestores dos SAA são responsáveis pela potabilidade da água, a qual é alcançada seguindo à risca todos os procedimentos de controle e de vigilância da sua qualidade para consumo humano presente na Portaria GM/MS nº 888/2021 (FELSKI; ANAISSI; QUINÁIA, 2008). Por outro lado, Santos *et al.* (2013) afirmam que os parâmetros de qualidade da água para consumo nem sempre são alcançados e isso pode ocorrer devido à ineficiência das ETAs ou por problemas durante o tratamento.

### **3.6 Indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), criado em 1995, é o mais importante sistema de informações do setor de saneamento, administrado pela Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). O sistema conta com uma ampla base de dados com informações e indicadores sobre prestação de serviços administrativos, institucionais, gerenciais, contábil e demais serviços sobre água e esgoto, resíduos sólidos urbanos e drenagem e manejo de águas pluviais (SNIS, 2021b).

No Brasil, no SNIS, tem-se a mais completa e abrangente base de informações e diagnósticos sobre os serviços de saneamento no país. O SNIS coleta dados anualmente (Figura 7) com intuito de disponibilizar informações e diagnósticos à sociedade por meio do sistema web “SNIS Série Histórica”. Desde 2019, o SNIS também divulga em seu “Painel de Informações sobre Saneamento” um panorama do setor e os principais indicadores. Estes dados podem ser acessados de forma interativa (SNIS, 2021b).

Figura 7 - Ciclo Anual do SNIS



FONTE: SNIS (2021b)

A amplitude das informações disponibilizadas no SNIS fomentou o desenvolvimento de diversos estudos sobre o diagnóstico dos sistemas de água e esgoto, os quais permearam a seleção de indicadores, a avaliação de eficiência do setor de saneamento, a comparação da prestação de serviços entre companhias públicas e privadas, a avaliação da influência da natureza jurídica do prestador de serviços, entre outros (HAMDAN; LIBÂNIO; COSTA, 2019).

Logo, os sistemas de informações e diagnósticos de desempenho tornam-se imprescindíveis para avaliar os SAA. A quantificação e o refinamento dos dados podem alavancar os processos de tomadas de decisão e, além de possibilitar uma visão abrangente dos SAA, eles podem ser uma ferramenta para obter informações consistentes sobre os

serviços (BEZERRA; PERTEL; MACEDO, 2019). O SNIS disponibiliza um glossário de termos e uma série de indicadores de desempenho anualmente. Por meio da análise desses indicadores, pode-se avaliar quantitativamente o desempenho para abastecimento de água e de esgotamento e, assim, buscar maneiras para melhorar a gestão (CARDOSO *et al.*, 2019).

Os indicadores de desempenho para abastecimento de água são fragmentados em quatro dimensões: econômico-financeiro e administrativos, operacionais, balanço e qualidade. Ao todo, são 84 indicadores e, deste total, 22 são indicadores operacionais e 10 de qualidade para abastecimento de água (SNIS, 2021b). Com base nessas informações, pode-se observar que o SNIS contém mais indicadores operacionais do que de qualidade, e isso pode significar que este sistema prioriza mais a operacionalidade do sistema de abastecimento de água ao invés de dar ênfase à qualidade em que a água está sendo oferecida a seus usuários (MUNDIM; VOLSCHAN JUNIOR, 2020).

Em seu estudo, Mundim e Volschan Junior (2020) apresentam que o indicador de atendimento à população total com rede de água é mais importante do que o de atendimento somente à população urbana. Já em relação a avaliação do sistema de abastecimento de água, o tema mais relevante está relacionado aos indicadores sobre perda de água, que são Índice de hidrometração (IN009), Índice de perdas por ligação (IN051) e Índice de perdas de faturamento (IN013).

Outros indicadores significativos relacionados às perdas de água são o Índice bruto de perdas lineares (IN050) e o Índice de perdas por ligação (IN051) (MUNDIM; VOLSCHAN JUNIOR, 2020).

Em relação aos indicadores relacionados à qualidade, o mais importante é o de Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (IN075), que representa a preocupação das entidades para que qualidade de água seja fornecida de acordo com os padrões de potabilidade (MUNDIM; VOLSCHAN JUNIOR, 2020).

Em seu estudo, Cardoso *et al.* (2019) avaliam a evolução do desempenho dos sistemas de abastecimento de água nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul por meio de quatro indicadores ao longo de oito anos, sendo eles, o Índice de atendimento urbano de água (IN23), Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado (IN010), Índice de perdas na distribuição (IN049) e Índice de perdas no faturamento (IN013). Os autores escolheram esses indicadores pela ampla utilização dos

mesmos em estudos de avaliação de desempenho em sistemas de abastecimento de água e por se enquadrarem nas recomendações da NBR ISO 24510 (ABNT, 2012).

Já Bezerra, Pertel e Macêdo (2019) ressaltam que os principais indicadores operacionais quando se deseja analisar as perdas de água do sistema de distribuição de água apresentados no SNIS são o Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado (IN010), Índice de perdas no faturamento (IN013), Índice de perdas na distribuição (IN049) e Índice de perdas por ligação (IN051).

Os indicadores disponibilizados no SNIS podem ser utilizados para análise do abastecimento de água pela maioria dos prestadores de serviços no Brasil, mas, talvez, não sejam satisfatórios na avaliação de prestadores de melhor nível de desempenho, pois os dados disponibilizados pelos SNIS, em alguns casos, podem não condizer com a realidade (MUNDIM; VOLSCHAN JUNIOR, 2020).

Britto (2014) resalta que os indicadores de perdas de água no SNIS são compostos da soma das perdas reais (físicas) e aparentes (não físicas), já que, no Brasil, com raras exceções, os prestadores de serviços não mensuram esses dois componentes separadamente. Esse fato, na maioria dos casos, inviabiliza a comparação de pesquisas que adotam dados do SNIS com pesquisas internacionais fundamentadas em indicadores da IWA (BEZERRA; PERTEL; MACÊDO, 2019).

Dentre os maiores problemas envolvidos com os indicadores e as informações do SNIS estão a falta de dados de várias localizações, a falta de um sistema de coleta de dados automatizada (este facilitaria a iria acelerar a inserção de dados no sistema web para acesso) e o fato de os cálculos de perdas aparentes e reais estarem nos mesmos indicadores, sendo que isto não permite que os dados sejam avaliados de forma mais precisa e que sejam tomadas decisões mais assertivas quanto às medidas de melhorias na eficiência dos sistema (BEZERRA; PERTEL; MACÊDO, 2019).

### **3.7 Percepção dos Usuários**

Tem-se a percepção como a resposta dos sentimentos aos estímulos ambientais trazendo uma maior compreensão do entorno ao qual o indivíduo está inserido (TUAN, 2012). No levantamento de dados sobre o saneamento, é muito importante ter a participação dos usuários do sistema para que se consiga realizar um diagnóstico técnico

participativo, podendo essas informações ser utilizadas para confrontar os dados técnicos ou para complementá-los (FUNASA, 2018).

Segundo Oliveira e Ravagnani (2016), a participação da população na gestão de processos regulatórios é muito importante, principalmente se tratando em serviços de abastecimento de água, por ser um recurso esgotável e insubstituível.

A avaliação do SAA por meio da percepção de seus usuários é um recurso fundamental para o seu planejamento, visto que ele mostra a sua satisfação, de forma que venha a subsidiar os gestores na tomada de decisões voltadas à melhoria contínua e sustentável do sistema (ANDRADE *et al.*, 2019).

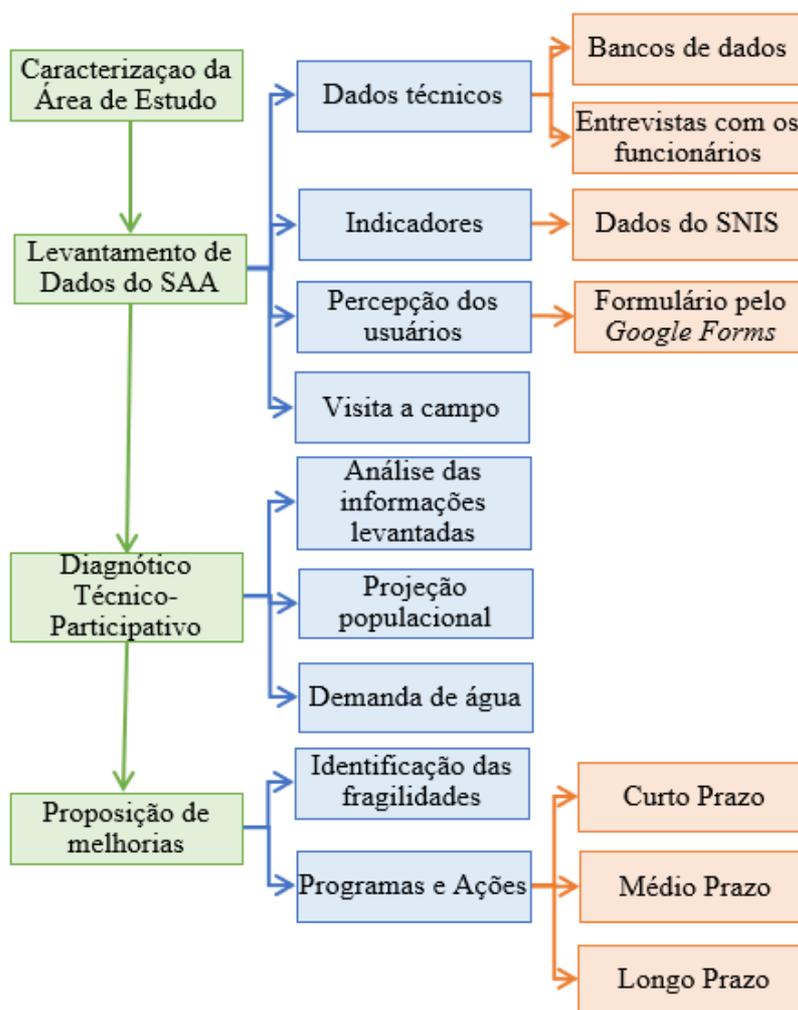
A Política Nacional de Saneamento Básico, Lei Federal nº11.445/2007, tem como princípio a participação da população no processo de elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico, fazendo-os por meio de audiências ou consultas públicas (BRASIL, 2007). Isso mostra a necessidade de considerar a percepção dos consumidores quando se trata de estudos sobre o saneamento básico, mostrando sua satisfação no que diz respeito aos serviços prestados.

Uma maneira de se analisar a percepção das pessoas é por meio da aplicação de questionários e formulários. De acordo com Vasconcellos-Guedes e Guedes (2007), o formulário é bastante utilizado para coleta de dados em diversas áreas, como as ciências sociais, economia, educação e administração. Pela aplicação de formulários, consegue-se analisar a opinião da população sobre um assunto específico, auxiliando o pesquisador em seu estudo.

## 4 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi baseada no Termo de Referência para Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico, estabelecido pela Fundação Nacional de Saneamento (FUNASA, 2018). Os itens a seguir descrevem os procedimentos metodológicos que foram realizados na pesquisa, sendo seu resumo apresentado no Fluxograma da Figura 8.

Figura 8 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa



FONTE: Autora (2021)

### 4.1 Caracterização do Município de Conceição das Pedras

Para uma melhor compreensão do SAA do município é importante realizar primeiramente a caracterização do município, pois, por meio dela, pode-se ter

conhecimento de informações que influenciam no diagnóstico do sistema (FUNASA, 2018). As informações levantadas e os meios de levantamento utilizados foram:

- I. Caracterização territorial: levantamento da localização do município e sua área, municípios limítrofes, distâncias aos centros mais importantes por meio das vias de comunicação, quantidade de habitantes no perímetro urbano e rural do município e os bairros que pertencem a eles. Para isso, foi utilizado o *Google Earth Pro*, GPS, IBGE e consultas no site da prefeitura municipal (PM);
- II. Caracterização física: levantamento das informações geográficas, topográficas, meteorológicas, climáticas, identificação de padrões de uso e ocupação do solo e sobre o bioma do município, por meio de consultas ao banco de dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas, IBGE, PM, IDE-Sisema e MAPBIOMAS;
- III. Turismo: levantamento dos pontos turísticos e eventos realizados no município, por meio de consulta ao site da PM e conversa com os moradores;
- IV. Saúde dos munícipes: levantamentos de dados epidemiológicos, com informações do DATASUS e IBGE para verificar a ocorrência de casos de doenças de veiculação hídrica;
- V. Economia: levantamento das fontes de renda de desenvolvimento do município e dados econômicos, por meio das informações disponíveis no banco de dados do IBGE e do site da PM;
- VI. Infraestrutura de saneamento: levantamento de informações sobre os serviços de água, esgoto, resíduo sólido e drenagem, por meio de dados no site da PM e entrevistas com os funcionários responsáveis pelos serviços;
- VII. Plano Diretor e Plano Municipal de Saneamento Básico: levantamento de informações relativas ao Plano Diretor e PMSB de Conceição das Pedras e seus municípios limítrofes por meio de dados coletados do IBGE, SNIS e na PM.

## 4.2 Levantamento de dados do Sistema de Abastecimento de Água

O levantamento dos dados necessários para realização do diagnóstico do SAA foi realizado em quatro vertentes: coleta de dados técnicos, visita a campo, indicadores do SNIS e percepção dos usuários do sistema.

### 4.2.1 Dados técnicos

Realizou-se o levantamento das informações sobre a situação do abastecimento do município no “Atlas águas - Abastecimento urbano de água sobre a avaliação de oferta/demanda” (ANA, 2022) e dados levantados junto ao operador do SAA, a Prefeitura Municipal de Conceição das Pedras (PMCP).

### 4.2.2 Visita a Campo

Para complementar o levantamento de dados e as informações coletadas, foram realizadas visitas a campo em todas as unidades do SAA, realizando registros fotográficos e observação direta para a melhor análise do sistema e caracterização das condições dos pontos de captação, adução, tratamento, reservatórios e rede de distribuição.

### 4.2.3 Indicadores do SNIS

No banco de dados do SNIS são disponibilizados indicadores do SAA que auxiliam no diagnóstico. Os dados de 2020 foram utilizados como referência para complementar as informações que não foram encontradas, para comparar com municípios de características similares ou, então, para confrontar com os dados obtidos *in loco* (FUNASA, 2018).

Após analisar os estudos de Mundim e Volschan Junior (2020), Cardoso *et al.* (2019) e Bezerra, Pertel e Macêdo (2019) e os indicadores de qualidade, optou-se por utilizar como base de informação os indicadores apresentados no Quadro 2, disponíveis no SNIS:

Quadro 2 - Indicador econômico-financeiros e administrativos, operacionais e de qualidade

<b>Indicador econômico-financeiros e administrativos</b>	<b>Forma de cálculo</b>	<b>Informações envolvidas</b>
<b>IN005 - Tarifa média de água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	$\frac{FN002}{AG011-AG017-AG019} \times \frac{1}{1.000}$ (1)	AG011: Volume de água faturado AG017: Volume de água bruta exportado AG019: Volume de água tratada exportado FN002: Receita operacional direta de água
<b>Indicadores operacionais</b>	<b>Forma de cálculo</b>	<b>Informações envolvidas</b>
<b>IN009 - Índice de hidrometração (%)</b>	$\frac{AG004^*}{AG002^*} \times 100$ (2)	AG002: Quantidade de ligações ativas de água AG004: Quantidade de ligações ativas de água micromedidas
<b>IN013 - Índice de perdas faturamento (%)</b>	$\frac{AG006 + AG018 - AG011 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100$ (3)	AG006: Volume de água produzido AG011: Volume de água faturado AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço
<b>IN022 - Consumo médio per capita de água (l/hab./dia)</b>	$\frac{AG010 - AG019}{AG001^*} \times \frac{1.000.000}{365}$ (4)	AG001: População total atendida com abastecimento de água AG010: Volume de água consumido AG019: Volume de água tratada exportado
<b>IN023 - Índice de atendimento urbano de água (%)</b>	$\frac{AG026}{GE06a} \times 100$ (5)	AG026: População urbana atendida com abastecimento de água G06A: População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água POP_URB: População urbana do município do ano de referência (Fonte: IBGE)
<b>IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)</b>	$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018-AG024} \times 100$ (6)	AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço
<b>IN051 - Índice de perdas por ligação (L/lig./dia)</b>	$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG002^*} \times \frac{1.000.000}{365}$ (7)	AG002: Quantidade de ligações ativas de água AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço

*Continua.*

Indicadores operacionais	Forma de cálculo	Informações envolvidas
<b>IN055 - Índice de atendimento total de água (%)</b>	$\frac{AG001}{GE12a} \times 100$ (8)	AG001: População total atendida com abastecimento de água G12A: População total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE POP_TOT: População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE)
Indicadores de qualidade	Forma de cálculo	Informações envolvidas
<b>IN072 - Duração média das paralisações (horas.paralis -1)</b>	$\frac{QD003}{QD002}$ (9)	QD002: Quantidades de paralisações no sistema de distribuição de água QD003: Duração das paralisações
<b>IN074 - Duração média das intermitências (horas.interrupt -1)</b>	$\frac{QD022}{QD021}$ (10)	QD021: Quantidade de interrupções sistemáticas QD022: Duração das interrupções sistemáticas
<b>IN075 - Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (%)</b>	$\frac{QD007}{QD006} \times 100$ (11)	QD006: Quantidade de amostras para cloro residual (analisadas) QD007: Quantidade de amostras para cloro residual com resultados fora do padrão
<b>IN076 - Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%)</b>	$\frac{QD009}{QD008} \times 100$ (12)	QD008: Quantidade de amostras para turbidez (analisadas) QD009: Quantidade de amostras para turbidez fora do padrão
<b>IN079 - Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual (%)</b>	$\frac{QD006}{QD020} \times 100$ (13)	QD006: Quantidade de amostras para cloro residual (analisadas) QD020: Quantidade mínima de amostras para cloro residual (obrigatórias)
<b>IN080 - Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez (%)</b>	$\frac{QD008}{QD019} \times 100$ (14)	QD008: Quantidade de amostras para turbidez (analisadas) QD019: Quantidade mínima de amostras para turbidez (obrigatórias)
<b>IN084 - Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (%)</b>	$\frac{QD027}{QD026} \times 100$ (15)	QD026: Quantidade de amostras para coliformes totais (analisadas) QD027: Quantidade de amostras para coliformes totais com resultados fora do padrão
<b>IN085 - Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais (%)</b>	$\frac{QD026}{QD028} \times 100$ (16)	QD026: Quantidade de amostras para coliformes totais (analisadas) QD028: Quantidade mínima de amostras para coliformes totais (obrigatórias)

FONTE: SNIS (2019)

NOTA: AG001\*, AG002\* e AG004\*: a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

#### 4.2.4 Percepção dos Usuários

Para analisar a percepção dos usuários do SAA, foi aplicado um formulário de coleta de dados, utilizando a ferramenta do *Google Forms*, o qual atendeu os preceitos éticos estabelecidos pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. Conforme a Resolução nº 196/1996, também do Conselho Nacional de Saúde, “toda pesquisa envolvendo seres humanos deve ser submetida à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)”. O CEP é responsável por avaliar e acompanhar os aspectos éticos das pesquisas que envolvem seres humanos, e defende os interesses das pessoas que participam da pesquisa. Sendo assim, antes da aplicação do formulário, o mesmo foi submetido e aprovado pelo CEP responsável em 25 de fevereiro de 2022, pelo processo CAAE 55997422.6.0000.5094 e o parecer de aprovação encontra-se no Anexo A.

O formulário foi composto por um Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE), pela caracterização do correspondente, onde foi resguardado o seu anonimato, o sigilo das informações e a privacidade do informante, e o mesmo teve o direito de deixar de participar do estudo quando solicitado e, por fim, pelas perguntas sobre o SAA do município. No total, foram 11 perguntas fechadas e uma pergunta aberta opcional, apresentadas no Apêndice A, com o objetivo de compreender melhor os problemas enfrentados pela população em relação ao SAA do município.

Os critérios de inclusão para participar da pesquisa foram: residir no perímetro urbano do município de Conceição das Pedras, utilizar o SAA público e aceitar participar do estudo. A aplicação do formulário só ofereceu como risco aos participantes o desconforto em responder ao formulário e como benefício a ajuda para diagnosticar o sistema de abastecimento de água.

Os cálculos relacionados ao tamanho da amostra e aos erros associados foram realizados com base na Equação 17.

$$n = \frac{\sigma^2 * p * q * N}{e^2 * (N-1) + \sigma^2 * p * q} \quad (17)$$

Onde:

$n$  = Tamanho da amostra, em residências;

$\sigma^2$  = Nível de confiança escolhido, expresso em números de desvios-padrão;

$p$  = Porcentagem com qual o fenômeno se verifica;

$q$  = Porcentagem complementar, ou seja,  $100-p$ ;

$N$  = Tamanho da população, em residências;

$e^2$  = Erro máximo permitido.

Em estudos que envolvem amostras, os resultados obtidos não são estritamente precisos, pois é comum ter erros de medição, porém estes erros diminuem consideravelmente à medida que o tamanho da amostra aumenta (GIL, 2008). Além disso, o autor também informa que a variável " $p$ ", porcentagem com a qual o fenômeno ocorre, é estimada previamente e corresponde a porcentagem do produto em que o fenômeno ocorre (GIL, 2008). Neste caso, não foi possível estimá-la, então, o valor da variável " $p$ " foi considerado igual a 50%, que é o valor máximo.

De acordo com o agente administrativo da PMCP, o município conta com um total de 916 ligações de água, sendo este o número de imóveis que abrange a população da pesquisa. Como foi obtido um total de 108 respostas, esse valor, com um intervalo de confiança de 90%, equivale a um erro de 7,46%. Para Gil (2008), a faixa de erro de medição normalmente varia de 5% a 3% em pesquisas sociais. O erro encontrado é maior que esta faixa, mas está de acordo com os fins exploratórios da pesquisa.

A aplicação do formulário se deu em três etapas, as quais estão descritas a seguir:

#### Etapa 1 - Comunicação da pesquisa à PMCP

Primeiramente, foi feita uma reunião com o assistente administrativo e também diretor de contratos e convênios da PMCP para dar ciência e apresentar os objetivos da pesquisa, mostrar o formulário de coleta de dados e informar como seria realizada a sua aplicação.

#### Etapa 2 – Campanha de divulgação do formulário de coleta de dados

O formulário foi aplicado por meio do *Google Forms*, ferramenta que pode ser utilizada para aplicação de questionários e formulários, e teve duração de oito dias, entre 22 e 29 de março de 2022. E para divulgação da pesquisa foram utilizados os seguintes meios:

- Colocação de material de divulgação da pesquisa (Apêndice B) nos principais estabelecimentos do município.
- Elaboração de material de divulgação (Figuras 9) para convidar a população a participar da pesquisa, o qual foi publicado nas redes sociais (*Facebook, Messenger,*

*Instagram e WhatsApp*). Para este fim, realizou-se o levantamento de perfis, páginas e grupos mais conhecidos do município, e foi solicitado aos responsáveis o compartilhamento do material de divulgação. No *Instagram*, foi encaminhado o material de divulgação para 111 pessoas, no *Facebook*, por meio do *Messenger*, foi encaminhado para 160 pessoas e, no *WhatsApp*, foi compartilhado nos grupos do Bazar, da Paróquia, do Futebol, do Ônibus e dos Comerciantes Protegidos, e também foi encaminhado para 204 contatos pessoais no segundo, sexto e último dia de pesquisa. O encaminhamento contou com a mensagem “Olá, tudo bem? Meu nome é Eleonára e estou fazendo uma pesquisa de mestrado sobre o sistema de abastecimento de água de Conceição das Pedras. Se você puder responder ao formulário no link abaixo e compartilhar para que mais pessoas possam ter acesso eu agradeço muito. <https://forms.gle/keVMp2bVzVvDBQ747>”.

Figura 9 - Material de divulgação convidando a população para participar da pesquisa



FONTE: Autora (2022)

### Etapa 3 – Análise de resultados

Com as respostas obtidas, foi identificada a localização de cada participante para ver se o formulário de coleta de dados abrangeu todas as partes do perímetro urbano da cidade; assim, foram excluídas respostas que tinham o mesmo endereço, respondentes que não utilizavam o serviço de abastecimento público de água e os respondentes que moram no perímetro rural. A análise dos resultados foi realizada com o auxílio da plataforma de análise visual *Tableau*, disponível em <https://www.tableau.com/pt-br>. As informações coletadas foram a base para a criação de painéis analíticos, desenvolvidos para que, tanto a população quanto os gestores, tivessem acesso aos dados de maneira facilmente compreensível. Os painéis de visualização foram divididos em função dos tipos de respostas: identificação de problemas e avaliação da qualidade dos serviços de abastecimento de água prestados à população. Para analisar os problemas apontados pelos respondentes, criou-se gráficos, de forma que fosse possível analisar qual setor do sistema de abastecimento de água precisa de mais atenção, considerando as respostas dos participantes.

## 4.3 Diagnóstico Técnico-Participativo

Realizou-se uma busca nos documentos da PMCP e entrevistas com os funcionários responsáveis pela operação e manutenção dos serviços de saneamento para obtenção dos projetos e de informações quantitativas e qualitativas sobre o sistema de abastecimento de água.

Para obter as informações sobre o SAA, utilizou-se como base o formulário aplicado no desenvolvimento do Plano de Saneamento Básico de Elói Mendes (ANEXO B), realizado pelo Núcleo Estratégico Interdisciplinar em Resiliência Urbana (NEIRU, 2020) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Ao seguir as perguntas do formulário, foi observado que o SAA não dispunha de várias informações importantes sobre o sistema. As informações que foram coletadas referem-se aos tipos e quantidade de captações de água no município, se há tratamento de água no município, a quantidade de estações de tratamento existentes, o volume de água tratada, o consumo per capita diário de água, número de ligações, tipos de análises da qualidade de água e quantidade de reservatórios de água tratada.

Em seguida, todas as informações coletadas (dados técnicos, indicadores do SNIS, percepção dos usuários e visita à campo) foram analisadas, comparadas e complementadas entre si, para saber se existem divergências entre as informações e para realizar o diagnóstico técnico-participativo do SAA em questão.

Com a descrição geral do município e com os dados levantados sobre o serviço de abastecimento de água, foi possível elaborar o diagnóstico técnico-participativo, sendo que para cada item do sistema foi especificado:

- I. Captação: identificação, localização, caracterização, tipo de captação (superficial ou subterrânea), características operacionais, vazão, volume de água, qualidade da água e características do sistema de adução;
- II. Estação de Tratamento: tipo, tecnologia usada, caracterização das unidades de tratamento e serviço de operação e manutenção;
- III. Reservatório: quantidade, localização no terreno e no sistema, estrutura, capacidade, macromedição, rotina de limpeza e de manutenção, tipo de operação, macromedição;
- IV. Rede de distribuição: tipo, idade, extensão, diâmetro, material, croqui das áreas atendidas, mapeamento da rede ou cadastro da rede (se houver) e micromedição;
- V. Qualidade da água: laboratório para controle do sistema, parâmetros de potabilidade atendidos, periodicidade que é realizada as análises da água, responsáveis pela análise da água e qualidade da água tratada fornecida à população. Sempre analisando a conformidade com a Portaria GM/MS nº 888/2021;
- VI. Projeção populacional: foi realizado o cálculo da projeção populacional considerado um período de projeto de 20 anos (2022 a 2042);
- VII. Demanda de água: foi realizado o cálculo da demanda de água potável, analisando o consumo, demanda atual e demanda futura (projeção populacional).

Ainda, para análise destes itens, foram verificadas as normas da ABNT: NBR 12.211:1992 - Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água; NBR 12.212:2017 - Projeto de poço para captação de água subterrânea; NBR 12.213:1992 -

Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público; NBR 12.214:2020 - Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de água - Requisitos; NBR 12.215:/2017 - Projeto de adutora de água - Parte 1: Conduto forçado; NBR 12.216:1992 - Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público; NBR 12.217:1994 - Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público e NBR 12.218:2017 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público - Procedimento.

Como a projeção populacional e a demanda de água exigem cálculos específicos, a metodologia empregada para estas definições é descrita a seguir.

#### 4.3.1 Projeção Populacional

É necessária a realização do estudo de projeção populacional para elaboração do diagnóstico do SAA, pois ele está diretamente ligado ao dimensionamento do sistema (FUNASA, 2019).

Para realização deste estudo, as populações foram obtidas do IBGE para os anos de censo de 1991, 2000 e 2010 (Tabela 1). As projeções foram feitas para a população total e urbana. Como foi considerado um período de projeto de 20 anos, as projeções populacionais foram realizadas para o período de 2022 (início de plano) a 2042 (fim de plano).

Tabela 1 - Dados dos censos demográficos (1991 - 2010) – Conceição das Pedras/MG

Ano	População Urbana (Hab.)	População Rural (Hab.)	População Total (Hab.)
1991 (t0)	897 (P0)	1596 (P0)	2493 (P0)
2000 (t1)	1140 (P1)	1574 (P1)	2714 (P1)
2010 (t2)	1509 (P2)	1240 (P2)	2749 (P2)

FONTE: Adaptado de IBGE (2020b)

Utilizou-se os métodos matemáticos para se calcular a projeção populacional, visto que são muito utilizados em projetos de saneamento. Os métodos matemáticos procuram ajustar uma equação aos dados obtidos do censo populacional e, para este estudo, foram utilizados os métodos matemáticos aritmético (Equações 18 e 19), geométrico (Equações 20 e 21) e da curva logística (Equações 22, 23, 24 e 25) (FUNASA, 2019). Os cálculos das projeções foram feitos por meio de planilha no *Excel*.

- Projeção aritmética:

$$P_t = P_0 + K_a * (t - t_0) \quad (18)$$

$$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0} \quad (19)$$

- Projeção geométrica:

$$P_t = P_0 * e^{K_g * (t - t_0)} \quad (20)$$

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0} \quad (21)$$

- Crescimento Logístico:

$$P_t = \frac{P_s}{1 + c * e^{K_1 * (t - t_0)}} \quad (22)$$

$$P_s = \frac{2 * P_0 * P_1 * P_2 - P_1^2 * (P_0 + P_2)}{P_0 * P_2 - P_1^2} \quad (23)$$

$$c = \frac{(P_s - P_0)}{P_0} \quad (24)$$

$$K_1 = \frac{1}{t_2 - t_1} * \ln \left[ \frac{P_0 * (P_s - P_1)}{P_1 * (P_s - P_0)} \right] \quad (25)$$

Onde:

$P_0, P_1, P_2$  = População nos anos  $t_0, t_1, t_2$ ;

$P_t$  = população estimada no ano  $t$  (habitantes);

$P_s$  = população de saturação (habitantes);

$K_a, K_g, K_1, i, c$  = Coeficientes.

Para a utilização da metodologia da curva logística, é necessário que algumas condições sejam satisfeitas, sendo elas (HELLER; PÁDUA, 2010):

- $P_0 < P_1 < P_2$ ;
- $P_0.P_2 < P_1^2$ .

Além destas condições, também é necessário que os dados sejam equidistantes. Isto é contornável por meio da interpolação dos dados censitários (de maneira que se tenha dados para os anos de 1990, 2000 e 2010) ou por meio da utilização da ferramenta solver do *Excel*.

Tanto a projeção aritmética quanto a projeção geométrica são empregadas em estimativas de menor prazo e o ajuste da curva pode ser feito por análise da regressão, porém, a primeira possui crescimento populacional segundo uma taxa constante e a segunda possui crescimento em função da população a cada instante. E, por último, a curva logística que segue uma relação matemática, que estabelece uma curva em forma de “S” e a população tende assintoticamente a um valor de saturação (HELLER; PÁDUA, 2010).

Para verificar qual a projeção matemática que melhor representou o crescimento da população urbana de Conceição das Pedras, comparou-se as populações estimadas por cada um dos métodos (projeção aritmética, projeção geométrica e crescimento logístico) com a regressão linear realizada para cada método. Essas regressões lineares foram feitas utilizando o *Excel*. Para avaliar cada um dos métodos, foi analisada qual regressão linear possuía o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) mais próximo de 1. O  $r^2$  é uma medida de ajuste da regressão e, quanto maior, mais explicativo é o modelo linear, ou seja, melhor ele se ajusta à amostra. Salienta-se que o  $r^2$  varia de 0 a 1 (VIEIRA, 2019).

Para análise do método matemático selecionado, os resultados da projeção populacional foram comparados com os dados da projeção populacional obtida na nota técnica sobre a metodologia de cálculo da projeção de população para os municípios de Minas Gerais 2009-2020. Este estudo disponibiliza os dados estimados para a população total de Conceição das Pedras nos anos de 2009 a 2020 (Figura 2).

Tabela 2 - Projeção populacional de Conceição das Pedras de 2009 a 2020, segundo a Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações.

<b>Ano</b>	<b>População Total (Hab.)</b>
2009	2820
2010	2827
2011	2834
2012	2841
2013	2847
2014	2853
2015	2859
2016	2864
2017	2869
2018	2875
2019	2880
2020	2884

FONTE: Adaptado de Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações (2009)

Para complementar a análise, foi verificada qual projeção populacional mais se aproximava da projeção populacional total e urbana de Conceição das Pedras realizada pelo IBGE para o ano de 2021 (Tabela 3).

Tabela 3 - Projeção populacional total e urbana de Conceição das Pedras, no ano de 2021.

ANO	População Total (Hab.)	População Urbana (Hab.)
2021	2814	1545

FONTE: Adaptado de IBGE (2022b)

#### 4.3.2 Demanda de Água

No sistema de abastecimento de água, tem-se a vazão média (Equação 26), a vazão de captação (Equação 27), a vazão de água tratada (Equação 28), que é a vazão de captação menos a perda na ETA, e a vazão de distribuição (Equação 29).

$$Q_m = \left( \frac{P \times q_m}{86400} \right) \quad (26)$$

$$Q_{cap} = \left( \frac{P \times q_m \times k_1 \times 24}{t \times 86400} \right) \quad (27)$$

$$Q_{AT} = \left( \frac{P \times q_m \times k_1 \times 24}{t \times 86400} \right) \times (1 - P_{ETA}) \quad (28)$$

$$Q_{dist} = \frac{P \times q_m \times k_1 \times k_2}{86400} \quad (29)$$

Onde:

$Q_m$  : Vazão média (L/dia);

$Q_{cap}$  : Vazão de captação (L/s);

$Q_{AT}$  : Vazão de água tratada (L/s);

$Q_{dist}$  : Vazão de distribuição (L/s);

P: População a ser abastecida (hab);

- qm: Consumo per capita de água (L/hab.dia);  
tx: Período de funcionamento da produção (h);  
 $P_{ETA}$ : Perda na ETA (L/s);  
K1: Coeficiente de máxima vazão diária;  
K2: Coeficiente de máxima vazão horária.

Para avaliar se a vazão captada atende à demanda de água da população, foi calculada a vazão captada e comparada com a vazão média distribuída. Esta análise foi realizada para demanda atual e a demanda de fim de plano, a fim de verificar se a ampliação do sistema de abastecimento de água está adequada para o período de projeto de 20 anos.

Em seguida, comparou-se o consumo per capita de água de Conceição das Pedras com o de outros municípios de pequeno porte e com características semelhantes. Também foi comparado com os seus municípios limítrofes, analisando se no município: há hidrometração, o consumo per capita de água, número de habitantes e a Tarifa média de água. Diante destas análises, foi possível estipular um valor de consumo per capita de água razoável para Conceição das Pedras.

Para realizar a projeção do consumo per capita de água do município, analisou-se o crescimento da taxa média per capita de Conceição das Pedras dos anos de 2012 a 2020. Foi verificado se a taxa média do município poderia ser utilizada na projeção, ou se seria necessário adotar uma taxa mais adequada à realidade. Então, utilizando o consumo per capita de água do ano de 2020 e a taxa média, pode-se calcular a projeção do consumo per capita de água até o fim do plano.

Por meio da multiplicação da projeção populacional (item anterior) pela projeção do consumo per capita de água, foi possível calcular o consumo total diário de Conceição das Pedras até 2042. De posse do consumo total diário, pode-se realizar a análise da reservação e demanda do tratamento da água no final do plano.

Para realizar a estimativa do volume de reservação, a NBR 12.217/1994 recomenda a adoção do fator de segurança de 1,2 aos volumes determinados ou pelo “método da curva de consumo” ou pelo “método do consumo assimilado a uma curva senoidal”. Não sendo possível utilizar alguns desses métodos, sugere a reservação de 1/3 do volume correspondente à demanda máxima do dia de maior consumo (MOREIRA, 2018). Portanto, o volume estimado para reserva foi calculado por meio do produto do coeficiente

do dia de maior consumo (1,2) pelo consumo total diário e o coeficiente (1/3). Com o volume de reservação foi possível calcular a saturação da reservação, a fim de saber se o volume de reservação existente no SAA atende ao volume estimado de reservação. A saturação da reservação é a porcentagem do volume estimado para reserva em relação à somatória do volume dos reservatórios de água tratada existente o SAA.

Para realizar a análise da demanda do tratamento da água no final do plano, foi necessário utilizar o consumo total diário de água calculado e a quantidade de água tratada atualmente. Esse valor foi calculado considerando o tempo de operação da ETA e a vazão de captação. O produto desses fatores, em unidades compatíveis, resulta na quantidade diária de água tratada. No entanto, não se levou em consideração as perdas de água no sistema.

#### **4.4 Proposição de Melhorias**

Com a realização do diagnóstico técnico-participativo foi possível elaborar um panorama do ambiente interno, apontando as fragilidades do sistema de abastecimento de água do município de Conceição das Pedras.

Para análise do ambiente interno, foram considerados panoramas que podem ser controlados e dependem de ações diretas da prefeitura e/ou do SAAE e podem ser resultados das estratégias de atuação. São análises que permitem a realização precisa de sua situação em um nível de detalhes, que possibilite definir as decisões estratégicas a serem tomadas no presente e no futuro.

Por meio do estudo do Manual da FUNASA, da análise do PMSB de alguns municípios como Itajubá, Elói Mendes e Pedralva e com o panorama do SAA de Conceição das Pedras, foi possível propor programas com as devidas ações para serem implementados nos sistemas, pois por meio deles será possível solucionar ou reduzir os problemas levantados sobre o SAA.

Considerou-se que o planejamento das ações deverá acontecer para um horizonte de 20 anos (2022 a 2042). Portanto, as ações necessárias para atendimento às metas propostas foram estratificadas e propostas em horizontes parciais de tempo:

- Curto prazo – entre 1 a 5 anos;
- Médio prazo – entre 6 a 12 anos;
- Longo prazo – entre 13 a 20 anos.

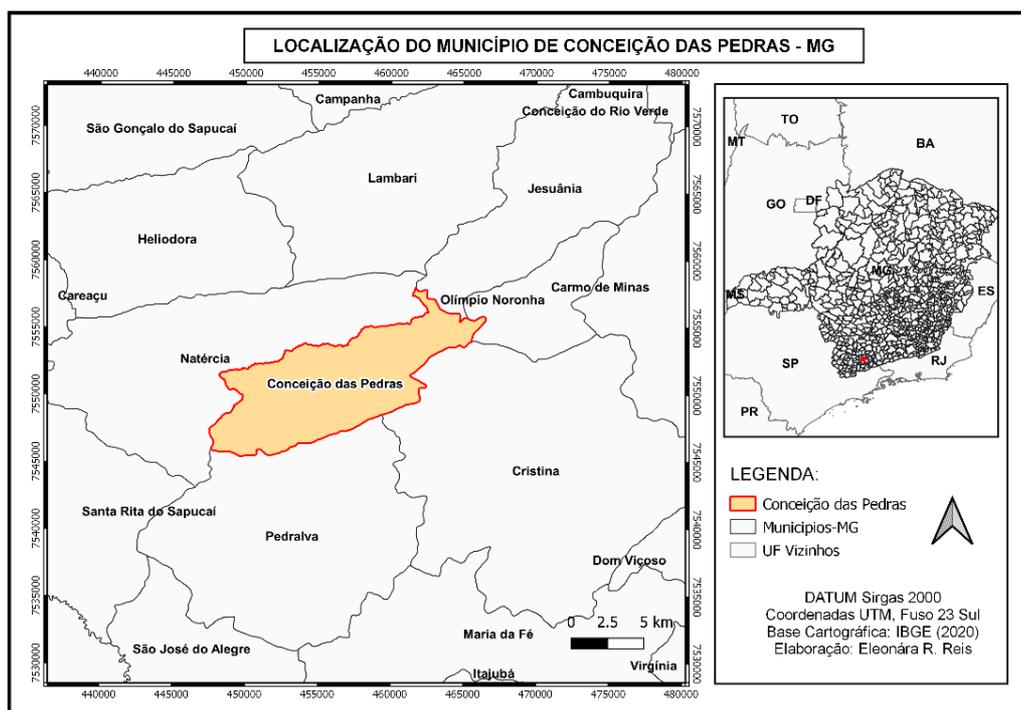
## 5 RESULTADOS

### 5.1 Caracterização do Município de Conceição das Pedras

#### 5.1.1 Caracterização Territorial

O município de Conceição das Pedras está localizado na região sul do estado de Minas Gerais, na microrregião de Santa Rita do Sapucaí/MG. Ele faz fronteira com cinco municípios: Pedralva, Natércia, Jesuânia, Cristina e Olímpio Noronha, todos localizados em Minas Gerais (Figura 10). Conceição das Pedras localiza-se nas coordenadas geográficas latitude 22° 10' 5" sul e longitude 45° 28' 31" oeste e a 1.063 m de altitude (CIDADE BRASIL, 2021).

Figura 10 - Localização do Município de Conceição das Pedras/MG



FONTE: Adaptado de IBGE (2022a)

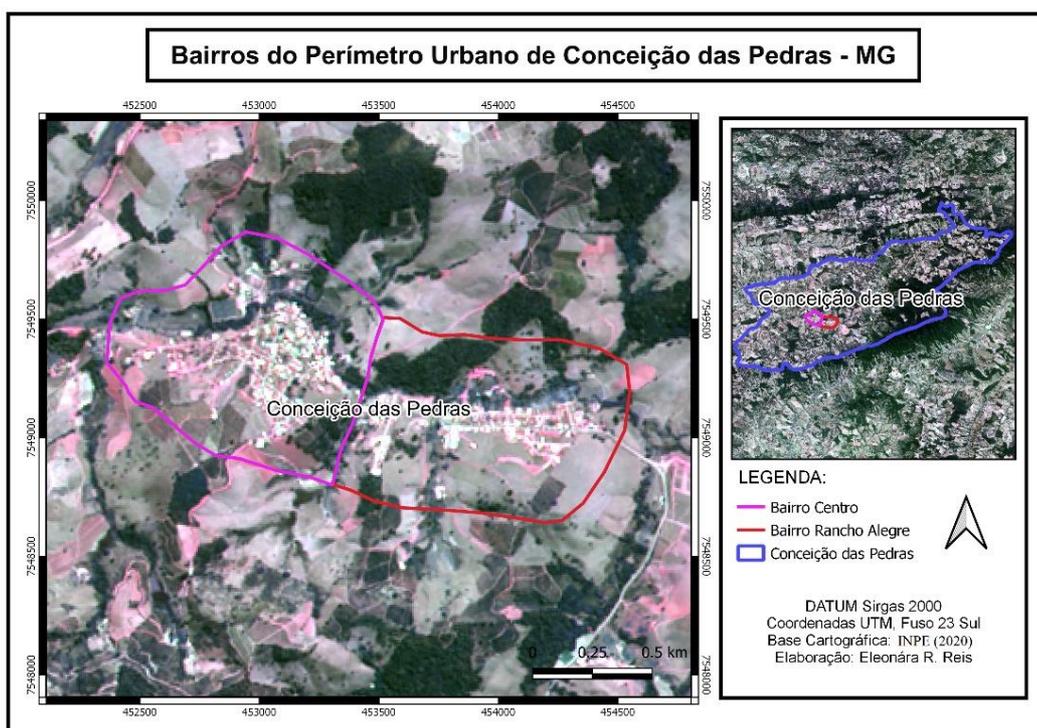
Considerado um município de pequeno porte, ou seja, municípios de até 20.000 habitantes (IBGE, 2020b), Conceição das Pedras tem uma área territorial de 127 km<sup>2</sup> e está localizada a 430 km de Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais; a 280 km da

cidade de São Paulo; 320 km da cidade do Rio de Janeiro (PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS, 2022a).

No último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, Conceição das Pedras tinha uma população de 2.749 pessoas; e foi estimado que, em 2021, o município teria uma população de 2.814 habitantes, sendo deste total 1.544 (54,9%) residentes no perímetro urbano e 1.269 (45,1%) no perímetro rural. Além disso, o município conta com uma densidade demográfica de 27,5 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022b).

O município possui dois bairros na área urbana, Centro e Rancho Alegre (Figura 11) – foco do trabalho – e os bairros Barreiro, Cabeçote, Capinzal, Grota, Lavra, Pereira, Santo Antônio, São José, São José do Pinhal, São Miguel, Tijuco Preto, Turvo, Usina e Ventania na zona rural (PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS, 2022a).

Figura 11 - Bairros do perímetro urbano de Conceição das Pedras/MG



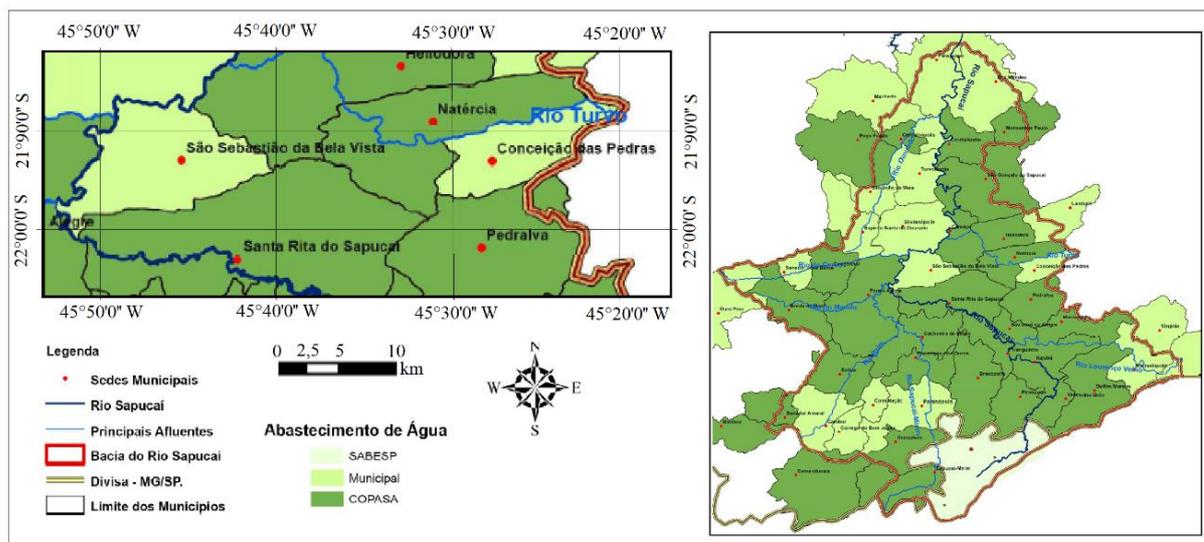
FONTE: Adaptado de INPE (2020)

### 5.1.2 Caracterização Física

Conceição das Pedras pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí (Figura 12), localizada no Alto Sapucaí, que, por sua vez, compõe a Bacia do Rio Grande. A

hidrografia do município é composta pelo Ribeirão das Pedras e, em sua foz, a altitude é de 958 m em relação ao nível do mar. A geologia desta região é fortemente afetada e condicionada por processos tectônicos e comportamento estrutural dos maciços rochosos (IGAM, 2010).

Figura 12 – Bacia hidrográfica do Rio Sapucaí

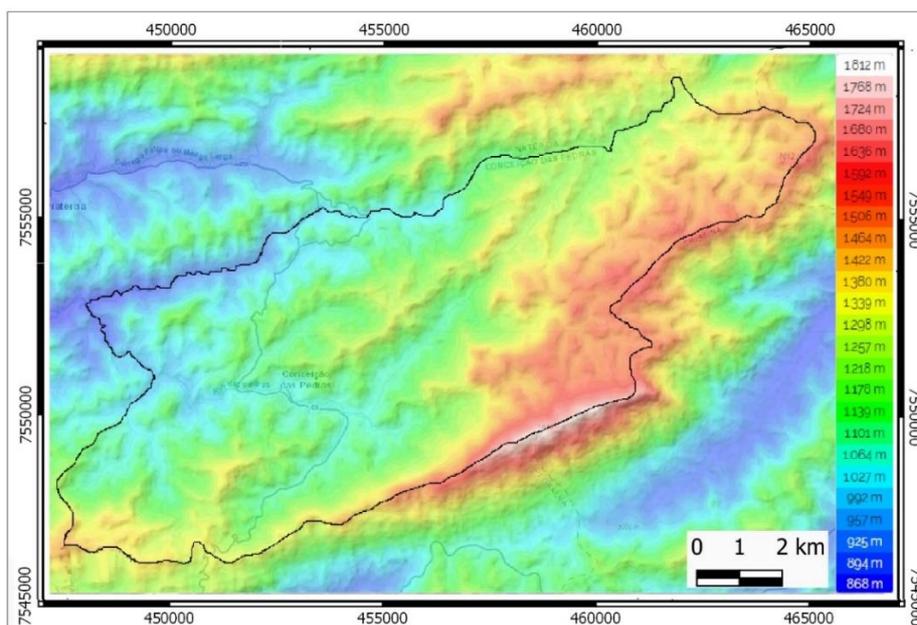


FONTE: Adaptado de COPASA (2010)

A geomorfologia da região apresenta predomínio de rochas do embasamento cristalino, onde predominam granitos, gnaisses e migmatitos. Geomorfologicamente, a região está incluída no domínio dos Planaltos do Sul de Minas (IGAM, 2010).

Em relação à topografia, com escassez de terras planas (apenas 2% da área total), o relevo da região é essencialmente montanhoso, cerca de 65%, e consiste em cumes arredondados, encostas côncavas-convexas e aluviais abertas (PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS, 2022a). O município de Conceição das Pedras apresenta altitude variando entre 873 e 1822 m e altitude média de 1180 m (Figura 13).

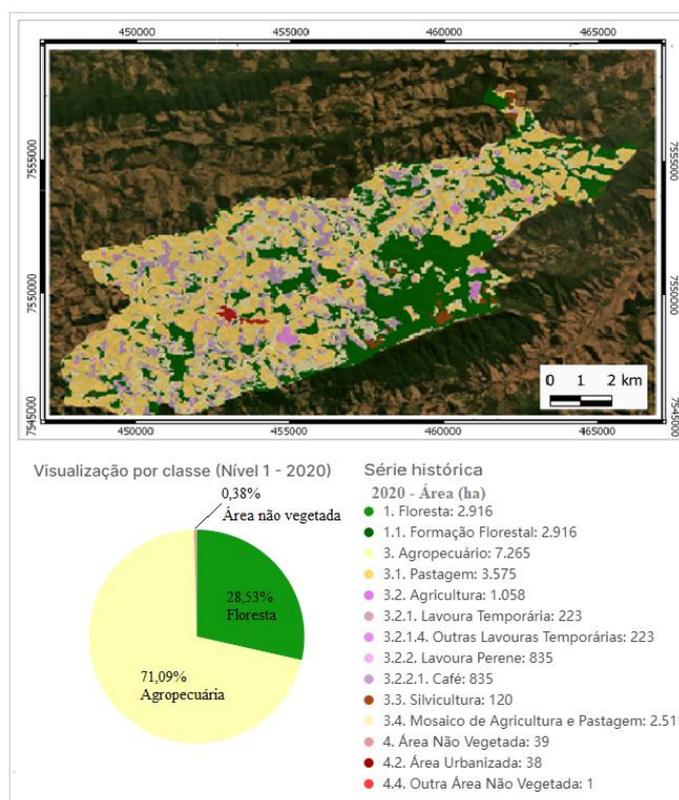
Figura 13 - Mapa de altitude de Conceição das Pedras



FONTE: Topographic-map.com (2022)

Segundo dados de IDE-Sisema (2022), a ocupação do solo de Conceição das Pedras se divide em três tipos principais como apresenta a Figura 14.

Figura 14 - Ocupação do solo de Conceição das Pedras no ano de 2020

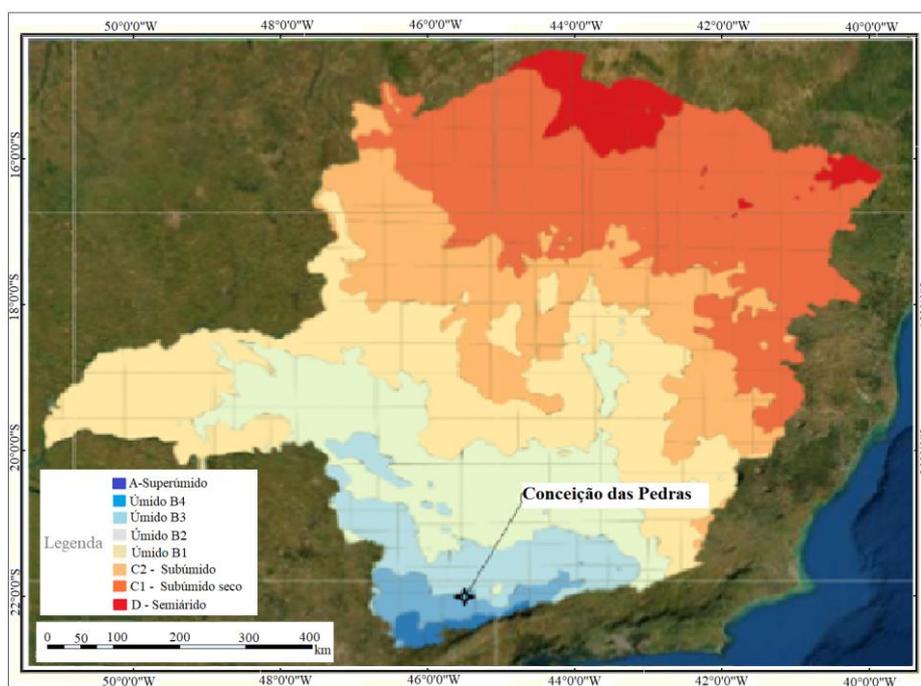


FONTE: Adaptado de MAPBIOMAS (2022)

Onde pode-se observar que a cor bege apresenta a ocupação por agropecuária (7.265 ha), incluindo pastagem, agricultura, lavoura temporária, lavoura perene, café e silvicultura; a cor verde representa a floresta (2.916 ha); e, em rosa, a Área Não Vegetada (39 ha), abrangendo a Área urbanizada.

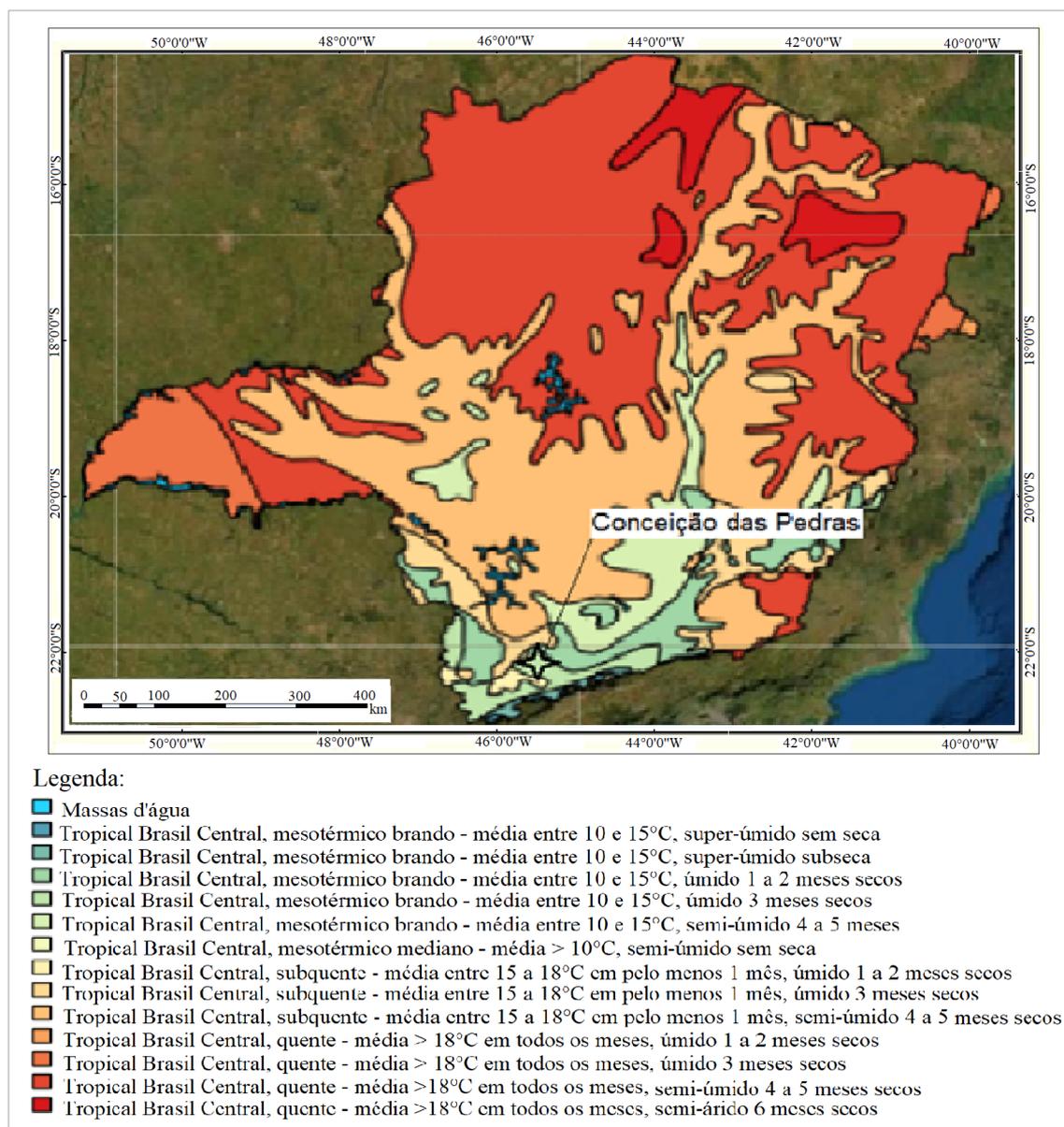
O clima de Conceição das Pedras, segundo a classificação de Köppen e Geiger, é Cfb (clima oceânico temperado), com índice de umidade B4 ( $100 > lu > 80$ ) (Figura 15), localizada na zona climática Tropical Brasil Central (Figura 16), mesotérmico branco com temperatura média entre 10 e 15°C, úmido com 1 a 3 meses secos e a intensidade de chuva é de 1.650 mm/ano (IDE-SISEMA, 2022).

Figura 15 - Índice de umidade de Conceição das Pedras



FONTE: Adaptado de IDE-SISEMA (2022)

Figura 16 - Zona Climática de Conceição das Pedras



FONTE: Adaptado de IDE-SISEMA (2022)

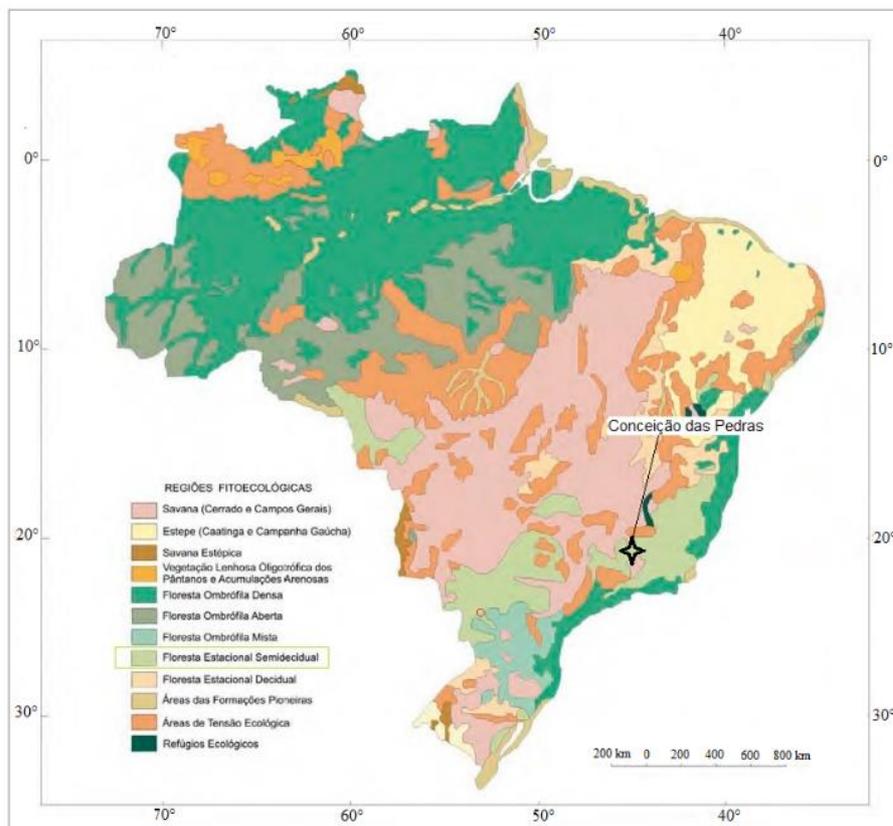
Ainda, o município está localizado no bioma Mata Atlântica (Figura 17) e possui uma flora típica de floresta estacional semidecídua (Figura 18). Este tipo de fitofisionomia, em geral, transita entre áreas úmidas costeiras e ambientes semiáridos, apresenta uma altura de vegetação de cerca de 20 m e apresenta como característica importante uma razoável perda de folhas no período seco, notadamente no estrato arbóreo (IDE-SISEMA, 2022).

Figura 17 - Bioma de Conceição das Pedras



FONTE: Adaptado de IHU On-Line (2017)

Figura 18 - Tipo de fitofisionomia vegetal de Conceição das Pedras



FONTE: Adaptado de ADEMA (2010)

### 5.1.3 Turismo

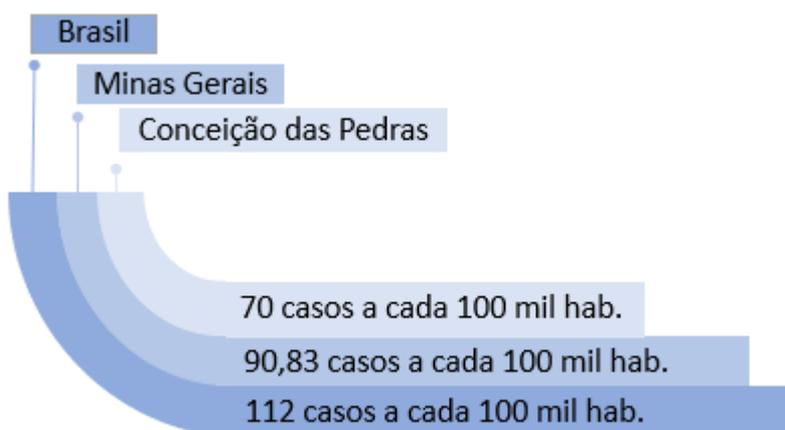
O município é um ótimo lugar para quem busca paz e tranquilidade, composto por belas cachoeiras, corredeiras, serras, montanhas rochosas, matas e trilhas para cavalgadas. Os principais pontos turísticos do município são a Cachoeira da Usina e a Serra da Pedra Branca. O município ainda tem os eventos como Aniversário da Cidade, EXPOPEDRA, Festa tradicionais e religiosas como da Padroeira N. S. da Conceição, Santo Expedito e Folia de Reis (PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS, 2022b).

No entanto, apesar destes atrativos, não há nenhum evento de destaque que altere significativamente a população flutuante do município a ponto de influenciar no dimensionamento do SAA.

### 5.1.4 Saúde dos Municípios

De acordo com o DATASUS, não há informações sobre o número de internações pelo Sistema Único de Saúde - SUS causadas por algumas doenças infecciosas e parasitárias no município de Conceição das Pedras (BRASIL, 2012b). Já o IBGE apresenta informações sobre o número de internações causadas por diarreia, conforme apresenta a Figura 19.

Figura 19 - Número médio de internações causadas por diarreia em Conceição das Pedras, no estado de Minas Gerais e no Brasil



FONTE: Adaptado de IBGE (2022b)

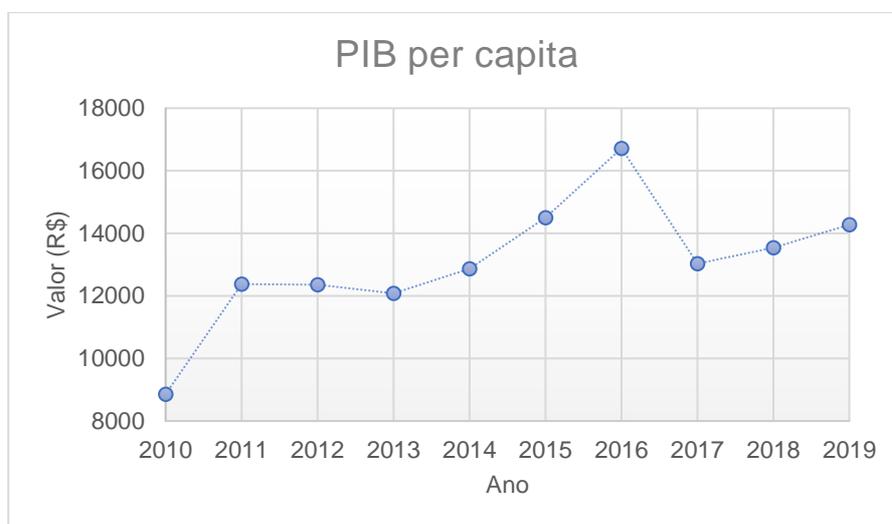
Uma das principais doenças causada pela má qualidade da água de abastecimento público é a diarreia. Ao se comparar o número de internações causadas por diarreia em Conceição das Pedras com a média nacional e a média do estado de Minas Gerais, nota-se que Conceição das Pedras apresenta um número baixo de internações por diarreia. Isso mostra que a qualidade da água do município não é ruim.

### 5.1.5 Economia

Devido ao clima frio, com temperatura média de 15°C, e sua geografia predominantemente montanhosa, o município de Conceição das Pedras é propício para a produção de café, tomate, banana, milho, frutas cítricas e hortigranjeiros em geral. Outro produto de qualidade é o leite, pois as características do município auxiliam para que o gado tenha uma boa produção. O município também conta com o setor industrial na produção de queijo, de artefatos de madeira e também carvão. Porém, a principal atividade econômica do município é a produção de café (PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS, 2022a).

O Produto Interno Bruto (PIB) per capita representa a capacidade de geração de riqueza do município por pessoa. De acordo com os dados do IBGE, o PIB per capita do município apresentou uma melhora ao longo dos anos, sendo, em 2016, o maior valor alcançado entre 2010 a 2019 (Figura 20), de R\$ 16.717,58; já, no ano 2019, obteve um PIB per capita de R\$14.270,81, estando em 5º lugar das 14 cidades da região (IBGE, 2022b).

Figura 20 - PIB per capita do município no período de 2010 a 2019



FONTE: Adaptado de IBGE (2022b)

O Índice Gini mede o grau de concentração de renda para indicar a desigualdade social, possui valores que variam de 0 a 1, sendo 1 o indicador de total desigualdade social (MAURÍCIO; PLECH FILHO, 2016). O município de Conceição das Pedras, em 2010, teve o valor de 0,48 (BRASIL, 2010). Segundo Ritto (2011), o Índice de Gini, no Brasil em 2010, era de 0,53, isso mostra que o Brasil apresenta um valor de desigualdade maior do que o município de Conceição das Pedras. Mas ainda está abaixo dos padrões dos países desenvolvidos, como é o caso dos Estados Unidos que, em 2010, teve o Índice de Gini de 0,42 (BRITTO, 2014).

Segundo o IBGE (2022b), em 2019, o salário médio mensal dos trabalhadores formais do município era de 1,8 salários mínimos, com um total de 308 pessoas empregadas formalmente, cerca de 11% da população. Vale ressaltar que a maioria das pessoas que trabalha na agropecuária não é de trabalhadores formais, porém geram renda de importância para o município.

O setor agropecuário tem um baixo impacto no abastecimento público de água do município, pois a maior parte das atividades é realizada no perímetro rural. A água de abastecimento público é utilizada para lavagem dos produtos no momento da seleção, como, por exemplo, o tomate. O que mais impacta no consumo de água é a indústria de laticínios localizada no perímetro urbano do município, pois ela utiliza a água fornecida pelo SAAE. Uma indústria de laticínio consome, em média, entre 1,0 e 6,0 litros de água/kg de leite recebido (UEDA; MAGANHINI, 2013).

#### 5.1.6 Infraestrutura de Saneamento

Em relação ao saneamento básico do município, os serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas são realizados pela PM. Não há cobrança pelos serviços prestados, somente uma taxa inclusa no imposto predial e territorial urbano (IPTU), no valor de R\$26,67 para coleta de lixo, R\$31,99 de taxa de coleta esgoto, R\$120,00 de taxa de fornecimento de água (ANEXO C).

As decisões de obras ou ampliações nos serviços de saneamento, em geral, passam primeiro pelo Diretor de Contratos e Convênios e depois pelo Secretário Municipal de Obras Públicas e Transporte. A execução dos serviços é realizada pelos operários da PM.

Não há engenheiro civil no quadro de serviços da PM e, quando necessário, é contratado um engenheiro para realização de um serviço específico.

O sistema de abastecimento de água é composto por uma captação, uma ETA compacta, três reservatórios e a rede de distribuição. O sistema está sendo ampliado para atender a demanda da população, e está sendo implantada uma nova captação e uma nova ETA. Na ETA, há quatro funcionários responsáveis pelo tratamento da água. O índice de atendimento total de água é de 100% e o índice de atendimento urbano de água é de 100% (SNIS, 2020).

O índice de coleta de esgoto é de 20,24% (SNIS, 2020). Não é realizado o tratamento e o esgoto é despejado *in natura* no Rio das Pedras e em outros córregos. Há alguns anos, a PM iniciou a construção de uma estação de tratamento de esgoto (ETE), porém, até hoje não foi concluída. Não há traçado da rede coletora de esgoto e, em alguns pontos, a rede é muito antiga com tubulação de manilha.

Os resíduos sólidos do perímetro urbano são coletados pelo caminhão da PM separadamente: todas as semanas, na segunda-feira, quarta-feira, quinta-feira e sábado, são coletados os resíduos orgânicos; e, na terça-feira e sexta-feira, são coletados os resíduos recicláveis. A destinação dos resíduos orgânicos é realizada no aterro controlado, localizado em um terreno alugado pela PM no perímetro rural do município. E os resíduos recicláveis são levados para a empresa de triagem do município; após a triagem, o material é prensado por uma prensa hidráulica e separado para a destinação correta dos resíduos. Uma empresa vai à Conceição das Pedras quinzenalmente e compra os materiais recicláveis. O índice de coleta de resíduos sólidos do município é de 88,87% e o índice de coleta de resíduos sólidos no perímetro urbano é de 100%, o que significa que há alguns bairros no perímetro rural do município onde não é realizada a coleta de resíduos sólidos (SNIS, 2020).

Não foi realizado projeto de drenagem para o escoamento da água pluvial no perímetro urbano do município. A rede existente atende somente em algumas ruas e o número de bocas de lobo é reduzido. Como a maior parte do município encontra-se em terreno montanhoso, possui inclinação suficiente para que a água escoe pelas sarjetas e seja lançada nos cursos d'água; mas, em pontos mais baixos, devido à má conservação do pavimento e por insuficiência de dispositivos de drenagem, ocorrem esporadicamente pequenos alagamentos.

### 5.1.7 Plano Diretor e Plano Municipal de Saneamento Básico

De acordo com a Lei Federal nº10.257/2001, em seu artigo 41, o plano diretor é obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes (BRASIL, 2001). Portanto, como o município de Conceição das Pedras não atinge essa população, não é obrigatório, então ele não conta com um Plano Diretor.

A elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico- PMSB é obrigatória a todos os municípios, conforme a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei Federal nº 14.026/2020 e seu Decreto Federal nº 10.203/2020, o qual vinculou a existência e atualidade do PMSB como condição de acesso, a partir de 31 de dezembro de 2022, a recursos orçamentários da União, ou a recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da administração pública federal, quando destinados a serviços de saneamento básico (BRASIL, 2020a).

De acordo com o IBGE (2022b), Conceição das Pedras está em fase de elaboração de uma política municipal de saneamento e de elaboração do plano municipal de saneamento. Porém, foi verificado que esta informação não procede, não havendo a elaboração de nenhuma política ou plano.

O município também não conta com um conselho municipal de saneamento básico (COMSAB) e nem com um fundo municipal de saneamento básico (FMSB). O COMSAB é um órgão colegiado, paritário, consultivo, deliberativo, regulador e fiscalizador, formulador e controlador em matéria de saneamento básico no âmbito do Município (BRASIL, 2009). E o FMSB tem a função de instituir condições financeiras e de gerência de recursos destinados ao desenvolvimento do saneamento básico e ambiental do município, além de direcionar o COMSAB (BRASIL, 2009).

Ao se comparar essas informações com os municípios vizinhos (Quadro 3), que também são de pequeno porte, percebe-se que a maioria não possui PMSB.

Quadro 3 - Informações sobre a Política Municipal de Saneamento Básico, Plano Municipal de Saneamento Básico, Conselho Municipal de Saneamento Básico, Fundo Municipal de Saneamento Básico e população dos municípios limítrofes de Conceição das Pedras

<b>Município</b>	<b>População</b>	<b>Política Municipal de Saneamento Básico</b>	<b>Plano Municipal de Saneamento Básico</b>	<b>Conselho Municipal de Saneamento Básico</b>	<b>Fundo Municipal de Saneamento Básico</b>
<b>Pedralva</b>	11.146	Sim	Não	Não	Não
<b>Natércia</b>	4.728	Sim	Sim	Não	Não
<b>Jesuânia</b>	4.780	Não	Não	Não	Não
<b>Cristina</b>	10.226	Não	Não	Não	Não
<b>Olímpio Noronha</b>	2.809	Não	Não	Não	Não
<b>Conceição das Pedras</b>	2.813	Não	Não	Não	Não

FONTE: Adaptado de IBGE (2020b)

No município de Conceição das Pedras, apesar de não haver plano diretor, aplica-se a Lei Federal nº6.766/1979 (BRASIL, 1979), que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências, e a Lei Federal nº 10.257/2001 (BRASIL, 2001), que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo diretrizes gerais da política urbana e dando outras providências. Essas leis são importantes para gerenciar o crescimento ordenado da cidade, regulando o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

## **5.2. Levantamento de Dados do Sistema de Abastecimento de Água**

### **5.2.1 Dados Técnicos, Visita a Campo e Indicadores do SNIS**

Para facilitar a leitura, as informações coletadas por meio dos dados técnicos, da visita a campo e dos indicadores do SNIS são apresentadas e discutidas no diagnóstico técnico-participativo (item 5.4).

### **5.2.2 Percepção dos Usuários**

As informações coletadas com a aplicação do formulário foram a base para a criação de painéis analíticos, desenvolvidos para que, tanto a população quanto os gestores,

puddessem ter acesso aos dados de maneira facilmente compreensível. Os painéis desenvolvidos encontram-se disponíveis, desde maio de 2022, no site *Public Tableau*.<sup>1</sup>

A aplicação do formulário resultou em 131 respostas, sendo que 23 foram descartadas, conforme apresentado na Tabela 4. O descarte de respostas foi realizado de modo que o formulário contemplasse somente o perímetro urbano do município e uma resposta por imóvel. Ao final, um total de 108 respostas foram utilizadas para análise.

Tabela 4 - Respostas descartadas do formulário

Motivo	Número de amostras descartadas
Pessoas de outros municípios	4
Pessoas da zona rural	9
Pessoas que não concordaram participar	4
Pessoas que responderam mais de uma vez	2
Mais de uma pessoa do mesmo imóvel	4
Total	23

FONTE: Autora (2022)

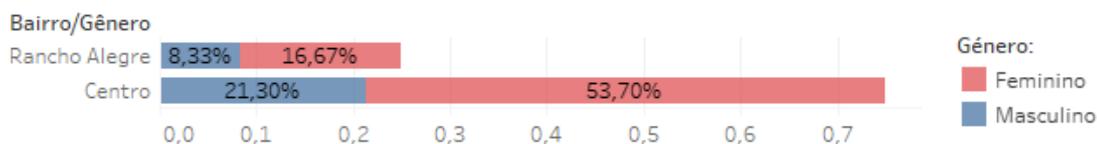
De acordo com a análise feita com o auxílio do *Google Earth Pro*, pode-se identificar que no perímetro urbano do município de Conceição das Pedras, cerca 66% das residências estão localizadas no Bairro Centro e cerca 34% no Bairro Rancho Alegre. Comparando essa distribuição com a distribuição alcançada pelo formulário, foi obtido um número de 81 respostas no Bairro Centro, o que equivale a 75% da amostra, e 27 respostas no Bairro Rancho Alegre, o que equivale a 25% da amostra. Portanto, a quantidade de respostas obtidas em cada bairro foi, de certa forma, proporcional à distribuição de residências nos mesmos. Ao se analisar quantos respondentes foram obtidos em cada bairro em comparação com o número total de resistências existentes, tem-se que, no Bairro Centro, a porcentagem foi de 16,2% e, no Bairro Rancho Alegre, o valor foi de 10,6%.

Pode-se observar na Figura 21 que a quantidade de mulheres que responderam ao formulário foi maior do que a de homens, mas, de acordo com o IBGE (2022b), no ano de 2010, a porcentagem de população no município de mulheres era de 46,6% e homens de 53,4%. Logo, as respostas têm um viés feminino.

<sup>1</sup> Link do site *Public Tableau*:

[https://public.tableau.com/views/PesquisaSobreoSistemadeAbastecimentodeguadeConceiodasPedras/PesquisaSobreoSistemadeAbastecimentodeguadeConceiodasPedras?:language=pt-BR&:display\\_count=n&:origin=viz\\_share\\_link](https://public.tableau.com/views/PesquisaSobreoSistemadeAbastecimentodeguadeConceiodasPedras/PesquisaSobreoSistemadeAbastecimentodeguadeConceiodasPedras?:language=pt-BR&:display_count=n&:origin=viz_share_link)

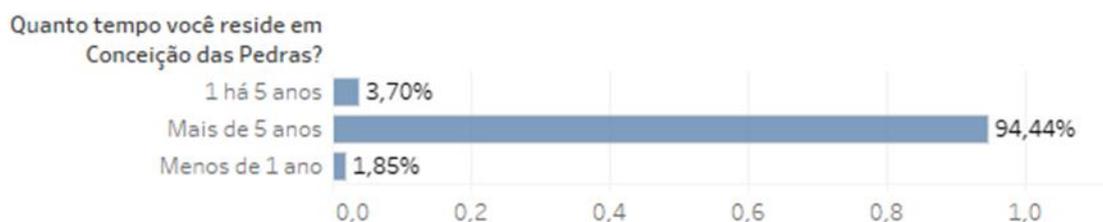
Figura 21 - Porcentagem de respostas em relação aos bairros e gêneros



FONTE: Autora (2022)

Em relação ao tempo de residência em Conceição das Pedras (Figura 22), a maior parte dos respondentes reside no município há mais de cinco anos. Portanto, teria condições de avaliar o sistema de abastecimento de água a partir do formulário aplicado.

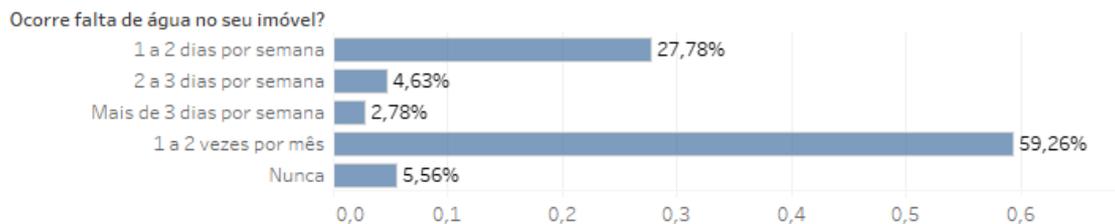
Figura 22 - Porcentagem de respostas em relação ao tempo de residência no município



FONTE: Autora (2022)

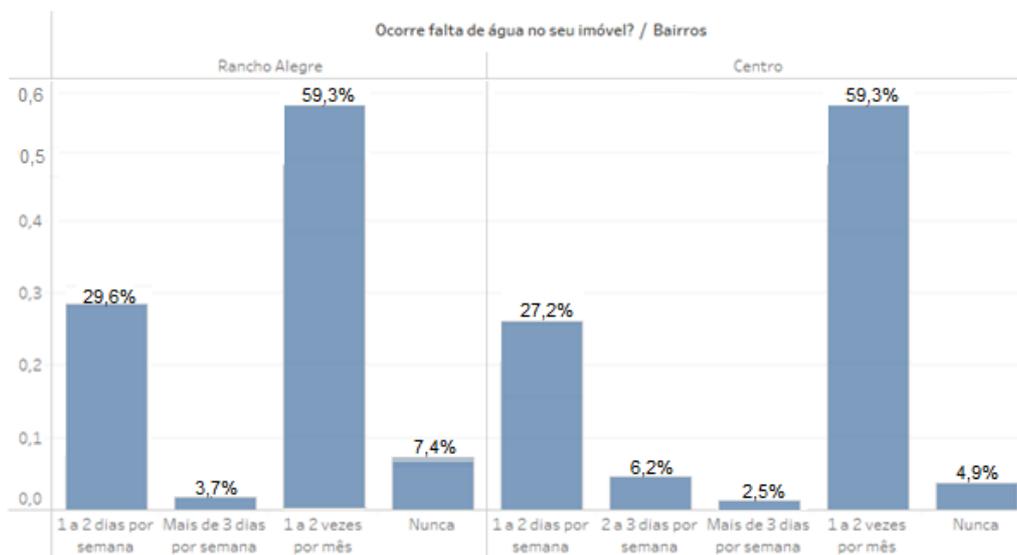
Conforme a pesquisa realizada com a população em relação à interrupção no fornecimento de água (Figura 23), a maioria dos correspondentes afirma ocorrer falta de água de uma a duas vezes por mês. Quando analisada esta informação, separando-a por bairros (Figura 24), ainda assim, os respondentes de ambos os bairros mostram que a interrupção no sistema de água ocorre mais frequentemente de uma a duas vezes por mês.

Figura 23 - Porcentagem de respostas em relação à frequência na interrupção do fornecimento de água



FONTE: Autora (2022)

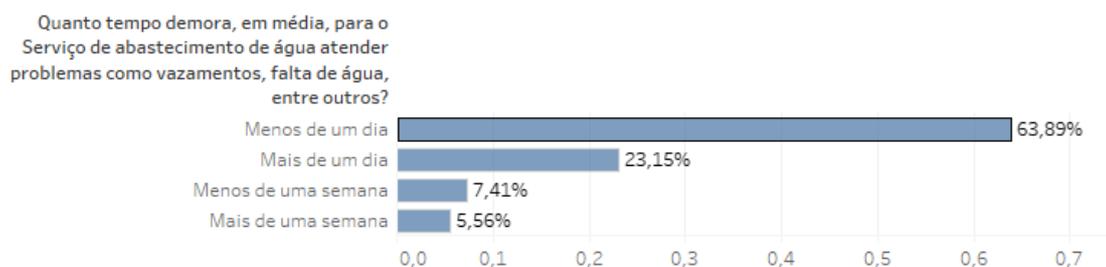
Figura 24 - Porcentagem de respostas em relação a frequência na interrupção do fornecimento de água por bairro



FONTE: Autora (2022)

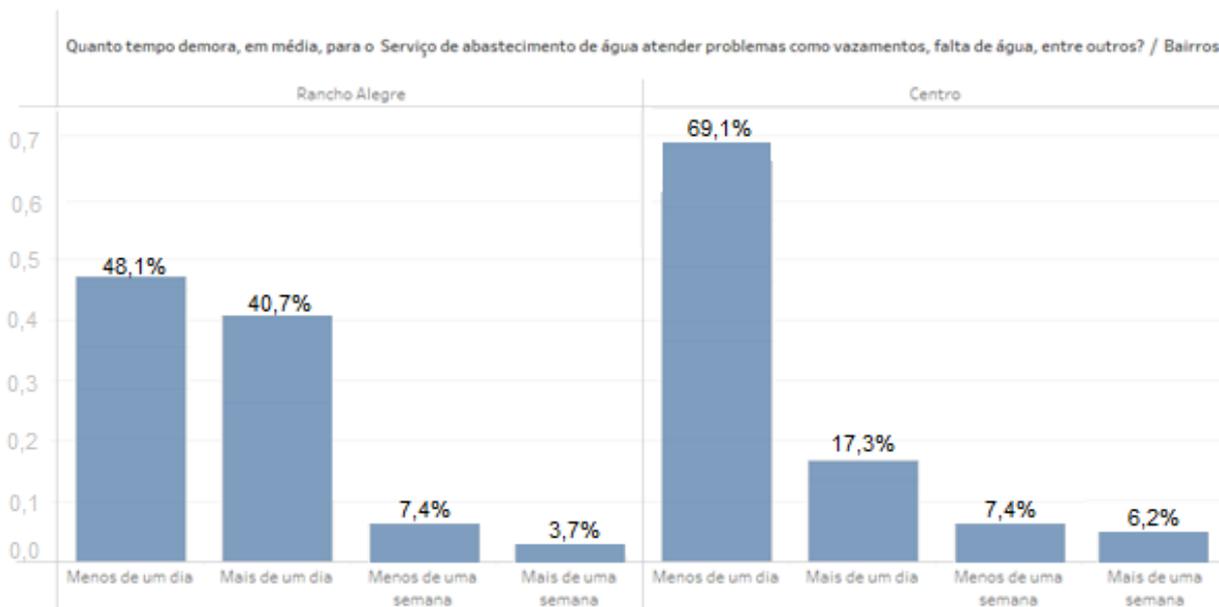
Como mostrado na Figura 25, a demora, em média, para o serviço de abastecimento de água atender aos problemas é de menos de um dia. Ao se analisar a mesma informação por cada bairro (Figura 26), tem-se que, no Bairro Centro, os problemas são resolvidos em menos de um dia; mas, no Bairro Rancho Alegre, a porcentagem de respostas entre menos de um dia e mais de um dia está bem próxima. Com isso, pode-se inferir que, de acordo com a percepção dos usuários, o tempo para atender os problemas é maior no Bairro Rancho Alegre. Este bairro é mais novo, está crescendo e é mais distante da ETA, o que pode justificar a maior demora para atender aos problemas de abastecimento de água. No entanto, infere-se que a frequência e o tempo de paralisação no fornecimento de água são pequenos e não trazem grandes incômodos aos seus usuários.

Figura 25 - Porcentagem de respostas em relação ao tempo para atender os problemas no abastecimento de água



FONTE: Autora (2022)

Figura 26 - Porcentagem de respostas em relação ao tempo para atender os problemas no abastecimento de água por bairro



FONTE: Autora (2022)

Grande *et al.* (2016) ressaltam que a frequência na interrupção do abastecimento de água afeta a população de acordo com a capacidade de armazenamento de água de sua residência; isso é determinante nos níveis diferenciados dos impactos do racionamento, os quais podem atingir os indivíduos de uma população, sendo que as residências das classes mais altas tendem a ter maior capacidade de armazenamento, o que faz com que seus usuários mantenham suas rotinas de uso da água praticamente inalteradas. Portanto, a interrupção no abastecimento de água afeta mais as populações de baixa renda (GRANDE *et al.*, 2016).

Para efeitos de interrupção no sistema de água maneira planejada, tem-se dispositivos legais, que permitem a interrupção do abastecimento de água, como o artigo 6º, §3º, I e II e §4º da Lei Federal nº 8.987/1995 (BRASIL, 1995) e do art. 40 da Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), que trazem que é permitido a interrupção do abastecimento em razão da necessidade de efetuar reparos, modificações ou melhorias de qualquer natureza nos sistemas. Mas as leis deixam claro que a interrupção não pode iniciar na sexta-feira, no sábado ou no domingo, em feriado ou no dia que antecede ao feriado. No caso de Conceição das Pedras, as interrupções que acontecem são devidas há

problemas no abastecimento em decorrência, principalmente, da necessidade de ampliação do sistema para atender a demanda, ou seja, sem planejamento.

Ao se avaliar as respostas referentes à pressão com que a água é disponibilizada pelo serviço de abastecimento (Figura 27), tem-se que a maioria das pessoas (75,93%) considera a pressão da água satisfatória. Ao se analisar os bairros individualmente, tem-se também que em ambos a maioria considera a pressão satisfatória.

Figura 27 - Porcentagem de respostas em relação a pressão da água que vem da rua

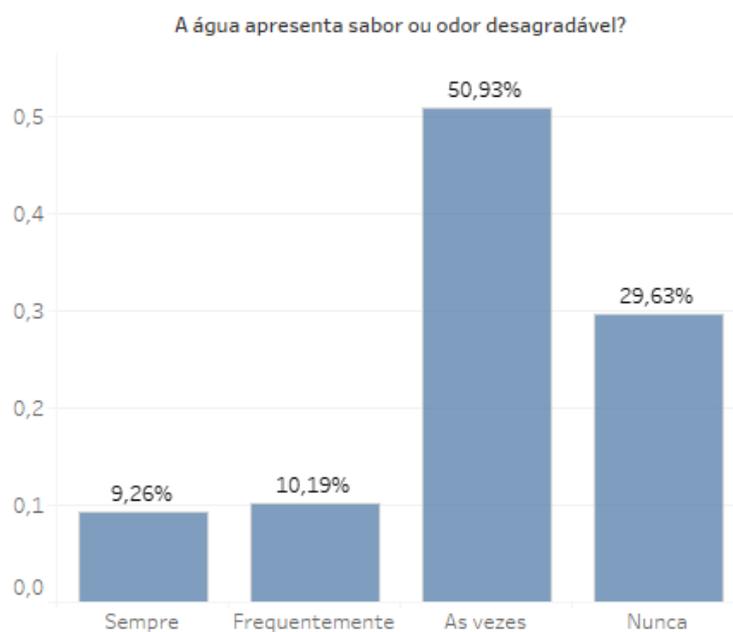


FONTE: Autora (2022)

De acordo com Grande *et al.* (2016), no que diz respeito ao critério hidráulico e a localização das residências em relação aos reservatórios de abastecimento de água, a suposição é que quanto maior a elevação topográfica das residências em relação aos reservatórios de abastecimento e quanto maior a distância entre a residência e o reservatório, menor a pressão da água no sistema. O perímetro urbano de Conceição das Pedras é pequeno e em cada bairro há um reservatório de abastecimento, fazendo com que as distâncias entre o reservatório e o ponto de distribuição sejam curtas. Porém, a área urbana do município está em uma montanha, o que significa que há desníveis geométricos consideráveis, sendo aproximadamente de 56 m de altitude entre o reservatório de água e o ponto mais baixo do município. Esses fatores justificam a maior parte dos respondentes considerarem a pressão da água satisfatória. Além disso, não há nenhuma residência do perímetro urbano que não seja atendida por deficiência de pressão da rede distribuição, o que faz com os moradores não sejam sensíveis a esta questão.

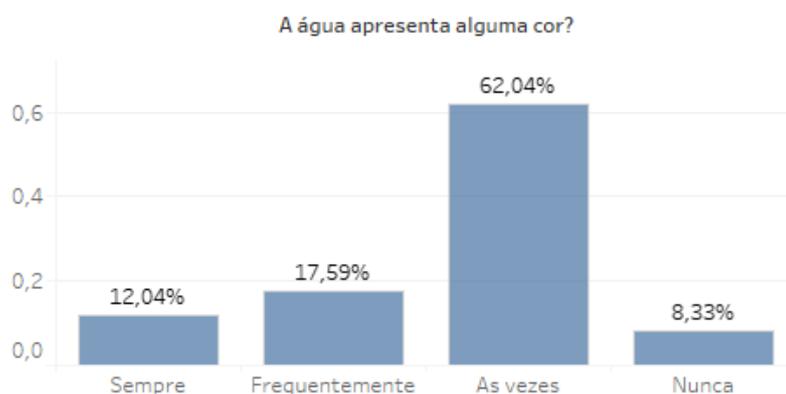
Na pesquisa com a população, foram feitas algumas perguntas referentes à qualidade da água distribuída. Foi perguntado se a água apresenta sabor ou odor desagradável (Figura 28) e também se a água apresenta cor (Figura 29). Em ambas as perguntas, a maioria das respostas foi “as vezes”. Nos casos em que há cor na água, também foi perguntado à população qual seria (Figura 30), onde a maior parte dos correspondentes afirma que a água é amarelada (50%). Houve dois respondentes que escolheram a opção “outros” e fizeram os comentários “Na época de chuva está sempre suja” e “Parece ter um óleo”.

Figura 28 - Porcentagem de respostas em relação a água apresentar sabor ou odor desagradável



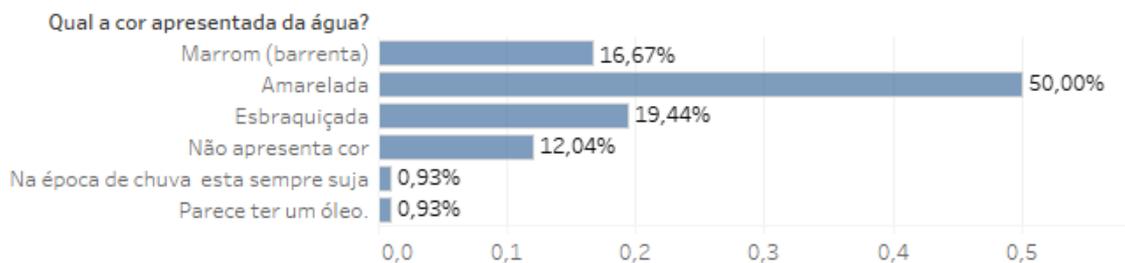
FONTE: Autora (2022)

Figura 29 - Porcentagem de respostas em relação a água apresentar alguma cor



FONTE: Autora (2022)

Figura 30 - Porcentagem de respostas em relação qual a cor que a água apresenta



FONTE: Autora (2022)

Silva *et al.* (2019) explicam que a percepção da qualidade da água é impulsionada por diversas razões, como sabor, odor e cor que são relativamente associadas como motivo de doenças, o que, muitas vezes, não é verídico.

Para Who (2004), a cor e a turbidez que a água para consumo apresenta podem ser motivos de rejeição, mesmo que ela atenda aos parâmetros de qualidade. Isso pode fazer com que os consumidores passem a usar uma água sem saber de sua qualidade, mas que apresenta características aceitáveis. Mostra ainda que a água para consumo não deve apenas ser potável, ela deve ser aceitável em termos estéticos e organolépticos. De acordo com a pesquisa, pode-se observar que a maioria dos respondentes afirma que as vezes a água apresenta alguma cor, então é provável que este parâmetro esteja acima do valor máximo permitido, que é de 15uH, ou seja, imprópria para o consumo. Sendo assim, deve ser feita análise da qualidade desta água para certificar se ela atende os parâmetros de qualidade da Portaria GM/MS nº 888/2021 (BRASI, 2021).

Em Conceição da Pedras, a estação de tratamento não está atendendo a demanda e uma nova ETA já está prevista para ser implementada. Mas, até que seja finalizada a ampliação, pode ocorrer que, nos momentos de pico de demanda, a qualidade da água distribuída apresenta-se inadequada.

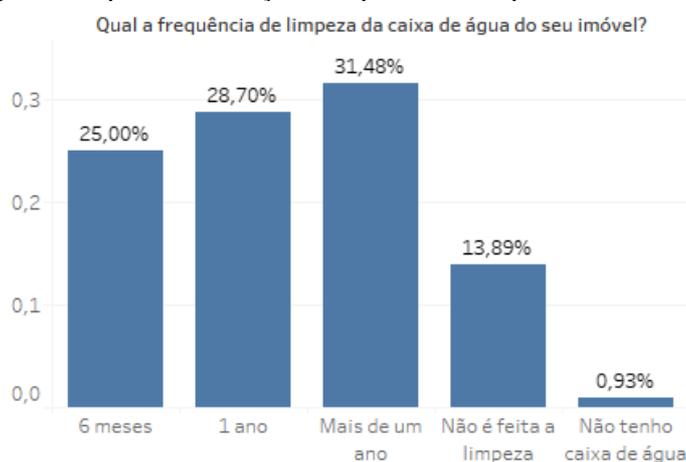
Um outro fator que contribui para distribuição de água com qualidade inferior é a operação da ETA em períodos de chuva, pois com a alteração da turbidez na água captada é necessária a alteração da dosagem dos produtos utilizados no tratamento da mesma. Entretanto, na maioria das estações de tratamento, principalmente em municípios de pequeno porte, o controle da dosagem dos produtos químicos utilizados no tratamento de água é ineficaz (FRANCO, 2009). É bastante frequente nas estações de tratamento de água dosagens inadequadas em consequência dos poucos estudos existentes sobre a dosagem correta dos coagulantes, não sendo determinados previamente valores eficazes que

resultem na melhor qualidade da água tratada, evitem o desperdício de reagentes e reduzam a produção de resíduos e os custos no tratamento de água (FRANCO, 2009). Colabora com isto o baixo grau de instrução dos operadores, visto que a grande maioria deles possui escolaridade insuficiente (PAPANI, 2010).

Também foi perguntado à população qual frequência de limpeza da caixa de água do imóvel (Figura 31), uma vez que isso pode interferir na qualidade da água que chega em suas torneiras, não sendo um problema do sistema de abastecimento propriamente. A quantidade de pessoas que responderam que a limpeza é feita a cada 6 meses, a cada um ano e em mais de um ano foram aproximadas, entre 25 e 31%.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), especificamente para as residências, torna-se recomendável a limpeza da caixa pelo menos a cada 6 meses (BRASIL, 2011). Dessa forma, pode-se dizer que apenas 25% dos usuários fazem a limpeza da caixa de água dentro do intervalo de tempo definido pela Resolução da Diretoria Colegiada - RDC da ANVISA n° 63/2011 (BRASIL, 2011).

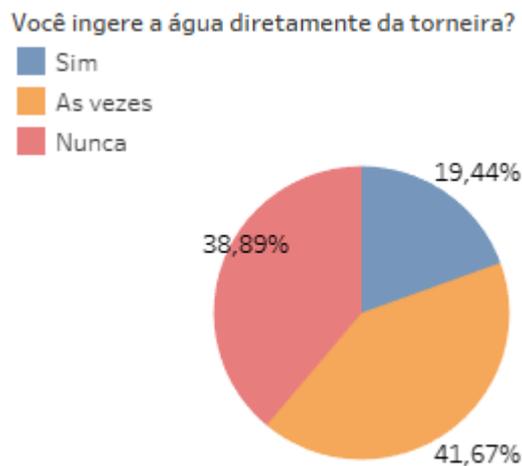
Figura 31 - Porcentagem de respostas em relação a frequência de limpeza da caixa de água do imóvel



FONTE: Autora (2022)

Também foi realizada a pesquisa com a população para saber se eles ingerem água diretamente da torneira (Figura 32). Ao se considerar as respostas “sim” e “às vezes”, significa que os respondentes ingerem a água diretamente da torneira em algum momento, o que corresponde a maioria das respostas, com 61,11%. Mesmo alguns dos respondentes afirmando que a água às vezes apresenta sabor, odor ou cor, apenas 38,89% nunca ingerem a água diretamente da torneira.

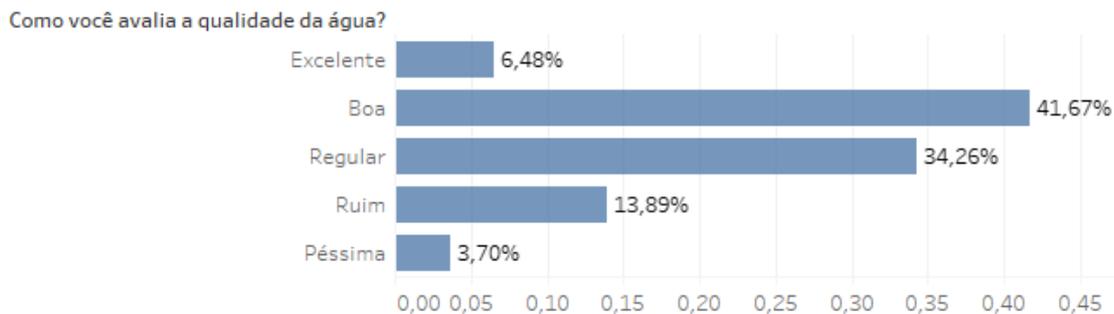
Figura 32 - Porcentagem de respostas em relação a ingestão de água diretamente da torneira



FONTE: Autora (2022)

Em relação à qualidade da água fornecida pelo serviço de abastecimento de água (Figura 33), a maioria das respostas foi de que a qualidade da água é boa ou regular. Ao se comparar com as respostas sobre a água apresentar sabor ou odor desagradável e alguma cor, a maioria das pessoas que disse que às vezes a água apresenta sabor ou odor desagradável e alguma cor, também foram as que responderam que a qualidade da água está entre boa ou regular. Além disso, a maioria das pessoas que responderam que ocorre falta de água de uma a duas vezes por mês considera que a qualidade da água é boa. Com isso, pode-se supor que, mesmo o serviço de abastecimento de água apresentando alguns possíveis problemas, a maioria da população considera a qualidade da água boa ou regular.

Figura 33 - Porcentagem de respostas em relação a qualidade da água

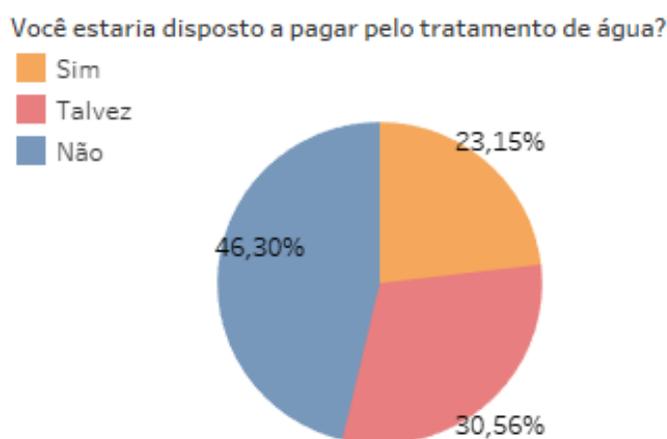


FONTE: Autora (2022)

Para Andrade *et al.* (2019), a variação de respostas entre as opções péssima, ruim, regular, boa e excelente de qualidade da água mostra uma divergência de opiniões consideravelmente acentuada, o que pode estar ligada à localização geográfica das residências e, conseqüentemente, à infraestrutura de saneamento.

Por fim, perguntou-se à população se ela estaria disposta a pagar pelo tratamento de água (Figura 34) e, mesmo relatando alguns problemas na qualidade da água, a resposta mais frequente foi que não estaria disposta a pagar pelo tratamento (46,30%).

Figura 34 - Porcentagem de respostas em relação a disposição da população a pagar pelo tratamento de água



FONTE: Autora (2022)

Para que seja possível a cobrança pelo tratamento da água é necessária a instalação de hidrômetros nas residências, o que não ocorre em Conceição das Pedras. No SNIS (2020), o indicador de hidrometração informa que seu índice é de 100% na cidade, mas na visita a campo foi comprovado que essa informação é errônea e que não há hidrometração no município.

Em um estudo realizado com a população de Barcarena, no estado do Pará, a maioria se recusa em aceitar a instalação de hidrômetros em suas residências devido ao controle do volume utilizado que será cobrado; mesmo alegando que a água possui sabor e cor, eles não querem pagar por melhorias no sistema (GONÇALVES; FERNANDES; GIRARD, 2015).

Andrade *et al.* (2019) fizeram um estudo sobre a percepção dos usuários em relação ao abastecimento de água do município de Itapororoca no estado do Paraíba: o SAA do município é gerido pela própria PM, não há tratamento da água e, conseqüentemente, não

há cobrança pelo mesmo. Este estudo mostrou que, em geral, a população está satisfeita com o serviço de distribuição da água, mesmo a maioria dizendo que há água na torneira somente duas vezes por semana. Isso acontece pela falta de cobrança por esse serviço, o que faz a população se acomodar e não ter direito a exigir melhorias no serviço de abastecimento de água. Então, percebe-se que quando não há cobrança pelo serviço de abastecimento de água, na maioria das vezes, a população prefere continuar com problemas na qualidade de água ao invés de pagar por um serviço adequado. Também pode-se pensar que esta recusa no pagamento pode ter relação com o poder aquisitivo da população, com renda insuficiente para pagar pelos serviços básicos que garantam sua saúde e bem estar.

Segundo Arruda, Lima e Scalize (2016), a cobrança justa pelos serviços de abastecimento de água está diretamente ligada à satisfação de seus usuários. A questão da cobrança adequada e a satisfação dos usuários são fatores fundamentais para um equilíbrio entre as questões ambientais e a qualidade de vida.

Ao final, deixou-se a opção de os respondentes fazerem alguma consideração. Das 108 respostas, apenas 19 (17,6%) deixaram algum comentário sobre o sistema. Dois comentários foram positivos, 13 foram negativos e quatro foram sobre o desperdício de água por parte de seus usuários. Na Figura 35, é apresentada uma nuvem das palavras que mais foram mencionadas nos comentários. Conforme a nuvem, a palavra mais mencionada foi desperdício, seguida das palavras engordurada, falta de pessoas capacitadas e água suja.

Figura 35 - Nuvem das palavras mais mencionadas nos comentários pelos respondentes



FONTE: Autora (2022)

Muitos comentários foram sobre o desperdício de água que ocorre por parte dos consumidores, provavelmente, em função do seu não pagamento. De acordo com os indicadores no SNIS (2020), o consumo médio per capita de água da população de Conceição das Pedras é 409,35 L/hab.dia, valor este muito alto ao se comparar a média nacional que é de 139,23 L/hab.dia ou, então, com o valor indicado pela Organização das Nações Unidas (ONU) de 110 L/hab.dia.

### 5.3. Diagnóstico Técnico-Participativo

Segundo as informações coletadas por meio de dados técnicos, da percepção dos usuários do sistema e da visita a campo, as unidades que compõem o SAA do município de Conceição das Pedras são: captação no córrego Boa Vista, adutora de água bruta, reservatório de água bruta semi enterrado, ETA, adutora de água tratada, reservatórios e rede de distribuição (Figura 36). Na sequência, será detalhado cada uma destas unidades.

Figura 36 - Unidades do sistema de abastecimento de água de Conceição das Pedras

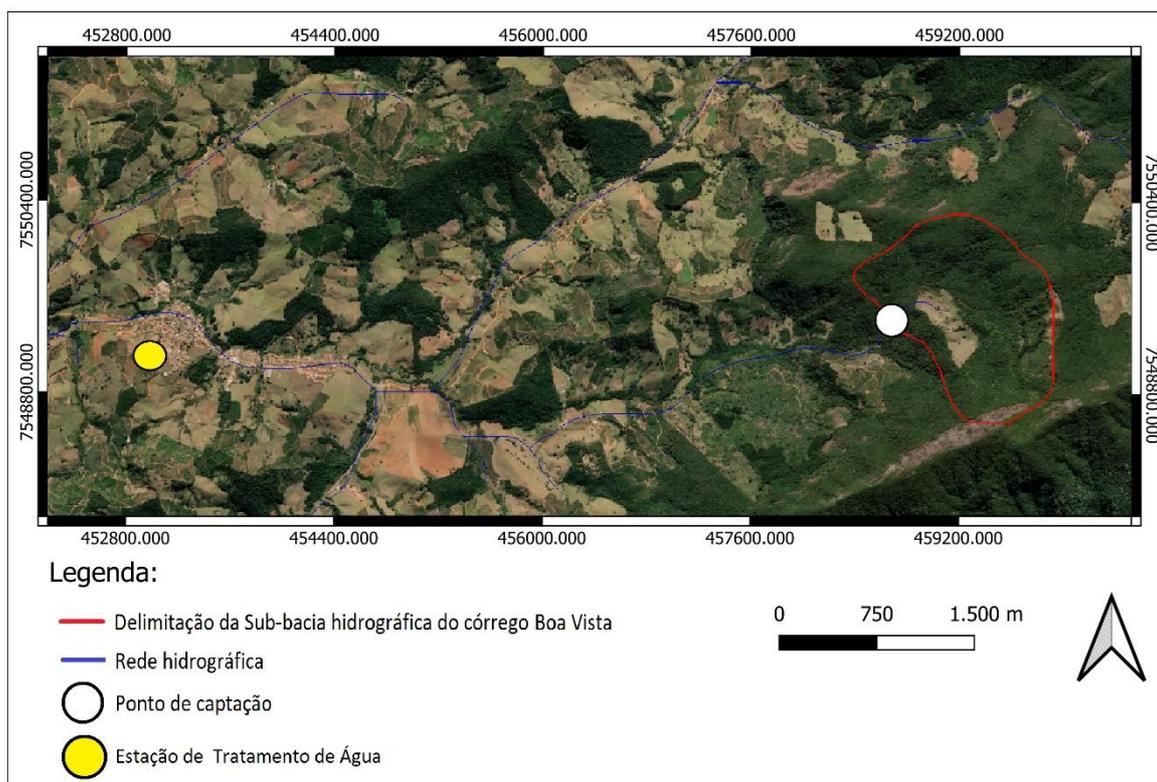


FONTE: Adaptado de ANA (2022)

#### 5.3.1 Captação

A água distribuída para a população de Conceição das Pedras é captada no córrego Boa Vista, no ponto localizado no Bairro Ventania, na zona rural, a cerca de 6 km da ETA. No local da captação, há uma área de preservação de mananciais, totalizando três hectares pertencente à PM; no entanto, não há mapas com a delimitação do local, somente uma escritura. A Figura 37 apresenta o ponto de captação e a sub-bacia hidrográfica do córrego Boa Vista, onde pode-se observar que o manancial encontra-se em área protegida por mata nativa, não há residências ou plantações ao redor que possam poluir o córrego.

Figura 37 - Localização da sub-bacia e do ponto de captação no córrego Boa Vista



FONTE: Adaptado de Google Earth Pro (2022)

A captação é do tipo de manancial superficial e sistema isolado, compõe-se de uma pequena barragem de nível, com vertedouro retangular para extravasamento e saída de fundo. A água é coletada em uma caixa provida de grade e canal de saída e é conduzida a um reservatório semi-enterrado dotado de comporta na entrada (Figura 38), localizado próximo ao ponto de captação. Após a coleta, a água é aduzida para a ETA por gravidade por uma tubulação enterrada de PVC DEFoFo de 100 mm.

A estrutura da captação no córrego Boa Vista apresenta-se em estado regular de conservação, ela está coberta por vegetação e folhas devido à mata nativa presente no local (Figura 38).

Figura 38 - Captação no córrego Boa Vista



FONTE: Autora (2021)

Não há medição do volume captado, mas, de acordo com os funcionários do serviço de abastecimento de água, a vazão média captada é de 45 m<sup>3</sup>/h, porém, no período de estiagem (julho a novembro), a vazão média é de 10 m<sup>3</sup>/h. A limpeza do local da captação ocorre três vezes ao ano, para retirada de folhas, galhos e outras sujeiras que ficam retidas na grade e no vertedouro.

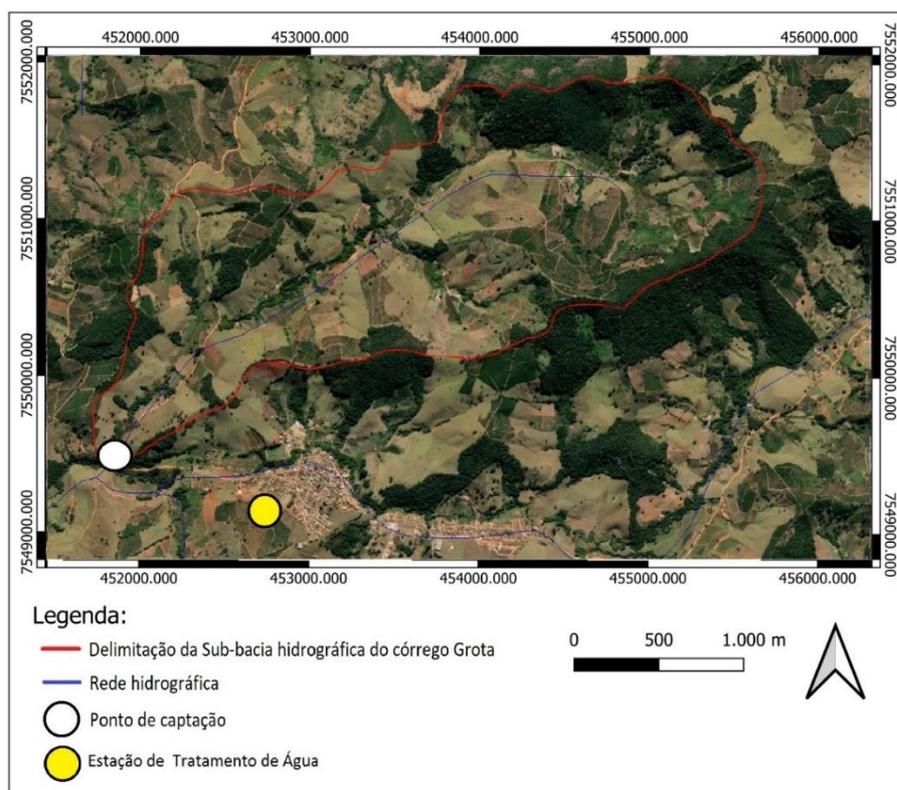
No “Atlas águas: painel de indicadores”, a vazão captada em Conceição das Pedras é 35 m<sup>3</sup>/h, e a água é aduzida até a ETA em um cano de PVC de 150 mm (ANA, 2022). Isso mostra que essas informações disponibilizadas pela ANA divergem das informações obtidas em campo, mas, quanto à vazão, não dá para afirmar qual o certo, por não haver medição.

A captação no Córrego Boa Vista possui outorga de uso insignificante, entretanto, a vazão captada está acima da vazão máxima considerada como uso insignificante, estabelecida na Deliberação Normativa CERH n° 09, de 16 de junho de 2004, que é no

máximo até 1 L/s, ou 3,6 m<sup>3</sup>/h. Isso significa que o sistema está captando bem mais do que está permitido na outorga (cerca de 12 vezes a mais). Ressalta-se que, de acordo como o site da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), a última outorga concedida foi em 14 de agosto de 2013, Processo 17145/2013, e a mesma teve seu vencimento em 13 de agosto de 2016. Depois disso, não foi obtida nenhuma outra outorga.

No “Atlas águas: painel de indicadores” (ANA, 2022), o manancial do córrego Boa Vista apresenta alto índice de segurança hídrica e alta eficiência da produção de água, mas ocorre que a vazão captada no Córrego Boa Vista não está sendo suficiente para atender à demanda do município, sendo necessário ampliar o SAA e buscar mais um manancial de abastecimento. Assim, em 2021, foi selecionado um segundo ponto de captação no córrego Grotta (Figura 39), localizado no Bairro Grotta, zona rural, a cerca de 1 km da ETA. Este, por sua vez, apresenta o projeto de captação, mas ainda não há outorga para a mesma.

Figura 39 - Localização da sub-bacia e do ponto de captação no córrego Grotta



FONTE: Adaptado de Google Earth Pro (2022)

De acordo com os operários da PM, o novo ponto de captação foi escolhido por ser próximo da ETA, reduzindo os custos de adução e, principalmente, pelo manancial estar

menos poluído com águas residuais do que outros mananciais disponíveis. Porém, ao se analisar a bacia hidrográfica do Córrego Grota (Figura 39), percebe-se que o manancial não está protegido, pois tem pouca vegetação ao seu redor, a bacia hidrográfica é utilizada por pastagem e plantações de café e tomate. Esta última, em específico, é um tipo de cultura que faz a utilização de agrotóxicos, que podem escoar até o córrego, causando sua poluição. Observa-se, na Figura 39, que à montante da captação há residências e estas despejam o esgoto doméstico diretamente no córrego. Além disso, o sistema de captação foi implantado embaixo de uma ponte, na estrada de rodagem, onde qualquer pessoa pode ter acesso facilmente e está sujeito a fontes de poluição (Figura 40).

Figura 40 - Local onde foi implantado o ponto de captação no córrego Grota



FONTE: Autora (2021)

As medidas de proteção realizadas pela PM foram de proibir verbalmente os produtores rurais de plantarem produtos que necessitam de elevado consumo de agrotóxicos, como, por exemplo, tomate, de forma a minimizar a contaminação do córrego. A PM também planeja a construção de fossas sépticas nas residências a montante da captação. Santos *et al.* (2013) ressaltam que a qualidade dos mananciais é degradada pela ação humana, tornando a água um veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias. Como consequência, os tratamentos para torná-la potável tornam-se mais onerosos, o que poderia ser evitado com a preservação dos mananciais e seu entorno para que a água não seja contaminada.

A captação no córrego Grota é do tipo superficial, de sistema isolado e possui uma vazão média captada de 20 m<sup>3</sup>/h. A captação é composta por uma pequena barragem de nível que foi conectada a uma tubulação de tomada d'água de 100 mm (Figura 41). A água

será aduzida por gravidade até um reservatório de 10.000 L. Ao lado do reservatório, há uma estação elevatória composta de uma motobomba centrífuga, com potência de 40 CV e vazão de 30 m<sup>3</sup>/h, para recalcar a água até a ETA. Ressalta-se que o sistema de adução ainda não foi concluído e o segundo ponto de captação não está em operação.

Figura 41 - Captação Superficial no Bairro Grota e estação elevatória



FONTE: Autora (2021)

### 5.3.2 Estação de Tratamento de Água

A ETA é pressurizada e do tipo compacta, sendo suas unidades apresentadas na Figura 42. Os processos de tratamento são compostos por coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção.

Figura 42 - Unidades da estação de tratamento de água de Conceição das Pedras



FONTE: Autora (2022)

A ETA foi implantada em 1992 pela PM, e possui capacidade de tratamento de 50 m<sup>3</sup>/h e opera 24 horas por dia, mas de modo deficitário, ou seja, abaixo da capacidade, com 30 m<sup>3</sup>/h de água devido ao tempo de uso e por falta de água no manancial. Observa-se, na Figura 43, que a ETA está em condições precárias de manutenção, com vários pontos de ferrugem. Não há nenhum registro de controle do volume de água captado, tratado ou distribuído e há várias irregularidades no piso, podendo causar acidentes durante a passagem dos operadores.

Figura 43 - ETA em condições precárias de manutenção



FONTE: Autora (2022)

Os produtos químicos utilizados no tratamento da água são sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ ) como coagulante, barrilha (carbonato de sódio  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) para a correção do pH da água e o hipoclorito de cálcio ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ) para a desinfecção de água. A alteração da dosagem de produto químico é realizada com base na inspeção visual da água, verificando transparência (turbidez) e coloração, visto que não há equipamentos necessários para realizar a dosagem adequadamente.

Normalmente, o preparo dos produtos químicos é realizado a cada dois dias e a quantidade utilizada para o tratamento é um saco de sulfato de alumínio (25 kg) diluído em duas caixas de água, uma de 500 L e outra de 250 L e um recipiente de 2 litros de hipoclorito de cálcio em pó diluído em 150 L de água. Já em dias chuvosos, a frequência e quantidade de produto é alterada, devido à turbidez da água ser mais elevada. Nestes dias chuvosos, também é utilizada a barrilha, sendo um balde de 20 L de barrilha diluído em 500 L de água.

Na sala de dosagem de produtos químicos (Figura 44), existem dois tanques com misturadores para colocação de sulfato de alumínio, porém, somente um misturador está funcionando. O produto é adicionado no primeiro tanque e, após o tempo de mistura, ele é transferido com o auxílio de um balde para o segundo tanque, no qual o misturador está com defeito. Na unidade de mistura, há também dois tanques para colocar o hipoclorito de cálcio, um tanque vazio e uma bomba dosadora utilizada para dosar a quantidade de produto utilizado no tratamento com vazão de 250 L/h. Segundo o operador, a cada sete meses, a bomba dosadora estraga e é necessário comprar uma nova, com custo médio de R\$14.000,00.

Observa-se que, na sala de dosagem de produtos químicos (Figura 44), há equipamentos sem manutenção, as ligações entre os tanques são precárias, o local está sujo e o recipiente utilizado para medir a quantidade de hipoclorito de cálcio é uma embalagem de amaciante cortada.

Figura 44 - Sala de dosagem de produtos químicos



FONTE: Autora (2021)

O controle da dosagem dos produtos químicos utilizados no tratamento de água ainda é ineficaz na maioria das estações de tratamento, e um dos fatores que contribui para isto é o baixo grau de instrução dos operadores, visto que, em sua maioria, não possuem escolaridade suficiente para realização das análises de qualidade da água e do controle de dosagem (PAPANI, 2010).

Outro problema apontado nas ETAs é a escassez de informações sobre as dosagens corretas destes coagulantes. Não há determinação de valores eficazes que resultem na utilização de menos produtos, evitando, assim, os excessos e desperdícios de reagentes e, por consequência, maior geração de lodo. Ressalta-se que a eficiência da dosagem é importante para reduzir a turbidez e a cor da água (FRANCO, 2009). Assim, pode-se inferir que a dosagem inadequada dos produtos na ETA de Conceição das Pedras é um dos fatores que interfere na qualidade da água distribuída, como a cor amarela apontada pelos munícipes (conforme dados do formulário de percepção dos usuários).

A coagulação e a desinfecção são realizadas na tubulação de entrada de água no floccodecantador. Para que a etapa de desinfecção ocorra com mais eficiência, a turbidez da água deve ser mínima. Portanto, quando a desinfecção é realizada no início do tratamento ela é menos eficiente e há um maior consumo de produto, devido a turbidez da água ser mais elevada (HELLER; PÁDUA, 2010).

A floculação é realizada juntamente com a decantação um tanque de ferro de 30 m<sup>3</sup> e de fluxo ascendente. A limpeza do floccodecantador é realizada a cada quatro meses pelos

funcionários da ETA e sua execução demora cerca de 3 horas. O lodo que sai do floccodcantador durante a limpeza é descartado em uma área verde ao lado da ETA (Figura 43), sem nenhuma preocupação com o seu descarte.

Na NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004), o lodo gerado na ETA é classificado como resíduo sólido e deve ser tratado antes de sua disposição final. Algumas alternativas para disposição do lodo são: pelo processo de secagem e depois encaminhá-lo para um aterro; aplicar em solos agrícolas; utilizar na recuperação de áreas degradadas; incorporar em materiais de construção civil e materiais cerâmicos; ou encaminhar para a estação de tratamento de esgoto (ANDRADE; SILVA; OLIVEIRA, 2014).

A filtração é realizada em um tanque de ferro de 20 m<sup>3</sup>, com fluxo descendente, taxa de filtração de 50 m<sup>3</sup>/hora e o meio de filtrante é composto de areia e carvão. A limpeza do filtro é realizada duas vezes por dia em contracorrente. O tempo gasto na limpeza é de 30 minutos por limpeza, porém, em dias chuvosos, a quantidade de lavagem é alterada de acordo com a necessidade. Assim como o efluente do floccodcantador, o efluente do filtro é descartado de forma incorreta em uma área verde ao lado da ETA. A troca do leito filtrante é realizada uma vez por ano por uma equipe especializada. Após a etapa de filtração, a água vai para o reservatório apoiado e, assim que ele atinge sua capacidade, a água passa a alimentar o reservatório enterrado.

Não é realizada a fluoretação no tratamento de água. Porém, de acordo com a Lei Federal nº 6.050/1974, a fluoretação da água de abastecimento público é obrigatória (BRASIL, 1974).

A ampliação do SAA de Conceição das Pedras está sendo realizada e uma nova ETA (Figura 45) foi instalada a cerca de 250 m de distância da ETA atual. Quando a nova ETA entrar em operação, a ETA antiga será deslocada para um bairro no perímetro rural.

A nova Estação Tratamento de Água é do tipo Compacta Aberta, fabricada em aço carbono, com as dimensões de 2,5 m de largura, 11 m de comprimento e 3 m de altura, com capacidade de 50 m<sup>3</sup>/h. As unidades de tratamento envolvem o misturador rápido hidráulico, flocculadores, decantador de lamelas, filtro de areia, desinfecção e o laboratório de análises. A reservação continuará sendo nos reservatórios já existentes.

Figura 45 - Nova estação de tratamento de água



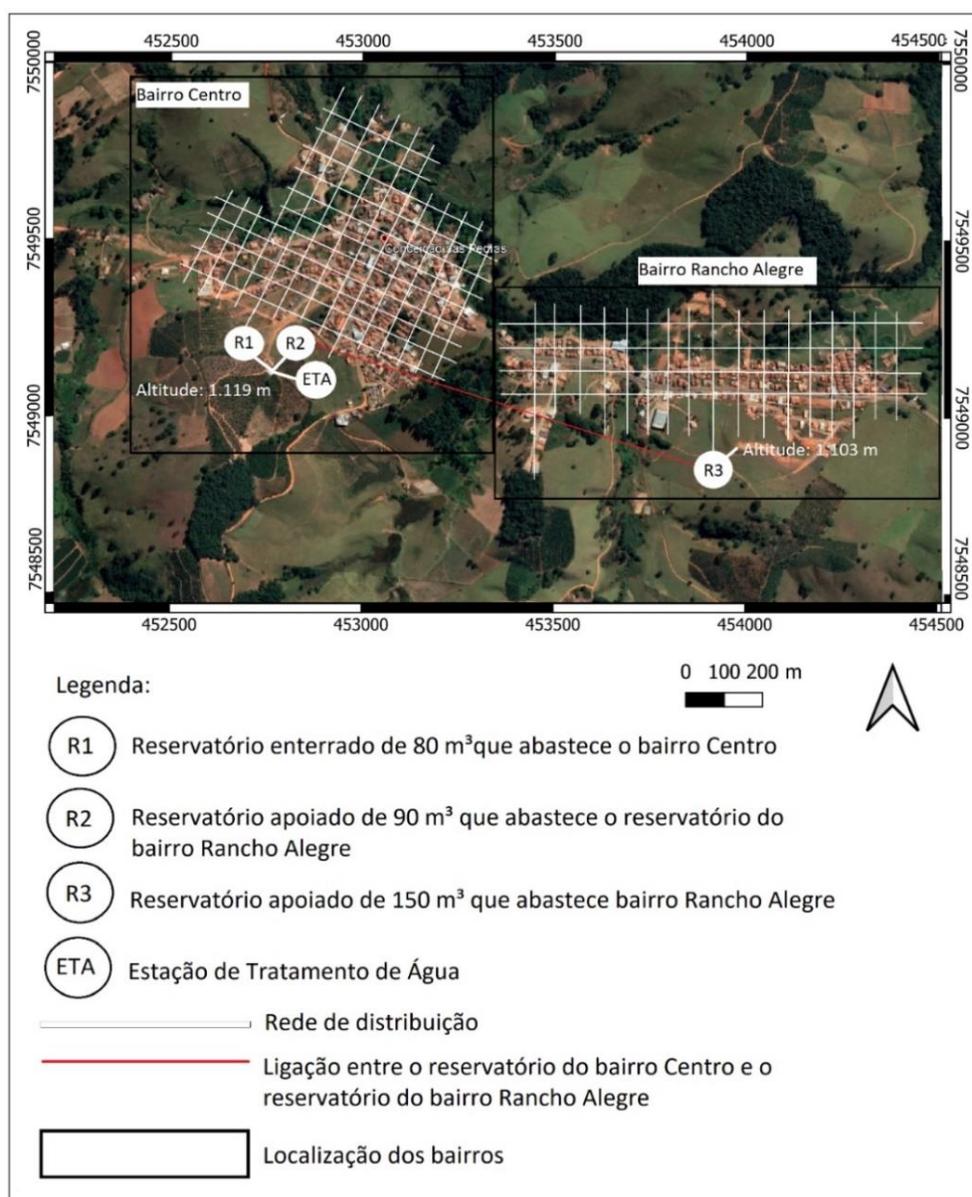
FONTE: Autora (2021)

### 5.3.3 Reservatórios

O SAA de Conceição das Pedras possui 3 reservatórios, sendo 2 reservatórios junto à ETA e 1 no bairro Rancho Alegre (Figura 46). O primeiro reservatório (R1) possui volume de 80 m<sup>3</sup>, é enterrado, de alvenaria, localizado em cota inferior a ETA e abastece o bairro Centro. O segundo reservatório (R2) possui volume de 90 m<sup>3</sup>, é apoiado, de latão e

abastece por gravidade o reservatório localizado no bairro Rancho Alegre. O último reservatório (R3) tem capacidade de 150 m<sup>3</sup>, é um reservatório enterrado de latão e abastece a população do Bairro Rancho Alegre.

Figura 46 - Localização da ETA, dos reservatórios, e esquema do fluxo de água da rede de distribuição do sistema de abastecimento de água de Conceição das Pedras



FONTE: Adaptado de Google Earth Pro (2022)

Na Figura 47, verifica-se que os reservatórios R1 (enterrado) e R2 (apoiado) encontram-se em más condições de conservação. No reservatório R1, podem ser vistas marcas de vazamento em um dos registros e, no reservatório R2, a tampa está enferrujada e com a pintura descascando.

Figura 47 - Reservatórios localizados na ETA



FONTE: Autora (2021)

Todos os reservatórios não têm nenhum dispositivo de medição de vazão e de ventilação, nem na entrada e nem na saída. Portanto, não atendem aos requisitos da NBR12.217 (ABNT/1994). Os reservatórios localizados próximos a ETA e as demais unidades da ETA são fechados por uma cerca de tela. Ao seu redor, há plantações de café. Já o reservatório localizado no Bairro Rancho Alegre não é cercado. A limpeza dos reservatórios é realizada a cada 6 meses pelos funcionários da ETA.

No “Atlas água: painel de indicadores” consta que após o tratamento, a água do SAA de Conceição das Pedras fica armazenada em um reservatório apoiado de 370 m<sup>3</sup> (ANA, 2022), o que não confere com as informações obtidas em campo.

Com a ampliação do SAA, foi implantado, em 2022, um quarto reservatório ao lado do reservatório do Bairro Rancho Alegre (R3). Ele é um reservatório apoiado e tem capacidade de 100 m<sup>3</sup>, mas ainda não estava em funcionamento durante a coleta de dados da pesquisa.

#### 5.3.4 Rede de Distribuição

A tubulação da rede de distribuição de todo o município é em PVC marrom soldável de diâmetro de 60 mm. Não há planta desta rede, a exceção nos dois conjuntos habitacionais localizados no Bairro Rancho Alegre, um que foi implantado em 2012 e outro que está sendo implantado atualmente.

Foi verificado que não há micromedição nas residências do município, apesar de constar no SNIS (2020) que o IN009 - índice de hidromedidação de Conceição das Pedras é de 100%; portanto, esta é uma informação incorreta. Sá (2007) e Rosa (2015) apontam que a falta de micromedição nos municípios influencia diretamente no desperdício de água, pois, com este sistema, pode-se quantificar o volume de água utilizado e controlar o consumo; com isto, a população pode reduzir desperdícios e identificar os vazamentos com mais facilidade, contribuindo para o uso racional da água.

De acordo com operadores do sistema, a rede de distribuição está em excelentes condições, e não chega a ter nem 10% de perda de água na rede. De acordo com os indicadores no SNIS (2020), as perdas no sistema de distribuição são mais baixas ainda, com o IN049 - Índice de perdas na distribuição de 0,21%, o IN013 - Índice de perdas faturamento de 2,59% e o IN051 - Índice de perdas por ligação de 2,56 L/hab.dia. Mas como não há micromedição no SAA, não é possível determinar o valor real de perdas de água em Conceição das Pedras.

No Brasil, este índice de perdas de água na distribuição é da ordem de 40,1%, o que representa níveis elevados em relação aos padrões internacionais de países desenvolvidos, onde esse indicador atinge patamares da ordem de 10% (ABES, 2013). Diante do exposto, é provável que os valores de perdas na distribuição de Conceição das Pedras registrados no SNIS não sejam reais, pois nenhuma ação para verificação de perdas foi verificada. Trata-se de uma rede de abastecimento antiga, com setores de abastecimento com problemas, não há gerenciamento da pressão e nem varreduras nas redes e ramais para verificação de vazamentos não visíveis.

Mundim e Volschan Junior (2020) enfatizam em seu estudo que os indicadores disponibilizados no SNIS podem ser utilizados para o diagnóstico do sistema de abastecimento de água, porém, em alguns casos, esses dados podem não condizer com a realidade. Como é o caso do índice de perdas de água na distribuição do SAA de Conceição das Pedras.

As perdas de água devido ao rompimento da tubulação foram relatadas pelos operadores, o que evidencia que os índices são mais elevados. Os problemas de rompimento na rede ocorrem, em geral, na parte mais baixa do Bairro Centro, ou seja, nos pontos de distribuição que apresentam maior diferença de cota topográfica com o reservatório e, portanto, maior pressão na rede de distribuição.

Logo, uma das causas de perdas na distribuição deve-se à pressão excessiva e, para solucionar este problema, é necessário verificar as zonas de pressão estabelecidas a partir dos reservatórios de distribuição, de modo a verificar a necessidade de implementação de outras zonas de pressão. Na maioria dos casos, as zonas de pressão não são bem estabelecidas e resultam em rompimentos. Ressalta-se que esta análise é essencial para ser realizada na implementação dos novos reservatórios (FANTOZZI; LAMBERT, 2008).

A eficiência no sistema de distribuição de Conceição das Pedras é considerada média e o desempenho técnico da infraestrutura do gerenciamento de perdas é classificado como C, ou seja, há necessidade de redução de vazamentos (ANA, 2022), o que entra em conflito com a informação passada pelos funcionários que operam o sistema. Quando comparados à média nacional, estes índices também estão abaixo, sendo a eficiência no sistema de distribuição alta e o desempenho nas perdas classificados como A2 (ANA, 2022).

O SNIS (2020) apresenta que, em 2020, o IN071 - Duração média das paralisações no sistema de distribuição de água em Conceição das Pedras era de 7 horas/paralisação e o IN074 - Duração média das intermitências era de 6,67 horas/interrupção; ao se comparar com as informações de 2019, houve uma redução de 51,5% em relação a duração média das paralisações e de 16,6% em relação a duração média das intermitências. Já o número de economias atingidas por intermitências, o último ano que se teve informação foi de 2016 com 152 econ./interrupção.

Em concordância com os indicadores do SNIS, a percepção dos usuários do sistema apresentou que as interrupções acontecem cerca de uma a duas vezes por mês e demora em média menos de um dia para serem resolvidas. Portanto, o município apresenta um baixo número de interrupções no fornecimento de água.

Conforme o SNIS, o IN022 - consumo médio per capita de água de Conceição das Pedras, no ano de 2020, era de 409,21 L/hab.dia. Valor esse muito alto quando comparado com os municípios vizinhos que possuem hidrometração, como Pedralva com 131,63 L/hab.dia e Natércia com 172,95 L/hab.dia (SNIS, 2020).

Para manutenção e operação dos serviços de água e esgoto do município é cobrado uma taxa de R\$120,00 (Anexo C), inclusa no IPTU. Dividindo esta taxa por 365 dias, obtém-se o valor de 0,33 R\$/dia para cada residência, independentemente da quantidade de água consumida. Já no SNIS, em 2020, o IN005 - Tarifa média de água foi de 0,15 R\$/m<sup>3</sup>. Pode-se perceber que o valor disponibilizado pelo SNIS está bem longe da realidade.

A elevação de preço da tarifa paga pelo serviço de abastecimento de água tem como consequência a diminuição de seu consumo; já, por outro lado, se houver uma redução nessa tarifa, seria um estímulo ao aumento do consumo (LARRAIN, 2012). Diante disso, pode-se perceber que, ao estabelecer um valor fixo para a tarifa, não há estímulo para a população economizar água, visto que, independentemente do quanto seja seu consumo, este valor não será alterado. É o caso de Conceição das Pedras, que tem um consumo per capita de água muito alto, 409,21 L/hab.dia, cerca de 169% maior que a média do Brasil, 152,1 L/hab.dia, e a taxa pelo serviço é um valor fixo.

Segundo o “Atlas água: painel de indicadores”, o índice de atendimento da rede de distribuição encontra-se em 90,7%, valor um pouco abaixo da média nacional, que é de 92,01% (ANA, 2022). Já no SNIS (2020), o IN023 - Índice de atendimento urbano para Conceição das Pedras é de 100%, sendo que a média nacional é um pouco menor, com 93,35% (SNIS, 2020). O SNIS está em conformidade com os dados obtidos em campo e com os responsáveis pelo SAAE, isso mostra que 100% das residências no perímetro urbano do município são atendidas pelo SAAE.

### 5.3.5 Qualidade da Água

Para realizar as análises periódicas da qualidade da água tratada, estabelecidas na Portaria GM/MS nº 888/2021, a ETA conta com um pequeno laboratório (Figura 48), equipado com medidores de turbidez, cloro, pH e cor. Porém, os medidores de cor e pH estão com defeito, não sendo feito o controle desses parâmetros, sendo que somente o cloro e a turbidez são analisados a cada 2 horas. Portanto, a ETA está em desconformidade com a Portaria GM/MS nº 888/2021.

Figura 48 - Laboratório



FONTE: Autora (2021)

Há algumas reclamações dos consumidores dizendo que a água está gordurosa (conforme foi visto na percepção dos usuários) e, de acordo com o funcionário da ETA, a água fica assim nos períodos de chuva, quando a turbidez da água é mais elevada que a média diária, sendo necessário utilizar uma quantidade maior de sulfato de alumínio e barrilha no tratamento. Como, já relatado anteriormente, não há controle da alteração da dosagem de produtos, e soma-se a isto que a ETA pressurizada não é indicada para águas superficiais que apresentam níveis elevados de turbidez. Como consequência, nos períodos chuvosos, a eficiência da ETA pressurizada diminui e a dosagem de produtos é elevada, conferindo este aspecto gorduroso e com espuma a água distribuída.

De acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021, os pontos onde devem ser coletadas as amostras de água devem ser: na saída de cada filtro ou após a mistura da água filtrada, na saída do tratamento, no(s) reservatório(s), na rede de distribuição e nos pontos de captação. Já o número mínimo de amostras indicado na portaria está apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Número mínimo de amostras e frequência para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e bacteriológicas, em função do ponto de amostragem

Parâmetro	Número de amostras	Saída do tratamento	Número de amostras	Sistema de distribuição (reservatórios e redes)
<b>Turbidez, Residual de desinfetante (1), Cor aparente, pH</b>	1	A cada 2 horas	-	Conforme § 3º do Art. 42
<b>Fluoreto (2)</b>	1	Semestral	-	
<b>Gosto e odor</b>	1	Trimestral	-	Dispensada a análise
<b>Cianotoxinas</b>	1	Semanal quando contagem de cianobactérias <sup>3</sup> 20.000 células/mL	-	Dispensada a análise
<b>Produtos secundários da desinfecção (3)</b>	1	Dispensada a análise	1 (4)	Bimestral
<b>Acrilamida (5)</b>	1	Mensal	1 (6)	Mensal
<b>Epícloridrina (4)</b>	1	Mensal	1 (6)	Mensal
<b>Cloreto de Vinila (7)</b>	1	Semestral	1	Semestral
<b>Demais parâmetros (8) (9)</b>	1	Semestral	1 (6)	Trimestral
<b>Coliformes totais</b>	2	Semanal	5	Semanal

FONTE: Adaptado de Portaria GM/MS nº 888 (2021)

**NOTAS:**

- (1) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.
- (2) Para sistemas que realizam a fluoretação ou desfluoretação da água. Os demais sistemas devem realizar o monitoramento de fluoreto conforme a frequência definida para demais parâmetros.
- (3) Quando houver pré-oxidação com agente diferente do desinfetante incluir o monitoramento de subproduto em função do oxidante utilizado.
- (4) As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.
- (5) Deve ser monitorado apenas pelos SAA e SAC que fazem o uso de polímero que apresenta essa substância em sua constituição. A coleta de amostra deve ser realizada durante o período em que esse polímero for utilizado no tratamento de água.
- (6) Quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento (resultado da análise menor que o limite de detecção) fica dispensado o monitoramento na água distribuída, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema.
- (7) Cloreto de Vinila deve ser monitorado na rede de distribuição, mesmo que não seja encontrado na saída do tratamento, tendo em vista a possibilidade de serem liberados materiais a base de plástico PVC.
- (8) Para agrotóxicos, observar o disposto no parágrafo 4º do artigo 44.
- (9) Quando o parâmetro for detectado na saída do tratamento, deve-se monitorar com frequência trimestral na saída do tratamento e no sistema de distribuição.

Há algumas análises da água que são feitas pelo Laboratório Microrregional do Alto Sapucaí – LMAS, do Consórcio Intermunicipal de Saúde dos Municípios da Microrregião do Alto Sapucaí – CISMAS, localizado em Itajubá. A coleta de água para análise é feita pela vigilância sanitária do município e enviada ao CISMAS.

As amostras de água são coletadas na saída do filtro, na Escola Estadual Antônio Carlos, na Escola Municipal Mathilde Fabris Bianchi e em algumas residências. A agente da vigilância sanitária faz a análise do cloro residual livre no local e, nas amostras

coletadas enviadas ao CISMAS, são feitas análises de cor aparente, pH, turbidez e microbiológica (coliformes totais e *Escherichia coli*). Essas análises são realizadas sempre na primeira e última semana de cada mês, e os resultados de algumas análises são disponibilizadas no site da PM. Verifica-se que a frequência de análise dos coliformes totais não está de acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021, pois esta análise deve ser realizada semanalmente e, no SAA de Conceição das Pedras, ela é feita somente duas vezes no mês. Já em relação à quantidade de pontos, está de acordo com a portaria.

Na última análise disponibilizada no site da prefeitura, realizada em abril de 2022, todos os parâmetros analisados tiveram resultado satisfatório, conforme apresenta o relatório de análise de água (Anexo D), tendo como referência a Portaria GM/MS nº 888/2021. De acordo com os indicadores disponibilizados no SNIS, apresentados anteriormente na Tabela 7, para ano de 2020, tem-se que: IN075 (Incidência das análises de cloro residual fora do padrão) é de 50%; IN076 (Incidência das análises de turbidez fora do padrão) é de 0%; IN079 (Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual) é de 100%; IN080 (Índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez) é de 100%; IN084 (Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão) é de 0%; e IN085 (Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais) é de 100%. Portanto, as análises de turbidez e coliformes totais também estão de acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021, mas o cloro residual não, ou seja, a cada 10 análises de cloro residual realizadas do SAA do município, 5 não estão de acordo com a referida portaria. Ao comparar as duas fontes de dados, pode ser observado que houve uma melhora na qualidade da água de 2020 para 2022.

Apesar dos parâmetros analisados atenderem à Portaria GM/MS nº 888/2021, pode ser observado, por meio da percepção dos usuários, que a população relata que, às vezes, a água apresenta cor, gosto e odor. No Anexo D, tem-se que o parâmetro de cor analisado pelo CISMAS é satisfatório, porém, os parâmetros de gosto e odor não foram analisados. Mesmo a água apresentando cor que, por vezes, é amarelada, a população considera a qualidade da água boa.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 informa que algumas substâncias químicas inorgânicas, substâncias orgânicas, agrotóxicos, metabólitos e subprodutos da desinfecção devem estar de acordo com o padrão de potabilidade, pois representam risco à saúde e, além disso, a água deve atender ao padrão organoléptico e de cianotoxinas. Não é possível afirmar que esses parâmetros não são analisados, pois, somente algumas análises são

divulgadas no site da PM, no entanto, na última análise disponibilizada, não foi realizada a análise dessas substâncias. Mas de acordo com a pesquisa feita com os usuários a água algumas vezes apresenta cor, sabor e odor, ou seja, não atende ao padrão organoléptico disposto na Portaria GM/MS nº 888/2021.

### 5.3.6 Projeção Populacional

Para a realização da projeção populacional, utilizou-se os dados dos Censos de 1991, 2000 e 2010 e os métodos utilizados para realizar a projeção populacional foram os métodos matemáticos aritmético e geométrico. O método da curva logística não foi considerado, pois não foram atendidas as condições necessárias: a primeira condição foi atendida  $P_0 < P_1 < P_2$  ( $897 < 1140 < 1509$  e  $2493 < 2714 < 2749$ ); entretanto, a segunda condição ( $P_0.P_2 < P_1^2$ ) não foi atendida para a população urbana ( $1.353.573 > 1.299.600$ ), que foi o foco deste trabalho.

As equações resultantes para a projeção da população total e urbana utilizando os dados de população apresentados na Tabela 1 e os métodos matemáticos aritmético (Equações 30 e 31) e geométrico (Equações 32 e 33) e o coeficiente de determinação, foram:

$$Pat (Total) = 13,47t - 24333,1 \quad (30)$$

$$Pat (Urbana) = 32,21t - 63234,2 \quad (31)$$

$$Pgt (Tota) = 14,65t - 26690,9 \quad (32)$$

$$Pgt (urbana) = 51,90t - 102698 \quad (33)$$

Onde:

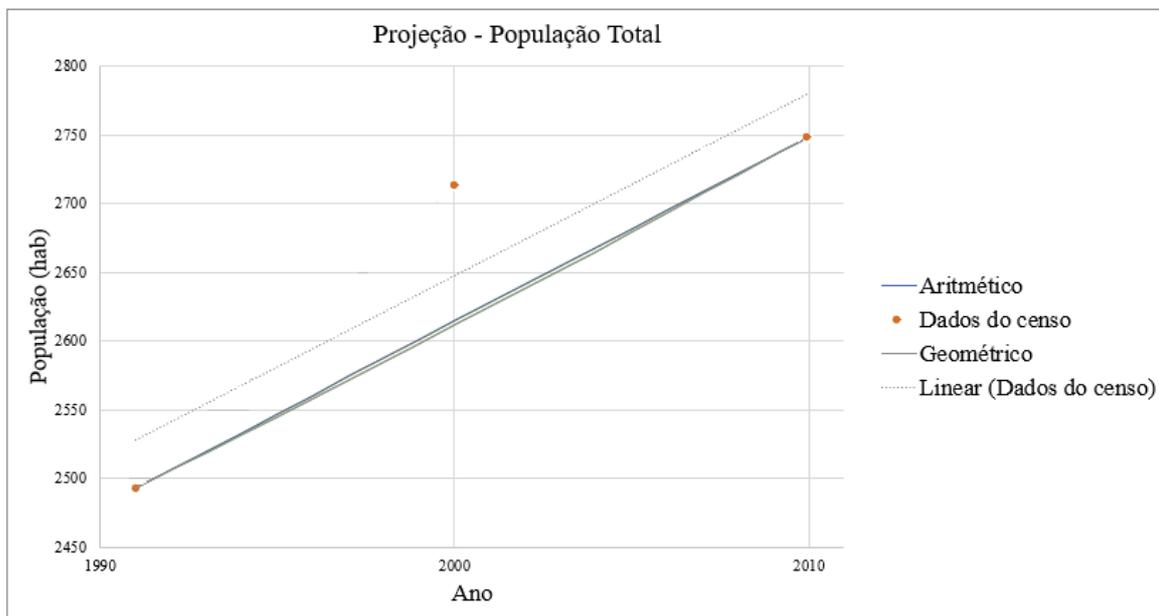
Pat: População total e urbana (Hab.) obtida pela Projeção aritmética;

Pgt: População total e urbana (Hab.) obtida pela Projeção geométrica;

t: Tempo, em anos.

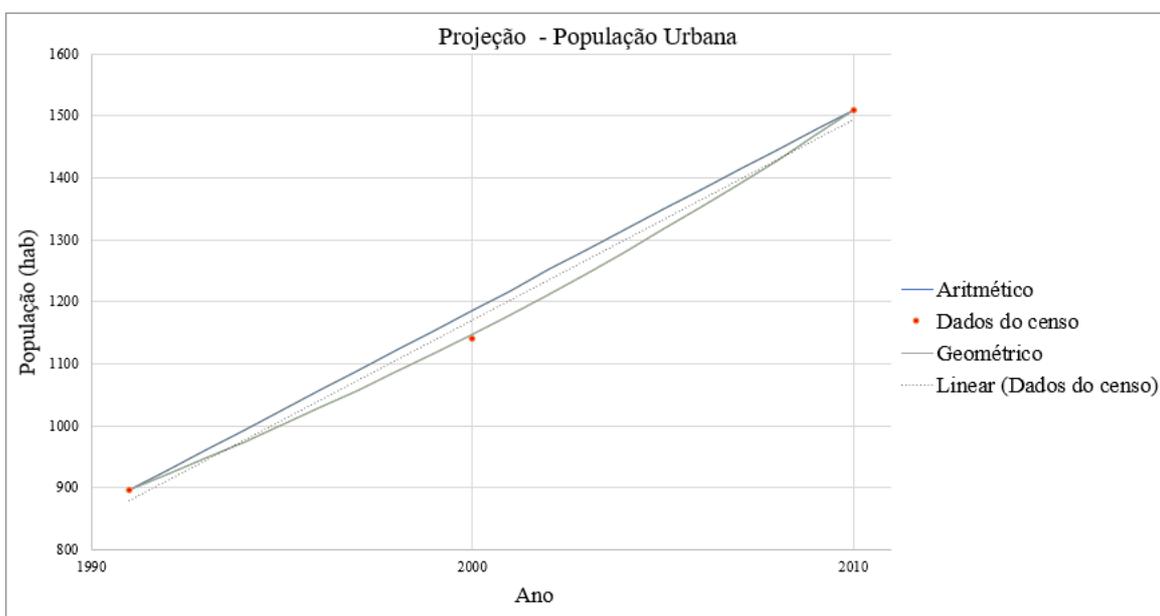
Nas Figuras 49 e 50 estão apresentadas as projeções populacionais de Conceição das Pedras, utilizando as projeções aritmética e geométrica, para o período de 1991 a 2010, para a população total e urbana, respectivamente.

Figura 49 - Projeção da população total de Conceição das Pedras, pelos métodos aritmético e geométrico, para o período de 1991 a 2010



FONTE: Autora (2022)

Figura 50 - Projeção da população urbana de Conceição das Pedras, utilizando as projeções aritmética e geométrica, para o período de 1991 a 2010



FONTE: Autora (2022)

Ao se analisar a regressão linear, tem-se que tanto para a população urbana como para a população total, a projeção que possuía o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) mais

próximo de 1 foi a projeção aritmética, resultando no valor de  $r^2$  igual a 0,9683 para a população total e de 0,9996 para a população urbana. Já a projeção geométrica, resultou no valor de  $r^2$  igual a 0,99678 para a população total e de 0,9988 para a população urbana.

Para análise, também foi comparada a projeção realizada pela Fundação João Pinheiro no Centro de Estatística e Informações, com as projeções aritmética e geométrica, para a população total de Conceição das Pedras nos anos de 2009 a 2020 (Tabela 5).

Tabela 5 - Projeção populacional total de Conceição das Pedras, realizada pela Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e obtida pelas projeções aritmética e geométrica, para o período de 2009 até 2020

Ano	Projeção populacional (Hab.)		
	Fundação João Pinheiro	Projeção aritmética	Projeção geométrica
2009	2820	2736	2735
2010	2827	2749	2749
2011	2834	2762	2763
2012	2841	2776	2777
2013	2847	2789	2792
2014	2853	2803	2806
2015	2859	2816	2821
2016	2864	2830	2835
2017	2869	2843	2850
2018	2875	2857	2865
2019	2880	2870	2879
2020	2884	2884	2894

FONTE: Adaptado de Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações (2009)

Verifica-se que os dados de população obtidos com as projeções aritmética e geométrica são bem próximos aos dados da projeção realizada pela Fundação João Pinheiro no Centro de Estatística e Informações. Ao se comparar a máxima diferença entre projeção realizada pela Fundação João Pinheiro no Centro de Estatística e Informações e os métodos de projeções calculados, tem-se 2,99% para a projeção aritmética e 3,01% para projeção geométrica.

Comparando-se a população (total e urbana) obtida para o ano de 2021 nas projeções aritmética e geométrica com a projeção do IBGE para este ano, tem-se que a projeção aritmética é a que mais se aproxima dos valores apresentados no IBGE (Tabela 6).

Tabela 6 - Projeção populacional total e urbana de Conceição das Pedras, utilizando projeção aritmética, geométrica e dados do IBGE, para o ano de 2021

<b>Fonte</b>	<b>População Total (Hab.)</b>	<b>População Urbana (Hab.)</b>
IBGE	2814	1545
Projeção Aritmética	2897	1863
Projeção Geométrica	2909	2039

FONTE: Adaptado de IBGE (2022b)

Diante disso, tendo a análise a regressão linear que possuía o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) mais próximo de 1, a projeção realizada pela Fundação João Pinheiro no Centro de Estatística e Informações e a comparação da população total e urbana para o ano de 2021 entre os dados do IBGE e os métodos utilizados, tem-se que a projeção aritmética foi a que melhor descreveu a dinâmica da população de Conceição das Pedras. Assim, ela foi usada para a estimativa da projeção populacional futura.

O crescimento populacional urbano estimado para Conceição das Pedras para o período de 2022 até 2042 é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Projeção da população urbana de Conceição das Pedras, utilizando projeção aritmética, para o período de 2022 até 2042

<b>Ano</b>	<b>Projeção urbana (Hab.)</b>
2022	1896
2023	1928
2024	1960
2025	1992
2026	2024
2027	2057
2028	2089
2029	2121
2030	2153
2031	2185
2032	2218
2033	2250
2034	2282
2035	2314
2036	2346
2037	2379
2038	2411
2039	2443
2040	2475
2041	2508
2042	2540

FONTE: Autora (2022)

### 5.3.7 Demanda de Água

Considerando o consumo disponibilizado pelo SNIS do ano 2020 de 409,21 L/hab.dia e adotando uma taxa de crescimento anual de 1,5% aa, tem-se que a demanda para o ano de 2022 é de 421,58 L/hab.dia e população urbana de 1.896 habitantes, resultando na vazão máxima (Equação 29) de 16,65 L/s e a vazão média de 9,25 L/s (Equação 26). Adotando os dados do operador do sistema como corretos, tem-se que, no período de chuva, a vazão média captada é de 12,5 L/s (45 m<sup>3</sup>/h) e, no período de seca é de 2,8 L/s (10 m<sup>3</sup>/h). Portanto, no período de chuva, a vazão atende à demanda, porém, no período de seca, há um déficit de 6,45 L/s (69,73%). Considerando que já está sendo implantado um novo ponto de captação no sistema, com vazão média de 5,55 L/s (20 m<sup>3</sup>/h), e somando os dois pontos de captação, tem-se um volume de 8,3 L/s e, mesmo assim, não será suficiente para atender a demanda atual no período de seca.

Já para a demanda de fim de plano (ano 2042), utilizando um consumo per capita de 567,80 L/hab.dia e população urbana de 2540 habitantes, chegou-se ao valor de 30,04 L/s para vazão máxima (Equação 29) e 16,69 L/s de vazão média (Equação 26). Então, mesmo no período de chuva haverá um déficit de 4,19 L/s (25,10%) e, se considerar o novo ponto de captação, no período de chuva, a vazão atenderá à demanda, mas no período de seca haverá um déficit de 8,39L/s (50,27%). Portanto, a vazão captada não será suficiente para atender a demanda futura no período de seca.

Apesar desta análise apontar um déficit no período de seca, na pesquisa feita com os usuários não há registros de falta de água pela população, apenas reclamações sobre o desperdício de água por parte da mesma. É provável que o sistema esteja operando no limite e com volume de reservação satisfatório para atender as demandas de pico. Também deve ser considerado que, como não há medição do consumo de água no município, portanto, o consumo per capita de 421,58 L/hab.dia pode estar superestimado.

Mas, por outro lado, esta análise mostra que se a população mantiver o atual consumo enfrentará severos problemas de falta de água. Os mananciais mais próximos já estão sendo explorados, ressalta-se que a nova captação encontra-se em um local desprotegido. A busca por outros mananciais de abastecimento implicará em maiores custos de adução, e, possivelmente, em maiores custos de tratamento.

Outro ponto preocupante é que considerando as duas captações, a vazão média é de 18,05 L/s e, de acordo com a Deliberação Normativa do COPAM n° 217 de 2017, é

necessário realizar o licenciamento ambiental de sistemas de tratamento de efluentes de ETA com vazão atual superior a 20 l/s (MINAS GERAIS, 2017). Portanto, se o consumo atual não for reduzido e for necessário aumentar o volume de água captada, o SAAE precisará realizar o licenciamento ambiental de sistemas de tratamento de efluentes de ETA.

Conceição das Pedras é um município pequeno, com clima ameno, com baixo índice de industrialização, a renda per capita da população é baixa, portanto, não há nada que justifique um consumo tão elevado, à exceção da falta de hidrometração e da cobrança pelo consumo da água ser realizada por meio de uma taxa fixa. De acordo com Franco *et al.* (2019), os SAA que não implantam sistema de micromedição e de cobrança pela água tratada podem colaborar para hábitos de desperdícios nos usuários.

Ao comparar o consumo per capita de Conceição das Pedras com outros municípios de pequeno porte e com características semelhantes, tem-se a seguinte situação: Natércia é um município limítrofe de Conceição das Pedras, com população de 4.728 habitantes, possui hidrometração nas residências, possui PMSB e consumo médio per capita de água, no ano de 2020, de 172,95 L/hab.dia (SNIS, 2020). Perceba que o porte populacional desses dois municípios é semelhante, estando na mesma região e, ainda assim, Conceição das Pedras possuía, em 2020, um consumo médio per capita de 409,21 L/hab.dia.

Indo um pouco mais além, para fins de comparação, utilizou-se os dados do SNIS, do consumo per capita de água dos municípios limítrofes de Conceição das Pedras (Tabela 8), considerando o ano de referência de 2020. É possível perceber que Conceição das Pedras possui uma tarifa média de água muito menor que os municípios que possuem hidrometração, dentre os municípios elencados. Porém, sabe-se que não há tarifa de água no município, mas sim, uma taxa fixa que resulta em um valor bem menor que o indicado pelo SNIS. Isso pode contribuir para o alto consumo per capita de água do município.

Tabela 8 - Consumo per capita e tarifa média de água dos municípios limítrofes de Conceição das Pedras

Município	Hidrometração	Consumo per Capita de água em 2020 (L/hab.dia)	População em 2022	Tarifa média de água em 2020 (R\$/m <sup>3</sup> )
Pedralva	Sim	131,63	11.146	5,42
Natércia	Sim	172,95	4.728	5,81
Jesuânia	Não	264,96	4.780	0,15
Cristina	Não	259,79	10.226	0,07
Olímpio Noronha	Não	433,20	2.809	0,15
Conceição das Pedras	Não	409,21	2.813	0,15

FONTE: Adaptado do SNIS, (2020)

Diante do exposto, será necessário que o município adote medidas para reduzir o consumo de água, de forma a torná-lo sustentável. Sendo assim, foi realizada uma nova projeção de demanda para o período de alcance de 20 anos, considerando que serão adotadas medidas para redução do consumo.

O consumo de água tende a aumentar ao longo dos anos devido ao crescimento do município, aumento de indústrias, melhoria da qualidade de vida da população. Deste modo, analisou-se por meio dos dados do SNIS, a evolução do consumo de água por pessoa (índice per capita de água) praticado no município de Conceição das Pedras ao longo dos anos. Nota-se que, na Tabela 9, com exceção de 2016 e 2020, anos em que o consumo per capita de água apresentou um pequeno decréscimo, nos demais anos esse índice tem aumentado gradativamente, apresentando uma taxa de crescimento de 4,55% aa.

Tabela 9 - Índice de consumo per capita de água de Conceição das Pedras

Ano	Consumo per capita de água (L/hab.dia)	Varição da taxa per capita (%)
2012	290,4	-
2013	295,8	1,86
2014	308,4	4,26
2015	365,7	18,58
2016	365,1	-0,16
2017	401,3	9,92
2018	406,2	1,22
2019	409,4	0,79
2020	409,2	-0,05
Média		4,55

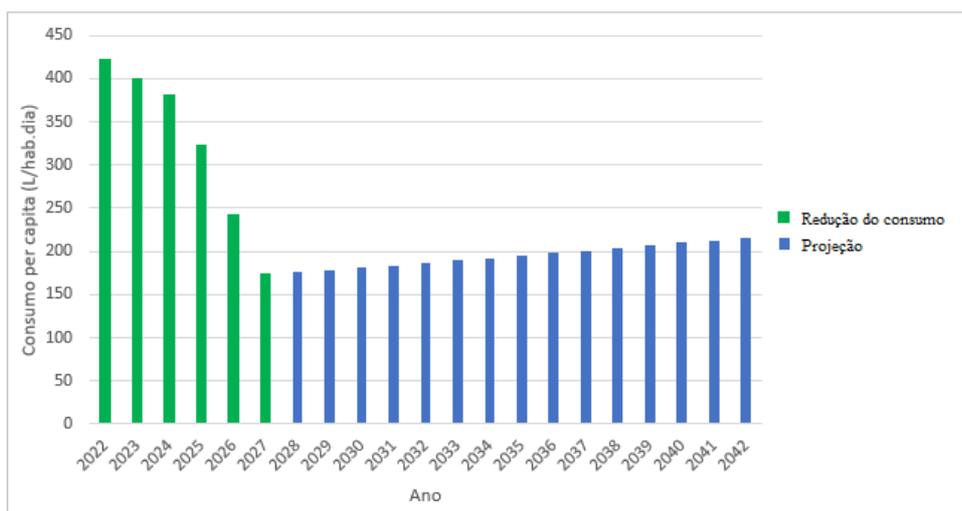
FONTE: Adaptado de SNIS (2022)

Na Tabela 9, pode-se observar que as taxas não seguem um valor linear e a taxa média é expressivamente alta. Com base na taxa média e considerando o consumo per

capita de água adotado, no final do período de planejamento (ano 2042), o consumo per capita de água alcançará o valor de 417,1 L/hab.dia. Como a taxa média de 4,55% resulta, ao longo dos anos, em um consumo muito alto e não sustentável, optou-se por projetar o consumo para o horizonte de planejamento à taxa anual de 1,5%, tomando como base o PMSB de Elói Mendes (NEIRU, 2021), e admite-se que essa taxa melhor se ajusta à evolução do consumo per capita de água do município.

Diante do exposto, foi realizada uma projeção da demanda de água de Conceição das Pedras para o período de projeto de 20 anos, considerando que haverá medidas de curto prazo (apresentadas no item 5.4.2) para redução no consumo per capita de água, e até 2027 o consumo per capita reduzirá a 172,95 L/hab.dia, mesmo consumo do município de Natércia, e a partir deste ano irá aumentar a uma taxa média de 1,5% aa. O consumo per capita de água ao final do período de planejamento alcançará o valor de 216,23 L/hab.dia (Figura 51).

Figura 51 - Projeção do consumo per capita de água de Conceição das Pedras



FONTE: Autora (2022)

Com a projeção populacional e a projeção do consumo per capita de água, pode-se estimar a demanda por água potável de Conceição das Pedras para os próximos 20 anos (Tabela 10). A demanda total em 2042 é estimada em 549,22 m<sup>3</sup> diários de água e a saturação da reservação chegaria a 68,65% (Tabela 10). Porém, no início do plano, considerando o consumo elevado e irreal, a demanda diária total é de 799,31 m<sup>3</sup> e a saturação chega a 99,91%, o que mostra a importância de se reduzir o consumo.

Tabela 10 - Estimativa da demanda por água potável considerando a projeção da taxa de consumo per capita

Ano	População Urbana (hab.)	Índice de consumo per capita de água, com acréscimo de 1,5% ao ano (L/hab.dia)	Consumo total diário (L/dia)	Reservação (L/dia)	Saturação da reservação atual (%)
2022	1896	421,58	799.312,59	319.725,04	99,91
2023	1928	400,50	772.162,95	308.865,18	96,52
2024	1960	380,47	745.729,98	298.291,99	93,22
2025	1992	323,40	644.219,39	257.687,76	80,53
2026	2024	242,55	490.926,22	196.370,49	61,37
2027	2057	172,95	355.758,15	142.303,26	44,47
2028	2089	175,54	366.711,94	146.684,78	45,84
2029	2121	178,18	377.914,29	151.165,72	47,24
2030	2153	180,85	389.370,21	155.748,08	48,67
2031	2185	183,56	401.084,77	160.433,91	50,14
2032	2218	186,32	413.249,48	165.299,79	51,66
2033	2250	189,11	425.499,78	170.199,91	53,19
2034	2282	191,95	438.024,60	175.209,84	54,75
2035	2314	194,83	450.829,43	180.331,77	56,35
2036	2346	197,75	463.919,85	185.567,94	57,99
2037	2379	200,72	477.502,26	191.000,90	59,69
2038	2411	203,73	491.184,03	196.473,61	61,40
2039	2443	206,78	505.168,82	202.067,53	63,15
2040	2475	209,88	519.462,64	207.785,06	64,93
2041	2508	213,03	534.284,64	213.713,86	66,79
2042	2540	216,23	549.218,20	219.687,28	68,65

FONTE: Autora (2022)

Com essas informações, pode-se analisar a reservação e a quantidade necessária de tratamento gerados por consequência da nova demanda por água potável (Tabela 11).

Tabela 11 - Análise da reservação e demanda do tratamento da água no final do plano (2042)

Parâmetros de análise	Estimativa pela demanda pela projeção populacional para o ano de 2042
Volume estimado para a reserva (L/dia)	219.687,28
Volume existente em reserva (L/dia)	320.000,00
Volume disponível para reserva (L/dia)	100.312,72
Consumo total diário (L/dia)	549.218,20
Volume total de água tratada (L/dia)	1.080.000,00
Volume disponível de água tratada (L/dia)	530.780,80

FONTE: Autora (2022)

Da análise dos dados da Tabela 11, infere-se que quando o município atingir a demanda da população no ano de 2042, a reservação atual será capaz de suprir a demanda de água. Vale lembrar que a reservação diária está condicionada à boa operação dos reservatórios. Como não há garantia de que os reservatórios serão sempre mantidos na cota máxima, é preciso levar em conta a ocorrência de eventos, como períodos de seca em que a reserva se encontra abaixo do valor esperado, assim, a quantidade disponível pode não conseguir suprir a demanda necessária.

#### 5.4. Proposição de Melhorias

Para que fosse possível elaborar a proposição de melhorias no sistema, primeiramente, realizou-se um panorama do ambiente interno referente ao SAA de Conceição das Pedras, apontando suas fragilidades (Quadro 5).

Quadro 5 - Fragilidades do sistema urbano de abastecimento de água de Conceição das Pedras

<b>Fragilidades</b>
Não há Plano Municipal de Saneamento Básico.
O consumo per capita de água é muito alto.
Cobrança do SAAE por meio de Taxa fixa não inibe o consumo.
Não há macromedição.
Não há micromedição (hidrômetros).
Ausência de dispositivos de controle de pressão.
Ausência de cadastro da rede de distribuição de água.
O manancial do córrego Grota encontra-se desprotegido.
Não é realizada a fluoretação e nem a análise de flúor na água.
A desinfecção é realizada no início do tratamento.
Há falta de manutenção nos equipamentos utilizados para realizar o tratamento da água.
A alteração da dosagem dos produtos químicos utilizados no tratamento é feita com base na inspeção visual da água e não há registros da quantidade de produtos utilizados no tratamento.
Reclamações pelos usuários de que a água, algumas vezes, apresenta cor, cheiro ou sabor, e aspecto gorduroso.
Falta de capacitação técnica dos funcionários.
O reservatório localizado no Bairro Rancho Alegre está desprotegido.
Os reservatórios não têm nenhum dispositivo de medição de vazão.
Reservatórios sem manutenção.
Aparelhos para realizar a análise de cor e pH estão com defeito. Não há turbidímetro.
A frequência de análise dos coliformes totais não está de acordo com a Portaria GM/MS nº 888/ 2021.
Não são divulgadas todas as análises realizadas sobre a qualidade da água de abastecimento público.
Manancial do córrego Boa Vista está com a outorga de direito de uso irregular.
Manancial do córrego Grota não tem outorga de direito de uso.
O lodo gerado na ETA é descartado de maneira incorreta.

FONTE: Autora (2022)

Identificada as fragilidades do SAA, pode-se elaborar as proposições de soluções para os problemas existentes. As proposições de melhorias foram feitas em função da análise atual das unidades e do apontamento das necessidades, em termos de obras e intervenções, como exposto nos itens seguintes.

Foram propostos quatro programas para realizar as melhorias no SAA: Programa de Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico; Programa de Redução do Consumo de Água; Programa de Melhorias na Qualidade da Água; e Programa de Gestão Ambiental. Para cada programa, foram propostas ações para que seja possível atingir as melhorias propostas.

#### 5.4.1 Programa de Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico

Faz-se necessária a elaboração do PMSB em Conceição das Pedras, para que possa ser analisado não só o SAA, mas todo o saneamento básico do município, diagnosticando a situação e propondo melhorias em todos os setores. Além de sua obrigatoriedade, somente municípios que possuem PMSB têm acesso a recursos orçamentários da União, destinados a serviços de saneamento básico. Neste sentido, o presente trabalho pode servir de base para o PMSB, no que diz respeito ao SAA.

#### 5.4.2 Programa de Redução do Consumo de Água

Como discutido anteriormente, o consumo per capita de água de Conceição das Pedras é muito alto, com 409,21 L/hab.dia (SNIS, 2020), e o sistema opera com dificuldades para atender essa demanda. Portanto, como discutido no item 5.3.7, o consumo per capita de água de Conceição das Pedras deve ser reduzido até 2027 para 172,95 L/hab.dia. Mas, esse valor ainda é considerado alto quando se comparado ao recomendado pela ONU, de 110 L/hab.dia. Há também o estudo de von Sperling (2018), que informa que, em municípios menores que 5.000 habitantes, o consumo médio per capita de água deveria ser entre 90 a 140 L/hab.dia. Diante dessas informações, pode-se estipular uma meta de consumo para Conceição das Pedras, tendo como objetivo reduzir o consumo para de 110 L/hab.dia, até o fim do plano.

Para que seja possível reduzir o consumo de água, a primeira ação necessária é a realização de Campanhas de Sensibilização, com seminários e minicursos que abordam o consumo irracional e a importância de reduzir o consumo per capita de água tratada. Além

disso, deve-se introduzir o assunto nas escolas da rede municipal e estadual, ensinando às crianças e jovens a importância da diminuição do consumo e desperdício de água.

Essas campanhas também poderão ajudar a população a aceitar a implementação de uma tarifa adequada sobre o serviço de abastecimento de água, visto que, atualmente a cobrança é feita por meio de uma taxa fixa incluída no IPTU. A taxa cobrada atualmente não atende aos requisitos mínimos da legislação, que deveria ser a mais aplicável para a eficiência e a sustentabilidade da operação, conforme previsto na Lei Federal nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020b). Portanto, é importante que seja implementada uma tarifa pelo serviço de abastecimento de água prestado.

Para que possa ser possível cobrar uma tarifa justa, proporcional ao volume de água consumido pelo usuário, é importante a instalação de um sistema de micromedição, instalar hidrômetros em todas as edificações. Além disso, são necessários a implantação, a aferição sistemática e o monitoramento de macromedidores setoriais, ao menos em todas as saídas de reservatórios, com registro das leituras no banco de dados. Sendo assim, é proposta a ação de instalação de um sistema de macro e micromedição.

Para ajudar na redução do consumo de água, também é proposta a ação de gerenciamento das zonas de pressão. Esse gerenciamento pode ser realizado por meio da elaboração de estudos e projetos para a adequada setorização do sistema de distribuição de água, de forma a manter as pressões de trabalho das redes dentro das faixas recomendadas pela NBR 12.218 (ABNT, 2017), e minimizar os problemas causados pelos extremos das mesmas (falta de água ou rompimentos de tubulações). Deve-se prever também uma adequada compartimentação de trechos de redes, por meio de válvulas de fechamento, minimizando a abrangência dos isolamentos para consertos e manutenções. Deste modo, é possível reduzir o índice de perdas de água na distribuição.

Outra ação proposta é o cadastramento georreferenciado da rede. O SAA de Conceição das Pedras não possui cadastro da rede de distribuição e isso é impeditivo para o correto planejamento do sistema. Com o cadastro de toda rede, é possível identificar pontos críticos do sistema onde pode ocorrer vazamentos, que reflete diretamente no consumo e perda de água, além de auxiliar na manutenção da rede.

### 5.4.3 Programa de Melhorias na Qualidade da Água

Para melhorar a qualidade da água fornecida à população, primeiramente, deve-se desenvolver ações para melhorar a proteção do manancial. Portanto, a primeira ação a ser

proposta é implementar a lei de proteção dos mananciais, Lei Estadual nº 10.793, de 2 de julho de 1992 (Minas Gerais, 1992). Sabe-se que a PM já tomou algumas medidas para proteger o manancial do córrego Grota, mas é importante que elas sejam regulamentadas. É importante que haja um instrumento legal contendo diretrizes que proíba, entre outros, o cultivo nas proximidades de todo o córrego, desde sua nascente até o ponto de captação, e impedir que o gado tenha acesso ao curso d'água. É necessário que haja fiscalização para o cumprimento das medidas previstas em lei e impedir o lançamento de efluentes *in natura*, de modo a garantir a qualidade da água. Sabe-se que atualmente a PM tem-se encarregado pelas construções de fossas sépticas, mas nas novas edificações nessa área, a responsabilidade de realizar a destinação correta das águas residuais será do proprietário do imóvel. É necessário realizar o monitoramento da qualidade da água em ambas as captações para garantir a qualidade da água e descobrir a existência de causas de comprometimento da sua qualidade. O monitoramento deve ser realizado conforme estabelecido na Portaria GM/MS nº 888/2002.

Além disso, devem ser realizadas ações de preservação, reposição florestal e recuperação de matas ciliares, realizando a reposição e a recuperação da vegetação nas áreas de contribuição florestal, principalmente a montante do manancial do córrego Grota. Deve ser considerado uma faixa de 30 metros no córrego como Área de Preservação Permanente, conforme descrito na Lei Federal nº 12.651/2012. Também é necessária a implantação de uma ação de contenção de erosões e conservação do solo, para evitar o assoreamento dos corpos d'água da bacia, e a redução na disponibilidade hídrica superficial e da deterioração da qualidade das águas. Essas ações podem ser feitas por meio de pagamento por prestação de serviços ambientais em área de proteção aos mananciais, podendo ser monetária ou não, sendo aplicado para proprietários de imóvel localizado em área de recuperação de mananciais no município.

Na ETA, são propostas várias ações para melhorar a qualidade da água, como a adequação da etapa de desinfecção. Esta deve ser realizada no final do tratamento para maior eficiência e garantia da manutenção do teor de cloro residual nos pontos de distribuição da rede conforme estabelecido na Portaria GM/MS nº 888/2002. Também é necessária a inserção da fluoretação no tratamento da água, conforme prevista na Lei Federal nº 6.050/1974.

Para assegurar uma água de boa qualidade à população, é essencial realizar ações de manutenção e gestão da unidade de mistura, garantindo o correto funcionamento da

mesma. Sendo necessária a troca ou conserto de equipamentos que não estejam funcionando, como um dos misturadores dos produtos químicos. Também é importante adquirir equipamentos para realizar a correta dosagem da quantidade de produto químico no tratamento da água, que atualmente é realizada com base na inspeção visual da água. E realizar o treinamento dos funcionários para que possam fazer as análises adequadas para definir a dosagem. Os operários da ETA não fazem nenhum tipo de registro em relação à quantidade de produtos utilizados no tratamento. Neste caso, é necessário elaborar uma planilha para que seja possível realizar o controle mensal da quantidade de produtos utilizados em cada etapa. Devem ser realizadas essas melhorias, mas acredita-se que esses problemas serão sanados com a nova ETA.

É proposta a realização da ação de adequação dos reservatórios, pois no reservatório R3, localizado no Bairro Rancho Alegre, há possibilidade de acesso de pessoas e animais. Portanto, conforme descrito na NBR 12.217 (ABNT, 1994), deve-se construir uma estrutura física no entorno da área do reservatório que restrinja a entrada de pessoas não autorizadas e animais, para que não coloquem em risco a qualidade da água. Além disso, deve-se fazer a instalação de dispositivos de medição e controle de vazão em todos os reservatórios como apresentado na NBR 12.217/1994.

Também é necessário realizar ações de manutenção dos reservatórios, pois como visto na visita à campo, o reservatório R1 apresenta marcas de vazamento, fazendo-se necessário analisar os registros dos reservatórios para constatar se está ocorrendo perda de água ou não. Caso haja perdas, é necessário realizar a manutenção da boia de nível e do registro. Há também o estado da tampa do reservatório R2, a qual apresenta ferrugem e o descascamento da pintura, neste caso, é aconselhado que seja realizada a restauração da tampa ou então a substituição da mesma.

Por fim, são propostas ações de adequações nas análises da qualidade de água. Com a inclusão da fluoretação no tratamento, será necessário medir a quantidade de fluoreto na água potável. Sendo assim, deve-se adquirir o equipamento necessário para realizar esta análise. Conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021, as análises de cor e pH devem ser feitas a cada duas horas, o que não ocorre na ETA, pois os aparelhos para análise desses parâmetros estão com defeito. Deste modo, faz-se necessário realizar a manutenção dos equipamentos ou substituí-los por novos para que possam ser feitas as análises necessárias para verificar a qualidade da água.

Outra análise importante, que necessita de adequação, é a de coliformes totais, que, conforme a referida portaria deve ser realizada semanalmente. Porém, essa análise é realizada pelo CISMAS somente na primeira e última semana do mês.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 também dispõe que as análises de substâncias químicas inorgânicas, substâncias orgânicas, agrotóxicos, metabólitos, subprodutos da desinfecção, organolépticos e cianotoxinas devem ser realizadas. Não pôde ser verificado se elas são realizadas, pois somente algumas análises são divulgadas no site da PM. Diante disso, é necessário que seja realizada a divulgação das análises de água realizadas pelo CISMAS, para que toda a população possa ter acesso a essas informações.

#### 5.4.4 Programa de Gestão Ambiental

No Programa de Gestão Ambiental, foram propostas duas ações. A primeira é a regularização das outorgas de direito de uso da água, a atividade de captação de água, seja superficial ou subterrânea, é regulamentada e regida por lei, devendo receber a autorização do poder público por meio da aquisição de outorga. A outorga de direito de uso da água é concedida por meio dos órgãos públicos da esfera estadual ou federal (ANA, 2018). Deste modo, faz-se necessário a regularização das outorgas de direito de uso da água, visto que a captação do córrego Boa Vista está irregular, estando vencida desde 2016, e a nova captação no córrego Grota não tem outorga. No caso dos dois pontos de captação, o órgão responsável pelas outorgas é estadual, sendo o IGAM.

A segunda ação proposta é o descarte correto do lodo gerado no tratamento de água. Segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), deve-se realizar o tratamento adequado do lodo antes de sua disposição final. Desde modo, é necessário propor medidas para que ele seja reciclado ou reutilizado, podendo utilizar esse lodo na recuperação de áreas degradadas, aplicar em solos agrícolas e/ou incorporar em materiais de construção civil. Se não for possível o lodo ser reciclado ou reutilizado, ele deve ao menos passar pelo processo de secagem e depois encaminhá-lo para um aterro ou ser encaminhado para a estação de tratamento de esgoto.

### 5.4.5 Resumo dos Programas e Ações Propostos

No Quadro 6, está apresentado o resumo dos programas e ações para que se possa realizar melhorias no SAA de Conceição das Pedras. Para cada ação, foi considerado um horizonte de tempo para sua implementação, sendo de curto, médio e longo prazo.

Quadro 6 - Programas e ações propostos para o SAA de Conceição das Pedras

<b>Programas</b>	<b>Fragilidades</b>	<b>Ações</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Prazo de implementação</b>
<b>Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico</b>	Não há plano municipal de saneamento básico	Elaboração do plano municipal de saneamento básico	Acesso a recursos orçamentários da União, destinados a serviços de saneamento básico e melhoria no saneamento do município	Curto
<b>Redução do Consumo de Água</b>	Consumo per capita de água é muito alto	Campanhas de Sensibilização	Redução do desperdício e aceitação de uma cobrança adequada pelo SAAE	Médio
	Não há micromedição (hidrômetros)	Instalação de hidrômetros nas residências	100% de hidrometração no perímetro urbano e redução do consumo de água	Médio
	Não há macromedição	Instalação de macromedidor	Controle do volume de água do sistema e redução de perdas	Médio
	Cobrança do SAAE por meio de Taxa fixa não inibe o consumo	Revisão tarifária do serviço de abastecimento de água prestado	Redução do desperdício e consumo exagerado de água	Médio
	Ausência de dispositivos de controle de pressão	Gerenciamento das zonas de pressão	Redução dos rompimentos nas tubulações e perdas de água	Longo
	Ausência de cadastro da rede de distribuição de água	Cadastramento georreferenciado	Facilidade na procura de vazamentos nas tubulações e redução de perdas	Longo
<b>Melhorias na Qualidade da Água</b>	O manancial do córrego Grota encontra-se desprotegido	Implementação de legislações de proteção dos mananciais	Melhoria da qualidade das águas dos mananciais	Curto
		Preservação, reposição florestal e recuperação de mata ciliares	Aumento da disponibilidade hídrica superficial	Médio
		Contenção de erosões e conservação do solo	Evitar o assoreamento dos corpos d'água da bacia	Médio

*Continua.*

<b>Programas</b>	<b>Fragilidades</b>	<b>Ações</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Prazo de implementação</b>
<b>Melhorias na Qualidade da Água</b>	Não é realizada a fluoretação e nem a análise de flúor na água	Inserção da fluoretação na ETA e da análise de flúor	Declínio da prevalência da cárie dentária	Curto
	A desinfecção é realizada no início do tratamento	Adequação da etapa de desinfecção	Tratamento mais eficiente	Curto
	Há falta de manutenção nos equipamentos utilizados para realizar o tratamento da água	Manutenção da unidade de mistura dos produtos químicos	Melhoria na qualidade do tratamento da água	Curto
	A alteração da dosagem dos produtos químicos utilizados no tratamento é feita com base na inspeção visual da água e não há registros da quantidade de produtos utilizados no tratamento	Gestão da unidade de mistura dos produtos químicos	Tratamento com mais eficiência, menos desperdícios de materiais e maior qualificação por parte dos funcionários	Médio
	Há reclamações pelos usuários de que a água, algumas vezes, apresenta cor, cheiro ou sabor, e aspecto gorduroso			
	Falta de capacitação técnica dos funcionários			
	Reservatório localizado no Bairro Rancho Alegre está desprotegido	Manutenção e adequação dos reservatórios	Reservatório protegido, em boas condições e com dispositivos de medição e controle de vazão	Curto
	Os reservatórios não têm nenhum dispositivo de medição de vazão			Médio
	Reservatórios sem manutenção			Curto
	Aparelhos para realizar a análise de cor e pH estão com defeito. Não há turbidímetro	Adequações nas análises da qualidade da água	Melhorias na qualidade da água fornecida à população	Curto
A frequência de análise dos coliformes totais não está de acordo com a Portaria GM/MS nº 888/ 2021	Curto			

*Continua.*

<b>Programas</b>	<b>Fragilidades</b>	<b>Ações</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Prazo de implementação</b>
<b>Melhorias na Qualidade da Água</b>	Não são divulgadas todas as análises realizadas sobre a qualidade da água de abastecimento público	Realizar a divulgação das análises da qualidade da água	Maior transparência e confiança no sistema, permitindo à população ter acesso às informações sobre a qualidade da água	Curto
<b>Gestão Ambiental</b>	Manancial do córrego Boa Vista está com a outorga de direito de uso irregular	Regularização das outorgas de direito de uso da água	Controle quantitativo dos usos da água, assegurando o efetivo acesso à água, possibilitando diminuição dos desperdícios e uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos.	Médio
	Manancial do córrego Grota não tem outorga de direito de uso			
	O lodo gerado na ETA é descartado de maneira incorreta	Descarte correto do lodo gerado no tratamento de água	Preservação de recursos naturais	Curto

FONTE: Autora (2022)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No trabalho, foi discutida a importância de um serviço de abastecimento de água de qualidade, aspecto fundamental para possibilitar à população saúde e uma boa qualidade de vida. O fornecimento de água potável em quantidade, qualidade e pressão adequadas para a população é garantido por meio da Lei Federal nº 14.026/2020. Porém, o que se vê na prática brasileira não é aquilo que a legislação determina, ainda mais quando se trata de cidades de pequeno porte, que, em sua maioria, possuem a prefeitura municipal como responsável pelos SAAE.

Conceição das Pedras não foge da realidade brasileira, sendo que o serviço de abastecimento de água público apresenta problemas. Com isso, justifica-se a importância de se avaliar o sistema de abastecimento de água deste município e propor melhorias para os problemas existentes.

Para que fosse possível entender a atual situação e, posteriormente, propor melhorias ao SAA, aplicou-se uma pesquisa com os usuários do sistema. Na pesquisa, foi possível perceber que, as vezes, a água fornecida pelo SAAE apresenta cor amarelada, sabor e odor desagradável, mas que, apesar disso, os usuários consideram a qualidade da água fornecida como de boa a regular.

Com o diagnóstico, foi observado que o sistema apresenta várias fragilidades, como falta de micro e macromedição, problemas nas análises da qualidade da água, falta de manutenção dos equipamentos utilizados para realizar o tratamento da água e mananciais desprotegidos. Também foi identificado que, no período de seca, o sistema não atende à demanda devido ao alto índice de consumo de água, mesmo considerando o novo ponto de captação. E se a população continuar com esse consumo, isso acarretará em grandes problemas de escassez de água. Portanto, é importante aplicar medidas que inibam o consumo inadequado e excessivo de água do município. Então, para sanar esses e os demais problemas identificados no SAA foram propostos programas e ações.

Com as ações propostas pelo Programa de Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, será possível realizar melhorias em todo setor do saneamento básico, além de obter recursos governamentais para executá-las. Já com o Programa de Redução do Consumo de Água, será possível atender a demanda de água e ainda colaborar com a preservação dos recursos hídricos.

As ações propostas no Programa de Melhorias na Qualidade da Água são importantes e abrangem desde o manancial até a rede de distribuição. A ampliação do SAA propicia a distribuição de água com melhor qualidade. Mas, ressalta-se que é necessário adequar a frequência e os parâmetros das análises da qualidade da água aos padrões de potabilidade da Portaria GM/MS nº 888/2021. E, por fim, o Programa de Gestão Ambiental que possui ações de regularização das outorgas de direito de uso da água e descarte correto do lodo gerado no tratamento de água para preservar o meio ambiente.

Sem a realização dessas melhorias o sistema continuará deficiente. Portanto, é de suma importância que as ações propostas neste trabalho sejam implementadas, para garantir que o sistema público de abastecimento de água do município de Conceição das Pedras atenda as normas, leis e portarias, resultando em um sistema mais eficiente e de qualidade.

## 7 REFERÊNCIAS

ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Perdas em sistemas de abastecimento de água: diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate**. São Paulo, SP, 2013. Disponível em: <https://docplayer.com.br/16052-Perdas-em-sistemas-de-abastecimento-de-agua-diagnostico-potencial-de-ganhos-com-sua-reducao-e-propostas-de-medidas-para-o-efetivo-combate.html>. Acesso em: 15 nov. 2020.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004** - Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, p. 71. 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.211** - Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água - Procedimento. Rio de Janeiro, p. 14. 1992a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.212** - Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea - Procedimento. Rio de Janeiro, p. 13. 2017a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.213** - Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público - Procedimento. Rio de Janeiro, p. 5. 1992b.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.214** - Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de água — Requisitos. Rio de Janeiro, p. 35. 2020.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.215** - Projeto de adutora de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, p. 9. 2017b.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.216** - Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público - Procedimento. Rio de Janeiro, p. 18. 1992c.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.217** - Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público - Procedimento. Rio de Janeiro, p. 4. 1994.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.218** - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, p. 23. 2017c.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 24.510** - Atividades relacionadas aos serviços de água potável e de esgoto: Diretrizes para a avaliação e para a melhoria dos serviços prestados aos usuários. Primeira edição. Dez. 2012.

ADEMA - ASSOCIAÇÃO DE DEFESA AO MEIO AMBIENTE. **Classificação da vegetação do noroeste do Paraná.** Umarama – PR. 12, 2010. Disponível em: <http://adema-ong.blogspot.com/p/blog-page.html>. Acesso em: 24 fev. 2022.

ALEGRE, H.; COELHO, S. T.; ALMEIDA, M. do C.; VIEIRA, P. **Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição.** Guia técnico. Instituto Regulador de Águas e Resíduos. Lisboa, 2005. ISBN 972-99354-4-0. Disponível em: <https://docplayer.com.br/17830583-Controlo-de-perdas-de-agua-em-sistemas-publicos-de-aducao-e-distribuicao.html>. Acesso em: 20 jan. 2021.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Atlas águas:** mapa segurança hídrica. Brasília, DF: ANA, 2021. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc21730>. Acesso em: 26 fev. 2022.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Atlas águas:** painel de indicadores. Brasília, DF: ANA, 2022. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZDFhZDQ2YTUuOTIyZC00MDlmLWJmNGEtOjM0MDlmLWJmNGEtODdhODRjZD6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTk2N2ZjZjZDFiY4OCJ9>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018:** informe anual. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos.** Brasília: ANA, 2019. Disponível em: [http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/ana\\_encarte\\_outorga\\_conjuntura2019.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/ana_encarte_outorga_conjuntura2019.pdf). Acesso em: 21 jan. 2021.

ANDRADE, C. F.; SILVA, C. M.; OIVEIRA, F. de C. Gestão ambiental em saneamento: Uma revisão das alternativas para tratamento e disposição do lodo de ETA e seus impactos na qualidade das águas. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5., INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTUDOS AMBIENTAIS – IBEAS, 2014, Belo Horizonte, **Anais eletrônicos** [...]. Belo Horizonte -MG. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/IX-004.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2022.

ANDRADE, L. R. dos S.; BARBOSA, R. F.; ALEXANDRE, S. N.; FEITOSA, P. H. C. Universalização do serviço de abastecimento de água na percepção do usuário no município de Itapororoca (PB). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.4, p.289-300, 2019 DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2019.004.0022. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC21796858.2019.004.0022>. Acesso em: 04 mai. 2022.

ARRUDA, P. N.; LIMA, A. S. C.; SCALIZE, P. S. Gestão dos Serviços Públicos de Água e Esgoto Operados por Municípios em Goiás, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 2, fev. 2016. ISSN 1980-993X. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v11n2/1980-993X-ambiagua-11-02-00362.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2022.

BABI, B.; DUKI, A.; STANI, M. Managing water pressure for water savings in developing countries. **Water SA**, Pretória, v. 40, n. 2, abr. 2014. ISSN 1816-7950. Disponível em: [http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1816-79502014000200004&lang=pt#back](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1816-79502014000200004&lang=pt#back). Acesso em: 18 abr. 2021.

BARBOSA, B. L. C. **Monitoramento da qualidade da água tratada estocada nos reservatórios do sistema de abastecimento de água do DMAE pela análise do decaimento do cloro residual**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/32523/1/MonitoramentoQualidade%C3%81gua.pdf>. Acesso em 03 mai. 2022.

BERNARDO, L. DI; PAZ, L. P. S. **Seleção de tecnologias de tratamento de água**. São Carlos: LDIBE LTDA, v. 1, 2008. Disponível em: [https://issuu.com/editoracubo/docs/tratamento-agua-v01-dibernardo\\_issu](https://issuu.com/editoracubo/docs/tratamento-agua-v01-dibernardo_issu). Acesso em: 26 jan. 2022.

BEZERRA, S. de T. M.; PERTEL, M.; MACEDO, J. E. S. de. Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, set. 2019. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212019000300249&lang=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212019000300249&lang=pt). Acesso em: 20 abr. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10.203, de 22 de janeiro de 2020**. Altera o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF, [2020a]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm). Acesso em: 19 mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF, [2001]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm). Acesso em: 21 mai. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF, [2007]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em: 14 fev. 2021.

BRASI. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF, [2012a]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 25 nov. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.862, de 17 de setembro de 2013.** Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, com o objetivo de incentivar a economia no consumo de água. Brasília, DF, [2013]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/lei/112862.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112862.htm). Acesso em: 19 mai. 2022.

BRASIL. **Lei nº 13.312, de 12 de julho de 2016.** Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, para tornar obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais. Brasília, DF, [2016a]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/113312.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113312.htm). Acesso em: 13 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 [...]. Brasília, DF, [2020b]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm). Acesso em: 25 nov. 2020.

BRASIL. **Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974.** Dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento quando existir estação de tratamento. Brasília, DF, [1974]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6050.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6050.htm). Acesso em: 18 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.** Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Brasília, DF, [1979]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm). Acesso em: 21 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995.** Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Brasília, DF, [1995]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8987cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987cons.htm). Acesso em: 02 abr. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA [...]. Brasília, DF, [2000]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9984.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm). Acesso em: 29 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução-RDC nº 63, de 25 de novembro de 2011.** Dispõe sobre os Requisitos de Boas Práticas de Funcionamento para os Serviços de Saúde. Brasília, DF, [2011]. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/rdc0063\\_25\\_11\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/rdc0063_25_11_2011.html). Acesso em: 23 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde - DATASUS. **Indicadores e Dados Básicos.** In: DATASUS: Tabnet. S.l, 2012b. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?idb2012/a01.def>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde - DATASUS. DATASUS. **Índice de Gini da renda domiciliar per capita - Minas Gerais**. In: DATASUS: Tabnet. S.l, 2010. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/cnv/ginimg.def>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 888, 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, [2021]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 18 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996**. O Plenário do Conselho Nacional de Saúde em sua Quinquagésima Nona Reunião Ordinária [...]. Brasília, DF, [1996]. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/1996/res0196\\_10\\_10\\_1996.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/1996/res0196_10_10_1996.html). Acesso em: 06 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016**. O Plenário do Conselho Nacional de Saúde em sua Quinquagésima Nona Reunião Extraordinária, realizada nos dias 06 e 07 de abril de 2016 [...]. Brasília, DF, [2016b]. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22917581](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22917581). Acesso em: 24 fev. 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. **A participação social na elaboração do plano municipal de saneamento básico**. Brasília: Curso a distância de autoinstrução - Planos de Saneamento Básico, mod. 3, 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS). **Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico**. v. 1, Brasília: Editora, 2009. 239p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boas práticas no abastecimento de água**: procedimentos para a minimização de riscos à saúde. Manual para os responsáveis pela vigilância e controle. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 252 p. ISBN 85-334-1243-6. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/boas\\_praticas\\_agua.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/boas_praticas_agua.pdf). Acesso em: 09 jul. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional / Secretaria Nacional de Saneamento. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019. Disponível em: <https://ondasbrasil.org/wp-content/uploads/2020/09/Plansab-revisado-2019.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Brasília, DF, [2005]. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=263>. Acesso em: 25 jan. 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, [2005]. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfda\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf). Acesso em: 15 out. 2021.

BRITO, S. A. F. F. **Diagnóstico da operação, monitoramento e manutenção de uma estação de tratamento de água compacta: estudo de caso da ETA de Assú - RN**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Mossoró - RN, 2014.

BRITTO, A. L. (Coord.). **Panorama do Saneamento Básico no Brasil: avaliação político-institucional do setor de saneamento básico**. v. 4. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2014, 550 p. Disponível em: [https://www.miyawater.com/fotos/artigos/12\\_recent\\_developments\\_in\\_predicting\\_the\\_benefits\\_and\\_payback\\_periods\\_of\\_introducing\\_different\\_pressure\\_management\\_options\\_15728179255a332dbb88f72.pdf](https://www.miyawater.com/fotos/artigos/12_recent_developments_in_predicting_the_benefits_and_payback_periods_of_introducing_different_pressure_management_options_15728179255a332dbb88f72.pdf). Acesso em: 22 jan. 2021.

CARDOSO, F. M. dos S.; PERTEL, M.; FERNANDES, A. da C.; MELO, M. G. Avaliação do desempenho de sistemas de abastecimento de água nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL*, 10. 2019, Fortaleza. **Anais eletrônicos** [...]. Fortaleza – CE: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2019. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2019/VIII-055.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

CIDADE BRASIL. **Município de Conceição das Pedras**. 2021. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-conceicao-das-pedras.html>. Acesso em 20 jul. 2021.

COSTA, E. R. H. Coagulation diagrams as an essential tool for reducing costs with chemicals in Water Treatment Plants (WTP's). **Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Bogotá, Colombia, 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/135209750-Coagulation-diagrams-as-an-essential-tool-for-reducing-costs-with-chemicals-in-water-treatment-plants-wtp-s.html>. Acesso em: 29 abr. 2021.

COPASACOMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS. Plano diretor de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí. 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/28001802-Plano-diretor-de-recursos-hidricos-da-bacia-hidrografica-do-rio-sapuca-i-diagnostico-e-prognostico.html>. Acesso em: 19 fev. 2022.

CRISTO FILHO, M.; COSTA, E. (2018). Application study of a tannin based coagulant in water. *In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 18., 2018, Porto. **Anais** [...]. Porto, Portugal: ABES, 2018.

DE JULIO, M.; FIORAVANTE, D.; SELHORST FILHO, O.; GRAHAM, N. (2010). Remoção de cianobactérias de água proveniente de manancial brasileiro eutrofizado, utilizando os diagramas de coagulação para o sulfato de alumínio e PAC. **Engenharia Civil-UM**, v. 37, p. 47-61, 2010. Disponível em: [https://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n37/Artigo%205%20\(pag%2047-61\).pdf](https://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n37/Artigo%205%20(pag%2047-61).pdf). Acesso em: 29 abr. 2021.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.; VOLTAN, P. E. N. 2011. **Tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de Água**. São Carlos: LDiBe, 454 p. 2011. ISBN 978-85-62324-03-1. Disponível em: [https://issuu.com/editoracubo/docs/tratabilidade-dibernardo\\_issuu](https://issuu.com/editoracubo/docs/tratabilidade-dibernardo_issuu). Acesso em 02 fev. 2022.

FANTOZZI, M. LAMBERT, A. Recent developments in predicting the benefits and payback periods of introducing different pressure management options into a Zone or small distribution system. **Miya**, Madrid, Espanha 2008. Disponível em: [https://www.miya-water.com/fotos/artigos/12\\_recent\\_developments\\_in\\_predicting\\_the\\_benefits\\_and\\_payback\\_periods\\_of\\_introducing\\_different\\_pressure\\_management\\_options\\_15728179255a328dbb88f72.pdf](https://www.miya-water.com/fotos/artigos/12_recent_developments_in_predicting_the_benefits_and_payback_periods_of_introducing_different_pressure_management_options_15728179255a328dbb88f72.pdf). Acesso em: 16 mai. 2021.

FELSKI, G.; ANAISSI, F. J.; QUINÁIA, S. P. Avaliação da qualidade da água consumida pela população do município de Guarapuava, Paraná. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, ano 3, v. 1, p. 1-25, 2008.

FONTANA, M. E.; MORAIS, D. C. Decision model to control water losses in distribution networks. **Production**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 688-697, dec. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.201815>. Acesso em: 23 mai. 2021.

FRANCO, E. S. **Avaliação da influência dos coagulantes sulfato de alumínio e cloreto férrico na remoção de turbidez e cor d'água bruta e sua relação com sólidos na geração de lodo em estações de tratamento de água**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto - MG, 2009. Disponível em: [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2201/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O\\_Avalia%c3%a7%c3%a3oInflu%c3%aanciaCoagulantes.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2201/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Avalia%c3%a7%c3%a3oInflu%c3%aanciaCoagulantes.pdf). Acesso em: 16 abr. 2022.

FRANCO, L. N.; NASCIMENTO, M. M. M.; ARAÚJO, A. S.; SOUZA, L. P.; FARIAS, C. R.; VEIGA, C.A.; ASSUNÇÃO, H. L.; SOUZA, D. E. S.; LOPES, R. M. Monitoramento sazonal de água em uma residência do município de Tucuruí-PA para a determinação de parâmetros de projeto. *In*: IMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 23., ABRHidro, Foz do Iguaçu, 2019. **Anais eletrônicos** [...]. Foz do Iguaçu - PR, 2019. Disponível em: <http://abr.h.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/107/XXIII-SBRH1309-1-20190512-201246.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2021.

FREIRE, R. C.; LIMA, R. de A.; DANTAS, A. D. B. Otimização de aplicação de cloro gás na desinfecção da água em estações de tratamento utilizando o sistema de controle de vazão de gás em forma de “V”. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28. 2015, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos** [...]. Rio de

Janeiro – RJ: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015. Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento29/TrabalhosCompletosPDF/I-143.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2022.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Nota técnica sobre a metodologia de cálculo da projeção de população para os municípios de Minas Gerais - 2009-2020**. Centro de Estatística e Informações. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/bitstream/123456789/2983/1/Anexo%20II.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2022.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. Ministério da Saúde, 5. ed. Brasília, DF: FUNASA, 2019. ISBN 978-85-7346-060-5. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/web/guest/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica?p\\_p\\_id=101\\_INSTANCE\\_ZM23z1KP6s6q&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normno&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_101\\_INSTANCE\\_ZM23z1KP6s6q\\_delta=10&\\_101\\_INSTANCE\\_ZM23z1KP6s6q\\_keywords=&\\_101\\_INSTANCE\\_ZM23z1KP6s6q\\_advancedSearch=false&\\_101\\_INSTANCE\\_ZM23z1KP6s6q\\_andOperator=true&p\\_r\\_p\\_564233524\\_resreset=false&\\_101\\_INSTANCE\\_ZM23z1KP6s6q\\_cur=3](http://www.funasa.gov.br/web/guest/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica?p_p_id=101_INSTANCE_ZM23z1KP6s6q&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normno&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_INSTANCE_ZM23z1KP6s6q_delta=10&_101_INSTANCE_ZM23z1KP6s6q_keywords=&_101_INSTANCE_ZM23z1KP6s6q_advancedSearch=false&_101_INSTANCE_ZM23z1KP6s6q_andOperator=true&p_r_p_564233524_resreset=false&_101_INSTANCE_ZM23z1KP6s6q_cur=3). Acesso em: 16 nov. 2020.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Termo de referência para elaboração de plano municipal de Saneamento Básico / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. Brasília, DF: FUNASA, 2018. 187 p. ISBN 978-85-7346-056-8. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/documents/20182/33144/TR\\_PMSB\\_FUNASA\\_2018.pdf/d1ac94ee-73f9-47b6-ac05-757f0f5b62c3](http://www.funasa.gov.br/documents/20182/33144/TR_PMSB_FUNASA_2018.pdf/d1ac94ee-73f9-47b6-ac05-757f0f5b62c3). Acesso em: 21 out. 2020.

GELDREICH, E. E.; LECHEVALLIER, M. Microbiological quality control in distribution systems. In: **Water quality and treatment: a handbook of community water supplies**, New York: McGraw Hill, 4. ed. p.18.1-49, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2008. ISBN 978-85-224-5142-5. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2022.

GOMES, H. P. **Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórias**. 2. ed. João Pessoa: Universitária/UFPB, 2004.

GONÇALVES, K. O.; FERNANDES, L. L.; GIRARD, L. Diagnóstico do serviço de abastecimento de água na percepção do usuário no município de Barcarena - Pará. **Revista Monografias Ambientais - Remoa**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 20-25, jan. 2015. DOI:10.5902/2236130815673. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/4e52/1ca21729003096099e586089640f3130aeb2.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2021.

**Google Earth Pro.** Versão 7.3.4.8642. 2022. Disponível em:  
[https://www.google.com/intl/pt-PT\\_ALL/earth/about/versions/download-thank-you/?usagestats=1](https://www.google.com/intl/pt-PT_ALL/earth/about/versions/download-thank-you/?usagestats=1).

**GOOGLE FORMS.** Google. Disponível em:  
<https://docs.google.com/forms/d/1w4YFzeuu8csRJ9RhwbqHT1Yg3CoJxATHxPNTThPThCoJ/edit>. Acesso em: 24 fev. 2022.

GRANDE, M. H. Del; GALVÃO, C. de O.; MIRANDA, L. I. B. de; SOBRINHO, L. D. G. (2016). The perception of users about the impacts of water rationing on their household routines. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 19, n.1 p.165-184, mar. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc150155r1v1912016>. Acesso em: 04 mai. 2022.

HAMDAN, O. H. C.; LIBANIO, M.; COSTA, V. A. F. Avaliação de indicadores aplicados a sistemas de abastecimento de água de pequeno porte. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, n.6, p.1183-1194. dec. 2019. ISSN 1413-4152. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522019185444>. Acesso em: 26 out. 2021.

HELLER, L. Acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil: considerações históricas, conjunturais e prospectivas. **Centre for Brazilian Studies**, University of Oxford, Working Paper 73, 2006. Disponível em:  
<https://www.lac.ox.ac.uk/sites/default/files/lac/documents/media/leo20heller2073.pdf>. Acesso em: 24 out. 2021.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022a. Disponível em:  
<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 26 mai. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama Conceição das Pedras-MG**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022b. Disponível em:  
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/conceicao-das-pedras/panorama>. Acesso em: 12 mai. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017**: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020a, 124 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101734.pdf>. Acesso em: 15 out. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. 2020b. Disponível em:  
<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/616#resultado>. Acesso em: 17 fev. 2022.

IDE-SISEMA. **INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS**. 2022. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí**: Resumo Executivo. Belo Horizonte, 2010. 245 p. Disponível em: <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2020/06/RESUMO-EXECUTIVO-PDRH-VELHAS-2015.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2022.

IHU on-line. Biomas brasileiros e a teia da vida. **Revista do Instituto Humanitas Unisinos**, São Leopoldo - RS, ed. 500, 2017. Disponível em: <https://www.ihuonline.unisinos.br/artigo/6749-biomas-brasileiros-e-a-teia-da-vida>. Acesso em: 24 abr. 2022.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. **Portaria nº 246 de 17 de outubro de 2000**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/rtac000667.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2021.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catalogo de imagem**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 26 abr. 2022.

LARRAIN, S. Human rights and market rules in Chile's water conflicts: A call for structural changes in water policy. **Environmental Justice** v. 5, n. 2, 2012. P.82-88.

LEITE, M. D. S.; ARAÚJO, P. P. P. de; OLIVEIRA, M. M.; ALMEIDA, K. E. de L.; BELCHIOR, S. M. S. de; MENESES, H. R. F. de; SILVA, G. I. C. de M.; PEREIRA, E. H. B.; BENTO, A. B.; GOMES, J. C.; BANDEIRA, P. S. R. de S.; SOUSA, G. G. B. de; SILVA, A. C. de A. F.; SOUZA, G. X. de L.; NOBRE, K. M. R.; SOBRINHO, G. F. dos S.; ABRANTES, L. B. de; MENDES, J. R. L.; NÓBREGA, W. D. M. da; MEDEIROS, J. M. L. de A. M. O Novo Marco Sanitário (Lei Federal nº 14.026 de 2020) e os possíveis impactos nos pequenos municípios brasileiros. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 9, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i9.18258. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18258>. Acesso em: 3 mai. 2022.

LEMO, S. Dados da ONU mostram que 15 mil pessoas morrem por doenças ligadas à falta de saneamento. **Jornal da USP**. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/dados-da-onu-mostram-que-15-mil-pessoas-morrem-anualmente-por-doencas-ligadas-a-falta-de-saneamento/>. Acesso em: 29 jun. 2022.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 4. ed. Campinas: Átomo, 2016.

**Mapas topográficos**: Conceição das Pedras. Topographic-map.com. 2022. Disponível em: <https://pt-br.topographic-map.com/maps/g5m5/Concei%C3%A7%C3%A3o-das-Pedras/>. Acesso em: 19 fev. 2022.

**MAPBIOMAS BRASIL**. Versão 6.0. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/?activeBaseMap=8&layersOpacity=70&activeacti>

ve=coverage&activeModuleContent=coverage%3Acoverage\_main&activeYear=2202&mapPosition=-15.072124%2C-51.459961%2C4&timelineLimitsRange=1985%2C2020&baseParams[territoryType]=1&baseParams[territories]=1%3BBrasil%3B1%3BPa%C3%ADs%3B-33.751177993999999%3B-73.990449969%3B5.271841076999976%3B-28.847639913999956&baseParams[activeClassesLevelsListItems]=1%2C7%2C8%2C9%2C10%2C2%2C11%2C12%2C13%2C14%2C15%2C3%2C16%2C17%2C26%2C29%2C30%2C31%2C32%2C27%2C33%2C34%2C35%2C18%2C19%2C4%2C20%2C22%2C22%2C23%2C5%2C24%2C28%2C6. Acesso em: 16 jan. 2022.

MARCONDES, R. A. de C. **Estudo do uso das tubulações de PEAD em sistemas de distribuição de água no Brasil**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-06102016-092317/publico/RicardoAugustodeCastroMarcondesCorr16.pdf>. Acesso em 03 mai. 2022.

MARQUES, D. H. F.; CANÇADO, C. J.; SOUZA, P. C. **Reflexões sobre o novo marco regulatório do saneamento básico: possíveis impactos no planejamento de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro - FJP, 2021. Disponível em: [http://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/11/25.1.2021\\_TEXTO-PARA-DISCUSSAO-N.-15-1.pdf](http://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/11/25.1.2021_TEXTO-PARA-DISCUSSAO-N.-15-1.pdf). Acesso em: 19 abr. 2022.

MATSUDA, M. A. M. **Utilização de tubulação de PEAD em redes de distribuição de Água**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas - TO, 2017. Disponível em: [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:0FaHW2mc\\_8UJ:https://ulbrato.br/bibliotecadigital/uploads/document5d973bc30b34d.pdf+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=br](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:0FaHW2mc_8UJ:https://ulbrato.br/bibliotecadigital/uploads/document5d973bc30b34d.pdf+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=br). Acesso em: 05 ago. 2021.

MAURÍCIO, C. M. de.; PLECH FILHO, F. S. O impacto dos indicadores PIB per capita e índice de Gini na esperança de vida do brasileiro: Uma perspectiva do brasil e regiões. **Revista Economia Política do Desenvolvimento**, Maceió - AL, v. 3, n. 5, p. 56-71, 2016. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/repd/article/view/8729>. Acesso em: 04 mai. 2022.

MENEZES, M. C. de. **Investigação de processos operários de uma estação de tratamento de água de ciclo completo**. 2019. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió - AL, 2019.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017**. O Conselho Estadual de Política Ambiental – Copam, no uso das atribuições que lhe conferem o inciso I do art. 14 da Lei Estadual nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016 [...]. Belo horizonte, MG, [2017]. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>. Acesso em: 14 jun. 2022.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Deliberação Normativa CERH-MG n.º 09, de 16 de junho de 2004**. Define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Belo horizonte, MG, [2004].

Disponível em:

[http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/arquivos/Deliberacao\\_09\\_04.pdf](http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/arquivos/Deliberacao_09_04.pdf). Acesso em: 14 ago. 2021.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM. **Portaria nº 48, de 04 de outubro de 2019**. Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, [2019]. Disponível em:

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719>. Acesso em: 16 mai. 2022.

MINAS GERAIS. **Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013**. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Belo Horizonte, MG, [2013].

Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>.

Acesso em: 24 abr. 2022.

MINAS GERAIS. **Lei Ordinária nº 10.793, de 2 de julho de 1992**. Dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no estado. Belo Horizonte, MG, [1992]. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-10793-1992-minas-gerais-dispoe-sobre-a-protecao-de-mananciais-destinados-ao-abastecimento-publico-no-estado>. Acesso em: 15 mai. 2022.

MORAIS, S. C.; CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. de. Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v.30, n.1, abr. 2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pope/a/mCgyZSTtZsVt67SqGng6mFF/?lang=pt#back>. Acesso em: 28 fev. 2021.

MOREIRA, F. N. da C. **Dimensionamento do volume útil de reservação de água considerando o consumo de energia elétrica no horário de ponta do setor elétrico**.

2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, UFP, Belém - PA, 2018. Disponível em:

<http://ppgec.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2018/francisca.pdf.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2022.

MORENO, J. **Avaliação e gestão de riscos no controle da qualidade da água em redes de distribuição: estudo de caso**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2009. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-12012010-093104/publico/JoseMoreno.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2022.

MUNDIM, B. C.; VOLSCHAN JUNIOR, I. Avaliação dos indicadores de desempenho operacionais e de qualidade do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento para sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. **Revista DAE**, São Paulo, v. 68, n. 227, p. 20-34, 2020. Disponível em:

[http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_227\\_n\\_1924.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_227_n_1924.pdf). Acesso em: 16 mai. 2021.

NASCIMENTO, R. B. **Análise e gerenciamento de redes de distribuição de água com suporte em Sistema de Informações Geográficas (SIG)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia da Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco,

Recife - PE, 2009. Disponível em:

[https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3049/1/arquivo2049\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3049/1/arquivo2049_1.pdf). Acesso em: 15 ago. 2021.

NNAJI, C. C.s; ELUWA, C.; NWOJI, C. Dynamics of domestic water supply and consumption in a semi-urban Nigerian city. **Habitat International**, Oxford, 40, p. 127-135, 2013. DOI: 10.1016/j.habitatint.2013.03.007.

NEIRU - NÚCLEO ESTRATÉGICO INTERDISCIPLINADO RM RESILÊNCIA URBANA. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Elói Mendes**. 2020. Disponível em: <https://planosaneamento.eloimendes.neiru.org/phases.php?fase-1>. Acesso em: 24 jun. 2021.

OLIVEIRA, J. C. de. RAVAGNANI, C. A. A Democracia Participativa nos Serviços Públicos de Saneamento Básico: Estudo de Caso das Audiências Públicas da ARSESP. **Revista da Faculdade de Direito UFMG**, Belo Horizonte, n. 69, p. 221 - 238, dez. 2016. Disponível em: <https://www.direito.ufmg.br/revista/index.php/revista/article/view/1788>. Acesso em: 22 ago. 2021.

OLIVEIRA, M. L. de. **Desenvolvimento de Método para Avaliação de Desempenho de Sistemas de Abastecimento de Água: Aplicação ao Caso da RIDE DF e Entorno**. 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade de Brasília, Brasília -DF, 2016. Disponível em: <http://ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/03/Oliveira-2016-Disserta%C3%A7%C3%A3o-Avalia%C3%A7%C3%A3o-de-SAA-Vers%C3%A3o-Oficial-PDF.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.

OPEN WATER ACADEMY. **Conhecendo um sistema de abastecimento de água**. 2019. Disponível em: <http://www.openwater.academy/enoteagua>. Acesso em: 21 set. 2020.

PAPANI, P. C. **Gestão de pessoas em sistemas de tratamento de água**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4279/2790.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em; 27 mar. 2022.

PAULINO, M. P. **Alternativas de concepção e gestão de sistemas de abastecimento de água de cidades que utilizam vários mananciais: Caso de Ouro Preto - MG**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto - MG, 2005. Disponível em: [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2300/1/DISSERTA%c3%87%c3%830\\_AlternativasConcep%c3%a7%c3%a3oGest%c3%a3o.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2300/1/DISSERTA%c3%87%c3%830_AlternativasConcep%c3%a7%c3%a3oGest%c3%a3o.pdf). Acesso em: 13 fev. 2022.

PEREIRA, S. G. SANTOS, A. C. B.; OLIVEIRA, S. C.; OLIVEIRA, O. M.; VALENZUELA-DIAZ, F. R.; VALENZUELA-DIAZ, M. G. Análise da Substituição de Tubos Metálicos a Base de Chumbo por Tubos Sintéticos no Setor da Construção Civil em Vitória da Conquista – BA. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 22. 2016, Natal. **Anais eletrônicos** [...]. Natal – RN, 2016.

Disponível em: <http://www.metallum.com.br/22cbecimat/anais/PDF/515-006.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2021.

PEREIRA, V. E. **Disposição de lodo adensado de ETA em ETE com tratamento primário quimicamente assistido**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas - SP, 2011. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258172/1/Pereira\\_VanessaEgidio\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258172/1/Pereira_VanessaEgidio_M.pdf). Acesso em: 14 jun. 2021.

PLATAFORMA BRASIL. **Parecer consubstanciado do CEP**. Centro Universitário De Itajubá. 2022. Disponível em: <https://plataformabrasil.saude.gov.br/visao/pesquisador/gerirPesquisa/gerirPesquisaAgrupager.jsf>. Acesso em: 26 fev, 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS. **Sobre Conceição das Pedras**. 2022a. Disponível em: <https://www.conceicaodaspedras.mg.gov.br/sobre-conceicao-das-pedras>. Acesso em: 02 jan. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS. **Turismo**. 2022b. Disponível em: <https://www.conceicaodaspedras.mg.gov.br/turismo-de-conceicao-das-pedras>. Acesso em: 02 jan. 2022.

REALI, M. A. P (coord.). **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, Rio de Janeiro. 240p. 1999. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosabrealifinal.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2022.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2009.

RÍOS, J. C. SANTOS-TELLEZ, R. U.; RODÍGUEZ, P. H.; LEYVA, E. A.; MARTÍNEZ, V. N. Methodology for the identification of apparent losses in water distribution networks. **Procedia Engineering**, v. 70, p: 238-247, 2014. Doi: 10.1016/j.proeng.2014.02.027. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814000290?via%3Dihub>. Acesso em: 25 mar. 2021.

ROSA, C. M. Índice de perdas nas unidades de salvador e a relação com o índice de hidrometração. *In: EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO*, 19. Poços de Caldas, 2015. **Anais eletrônicos [...]**. Poços de Caldas - MG, 2015. Disponível em: <https://trabalhosassemae.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/193/256/t256t9e1a2015.pdf>. Acesso em: 29 de out. 2020

SÁ, C. C. **A importância da micromedição no combate às perdas de água: estudo da hidrometração da Companhia Águas de Joinville**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis -

SC, 2007. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90176/255354.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 nov. 2020.

SAEGROV, S. **CARE-W: 4458 of networks**. International Water Association - IWA, 2005.191 p.

SALAMONI, S. da S.; DELLA, J. P; BACK, A. J. Avaliação das perdas na distribuição de água: estudo de caso em São Bento Baixo, Nova Veneza-SC. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, Santa Catarina, v. 20, 2014.

SANTOS, J. O. dos; SANTOS, R. M. de S.; GOMES, M. A. D.; MIRANDA, R. C. de; NÓBREGA, I. G. de M. A qualidade da água para o consumo humano: Uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental GVAA - Grupo Verde De Agroecologia e Abelhas**, Pombal – PB, v.7, n. 2, p. 19-26, jun. 2013. Disponível em: <https://xdocs.com.br/doc/a-qualidade-da-agua-para-o-consumo-humano-uma-discussao-necessaria-joz5g300gl0z>. Acesso em: 15 mai. 2022.

SARZEDAS, G. L. **Planejamento para a substituição de tubulações em sistemas de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo – SP, 2009. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-20072009-144606/publico/dissertacao\\_rev.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-20072009-144606/publico/dissertacao_rev.pdf). Acesso em: 25 de abr. 2022.

SEMAD – SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL Sistema Integrado de Informação Ambiental: Conceição das Pedras. Disponível em: [http://www.siam.mg.gov.br/siam/processo/processo\\_emprto\\_emprdor.jsp?pageheader=null&num\\_pt=&ano\\_pt=&nome\\_empendedor=&cpf\\_cnpj\\_emprdor=&num\\_fob=&ano\\_fob=&cod\\_atividades=&cod\\_outros\\_municipios=173&nome\\_empendimento=&cpf\\_cnpj\\_emprto=&tipoProcesso=&num\\_apefoutorga=&cod\\_empendimento=&ano\\_apefoutorga=](http://www.siam.mg.gov.br/siam/processo/processo_emprto_emprdor.jsp?pageheader=null&num_pt=&ano_pt=&nome_empendedor=&cpf_cnpj_emprdor=&num_fob=&ano_fob=&cod_atividades=&cod_outros_municipios=173&nome_empendimento=&cpf_cnpj_emprto=&tipoProcesso=&num_apefoutorga=&cod_empendimento=&ano_apefoutorga=). Acesso em: 10 jun. 2021

SILVA, C. M.; PADUA, V. L. de; BORGES, J. M. Contribuição ao estudo de medidas para redução da perda aparente de água em áreas urbanas. **Ambiente & sociedade**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 249- 268, set. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/DWbjtJXGb4BfCvzDJkFB8HQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 08 jan. 2021.

SILVA, F. B. **O sistema de abastecimento d'água da cidade de Santa Rita – PB**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal Da Paraíba, João Pessoa - PB, 2016. Disponível em: [http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/copy\\_of\\_2016.1/o-sistema-de-abastecimento-d2019agua-da-cidade-de-santa-rita-pb.pdf](http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/copy_of_2016.1/o-sistema-de-abastecimento-d2019agua-da-cidade-de-santa-rita-pb.pdf). Acesso em: 23 mar. 2022.

SILVA JÚNIOR, J. F.; OLIVEIRA, G. R. S.; MENDONÇA, S. F. T. O.; ALENCAR, F. M. R. Perdas em sistemas de distribuição de água: Estudo baseado em revisão sistemática. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*,

2018, São Paulo. **Anais eletrônicos** [...]. São Paulo: ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS DA SABESP, 2018. Disponível em: <https://sergio.mendonca.pro/publication/2017-abes-agua/2017-abes-agua.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2021.

SILVA, K. R. da; LIMA, M. H. R.; MASSARANDUBA, W. de M.; OLIVEIRA, T. H. S.; SANTOS, W. A.; NETTO, A. de O. A. Qualidade da Água e Percepção Ambiental: Estudo de caso na Foz do Rio São Francisco. *In: ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE*, 12.; *ÁGUA PARA TODOS: NÃO DEIXAR NINGUÉM PARA TRÁS*, 2019, Aracaju. **Anais eletrônicos** [...]. Aracaju -SE, 2019, p.1-5. Disponível em: <http://abrh.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/100/ENREHSE0056-1-20190315-122235.pdf>. Acesso em: 04 de mai. 2022.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto**. Brasília: SNIS, 2021a. Disponível em: [http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO\\_TEMATICO\\_VISA\\_GERAL\\_AE\\_SNIS\\_2021.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISA_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf). Acesso em: 03 fev. 2021.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. **Do SNIS ao SINISA: Informações para o planejar o Saneamento Básico**. Brasília: SNIS, 2021b. Disponível em: [http://www.snis.gov.br/images/conteudo/cadernos/2020/DO\\_SNIS\\_AO\\_SINISA\\_SANEAMENTO\\_BASICO\\_SNIS\\_2021.pdf](http://www.snis.gov.br/images/conteudo/cadernos/2020/DO_SNIS_AO_SINISA_SANEAMENTO_BASICO_SNIS_2021.pdf). Acesso em: 29 jan. 2022.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. **Glossário de Indicadores - Água e Esgotos**. Brasília: SNIS, 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/glossarios> Acesso em: 13 mai. 2022.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. Séries Históricas. *In: Água e esgoto: Informações e indicadores*. Brasília, 2020. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 22 mar. 2022.

SOUSA, A. C. A. de. O que esperar do novo marco do saneamento?. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 12, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/S4RRsCRpr4XqGYwzCh5gnwz/?lang=pt>. Acesso em: 28 abr. 2021.

SOUZA, K. B.; SKRIPNIK, N. N.; GOETTEN, W. N. Diagnóstico dos sistemas de captação de água para abastecimento público nos municípios regulados pela ARIS. *In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO*, 8.; UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA, Palhoça, 2020. **Anais eletrônicos** [...]. Palhoça - SC, 2020. Disponível em: [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/229570/ENSUS\\_2020\\_paper\\_131.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/229570/ENSUS_2020_paper_131.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 07 mar. 2022.

TABLEAU PUBLIC. **Pesquisa Sobre o Sistema de Abastecimento de Água de Conceição das Pedras por Eleonara Ramos Reis**. 2022. Disponível em: <https://public.tableau.com/views/PesquisaSobreoSistemadeAbastecimentodeguadeConceio>

dasPedras/PesquisaSobreoSistemadeAbastecimentodeguadeConceiodasPedras?:language=pt-BR&:display\_count=n&:origin=viz\_share\_link. Acesso em: 22 abr. 2022.

TANCINI, A. **Avaliar os processos de licenciamento ambiental em sistemas de abastecimento de água com captação superficial de Santa Catarina**. 2010. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2010.

TARDELLI FILHO, J. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água. **Revista DAE**, São Paulo, v. 64, n. 201. Abr. 2016. Doi: 10.4322/dae.2015.012. Disponível em: [http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_201\\_n\\_1622.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_201_n_1622.pdf). Acesso em: 26 jun. 2021.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 2. ed. São Paulo: USP, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, 643 p. 2006.

TUAN, Yi-Fu. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. Londrina, PR: Eduel, 344 p. 2012.

UEDA, A. C.; MAGANHINI, M. B. Gestão de recursos hídricos – Estudo de caso: “Laticínio do Colégio Agrícola Estadual Manoel Ribas”. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 4., IBEAS, Salvador – Ba, 2013. **Anais eletrônicos [...]**. Salvador - Ba, 2013. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/VIII-026.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2022.

VASCONCELLOS-GUEDES, L.; GUEDES, L. F. A. E-surveys: Vantagens e limitações dos questionários eletrônicos via internet no contexto da pesquisa científica. *In*: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 10., FEA/USP, São Paulo, 2020. **Anais eletrônicos [...]**. São Paulo - SP, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/319774242\\_E-Surveys\\_Vantagens\\_e\\_Limitacoes\\_dos\\_Questionarios\\_Eletronicos\\_via\\_Internet\\_no\\_Conte\\_xto\\_da\\_Pesquisa\\_Cientifica](https://www.researchgate.net/publication/319774242_E-Surveys_Vantagens_e_Limitacoes_dos_Questionarios_Eletronicos_via_Internet_no_Conte_xto_da_Pesquisa_Cientifica). Acesso em: 15 mai. 2021

VIEIRA, C. A. **Análise de Dados de Sinistralidade Rodoviária Portuguesa nas Zonas em Obras com Recurso à Regressão Logística Multinomial**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2019.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 452 p. 2014.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Preventing diarrhoea Through Better Water, Sanitation and Hygiene: exposures and impacts in low-and middle-income countries. Geneva: WHO, 2015, 48 p. ISBN 978 92 4 156482 3. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241564823>. Acesso em: 03 mai. 2022.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking - water quality. 3. ed. V. 1, Geneva: WHO, 2004, 515p. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42852>. Acesso em: 03 mai. 2022.

# APÊNDICES

## Apêndice A: Formulário aplicado aos Usuários

### Pesquisa Científica do Mestrado Profissional em Engenharia Hídrica – UNIFEI

Olá! Meu nome é Eleonóra Reis, sou pesquisadora do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Hídrica da Universidade Federal de Itajubá e convido você, morador do perímetro urbano do município de Conceição das Pedras, a participar da pesquisa sobre o sistema de abastecimento de água de Conceição das Pedras.

O objetivo da pesquisa é avaliar o sistema de abastecimento de água do município, por meio da percepção dos moradores, com foco na qualidade da água distribuída.

Sua ajuda é importante para identificação dos problemas existentes!

Esta é uma pesquisa científica, realizada com a autorização da prefeitura, sem cunho político, e aprovada pelo comitê de ética em pesquisas.

OBS: Asseguramos o sigilo e confidencialidade dos dados pessoais dos participantes da pesquisa. Seu nome, ou qualquer material que indique a sua participação, não será divulgado e a sua participação ocorrerá diante da sua permissão. O Sr(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

\*Obrigatório

#### 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Abrir o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
*Pular para a seção 2 (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido)*
- Ir direto ao questionário *Pular para a pergunta 2*

#### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

##### Esclarecimento

Prezado cidadão de Conceição das Pedras, você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa desenvolvida no Mestrado Profissional de Engenharia Hídrica da Universidade Federal de Itajubá intitulada: "AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE PEQUENO PORTE COM ENFOQUE NA QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA: ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS/MG".

##### A JUSTIFICATIVA

Uma das ferramentas utilizadas para a avaliação do sistema de abastecimento de água (SAA) é a percepção dos usuários, que consegue mostrar a satisfação da população em relação ao sistema e, com isso, influenciar os responsáveis pela tomada de decisão sobre melhorias no sistema.

Conceição das Pedras é uma pequena cidade de Minas Gerais, onde o sistema de abastecimento de água da cidade é gerenciado pela própria prefeitura e abrange somente o perímetro urbano, não há hidrometração nas residências e há reclamações dos usuários do sistema em relação a qualidade e quantidade de água distribuída. Diante disto, a pesquisa visa avaliar um sistema de abastecimento de água de pequeno porte, utilizando como estudo de caso o SAA do município de Conceição das Pedras – MG, e, a partir do diagnóstico da situação e da avaliação da percepção da população em relação ao sistema de abastecimento do município, propor alternativas para melhoria deste sistema, principalmente em relação a qualidade da água fornecida.

**OBJETIVOS**

Avaliar a percepção da população em relação ao sistema de abastecimento de Conceição das Pedras – MG.

**DESCONFORTOS, RISCOS E BENEFÍCIOS:** A aplicação do questionário só oferece como risco aos participantes o desconforto em responder o questionário e como benefício a ajuda para diagnosticar o sistema de abastecimento de água.

**GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO:** O Sr(a) será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. O Sr(a) é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a sua recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de qualquer benefício. Os pesquisadores irão tratar a sua identidade com respeito e seguirão padrões profissionais de sigilo, assegurando o sigilo e confidencialidade dos dados pessoais dos participantes de pesquisa. Seu nome, ou qualquer material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. O Sr(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma via assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será arquivada na Universidade Federal de Itajubá e outra será fornecida ao Sr(a).

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:** O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é responsável por avaliar e acompanhar sobre os aspectos éticos das pesquisas que envolvem seres humanos, ele defende os interesses das pessoas que participam da pesquisa. Conforme a Resolução 196/96 “toda pesquisa envolvendo seres humanos deve ser submetida à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)”. Sendo assim, antes da aplicação do questionário, o mesmo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

#### Consentimento, após o esclarecimento

Eu fui informada(o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações para motivar minha decisão, se assim o desejar. A pesquisadora Eleonára Ramos Reis certificou-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais e somente os pesquisadores terão acesso. Também sei que caso existam gastos, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei chamar a pesquisadora Eleonára no telefone (35) 99737-3353.

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa. Declaro que recebi cópia deste Termo de consentimento, e autorizo a realização da pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

---

2. Você concorda em participar da pesquisa? \*

Eu consinto participar da pesquisa

Não concordo

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

3. Qual seu endereço de e-mail ou telefone? \*

Seu endereço de e-mail ou telefone é importante para validarmos o seu consentimento e para enviar os resultados da pesquisa após o término do estudo.

---

**Informações sobre os participantes**

4. Você mora em qual município? \*

- Conceição das Pedras
- Outro: \_\_\_\_\_

**Informações sobre os participantes**

5. Você mora em qual zona do município? \*

- Zona urbana (Bairro Centro)
- Zona urbana (Bairro Rancho Alegre)
- Zona rural

**Informações sobre os participantes**

6. Gênero: \*

- Feminino
- Masculino
- Não binário
- Prefiro não responder

7. Qual sua escolaridade? \*

- Ensino Fundamental incompleto
- Ensino Fundamental completo
- Ensino Médio incompleto
- Ensino Médio completo
- Superior incompleto
- Superior completo
- Pós-graduação
- Outro: \_\_\_\_\_

8. Qual endereço do imóvel (número, rua e bairro)? \*

---

---

---

---

---

9. Quanto tempo você reside em Conceição das Pedras? \*

- Menos de 1 ano
- 1 há 5 anos
- Mais de 5 anos

### Questionário

10. Qual a fonte de abastecimento de água no seu imóvel? \*

- Rede de abastecimento público
- Poço
- Nascente
- Outro: \_\_\_\_\_

11. Ocorre falta de água no seu imóvel? \*

- 1 a 2 dias por semana
- 2 a 3 dias por semana
- Mais de 3 dias por semana
- 1 a 2 vezes por mês
- Nunca

12. Quanto tempo demora, em média, para o Serviço de abastecimento de água atender problemas como vazamentos, falta de água, entre outros? \*

- Menos de um dia
- Mais de um dia
- Menos de uma semana
- Mais de uma semana

13. Você ingere a água diretamente da torneira? \*
- Sim
- As vezes
- Nunca
14. No seu imóvel, a água apresenta sabor ou odor desagradável? \*
- Sempre
- Frequentemente
- As vezes
- Nunca
15. No seu imóvel, a água apresenta alguma cor? \*
- Sempre
- Frequentemente
- As vezes
- Nunca
16. Qual a cor apresentada da água? \*
- Marrom (barrenta)
- Amarelada
- Esbraquiçada
- Esverdeada
- Não apresenta cor
- Outro: \_\_\_\_\_
17. Qual a frequência de limpeza da caixa de água do seu imóvel? \*
- 6 meses
- 1 ano
- Mais de um ano
- Não é feita a limpeza
- Não tenho caixa de água

18. No seu imóvel, como é a pressão da água que vem da rua? \*

- Alta  
 Satisfatória  
 Baixa

19. Como você avalia a qualidade da água? \*

- Excelente  
 Boa  
 Regular  
 Ruim  
 Péssima

20. Você estaria disposto a pagar pelo tratamento de água? \*

- Sim  
 Não  
 Talvez

21. Gostaria de deixar algum comentário (opcional)?

---

---

---

---

---

Obrigada pela participação!

---

## Apêndice B: Material de Divulgação



**MPEH**  
MESTRADO PROFISSIONAL  
EM ENGENHARIA HÍDRICA

# PESQUISA CIENTÍFICA SOBRE O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS

**CONVIDO VOCÊ, MORADOR DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS,**

A participar da pesquisa que faz parte da dissertação da aluna Eleonára Reis do curso de Mestrado Profissional em Engenharia Hídrica da UNIFEI.

**COMO PARTICIPAR?**  
É só responder ao formulário entre os dias 22 à 29 de março, disponível no link <https://forms.gle/keVMp2bVzVvDBQ747>

**POR QUE PARTICIPAR?**  
A pesquisa tem como objetivo avaliar o sistema de abastecimento de água do município com foco na qualidade da água distribuída. Sua ajuda é importante para identificação dos problemas existentes!

**22 à 29 de março**

# PARTICIPE

 Asseguramos o sigilo e confidencialidade dos dados e das respostas dos participantes da pesquisa, segundo a LGPD.

## ANEXOS

### Anexo A: Parecer consubstancial do CEP



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE PEQUENO PORTE COM ENFOQUE NA QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS/MG **Pesquisador:** ELEONARA RAMOS REIS **Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 55997422.6.0000.5094

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Itajubá

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.264.820

##### Apresentação do Projeto:

O saneamento é composto por um conjunto de serviços que objetivam preservar ou modificar a situação do meio ambiente, tendo como finalidade melhorias na qualidade de vida, na saúde e no desenvolvimento da sociedade. Um dos componentes do saneamento é o Sistema de Abastecimento de Água (SAA), o qual objetiva fornecer água potável em quantidade, qualidade e pressão adequada para a população. Um Sistema de Abastecimento de Água – (SAA) inadequado interfere diretamente na qualidade de vida e saúde de seus usuários, sendo assim é necessário que o sistema esteja de acordo com as normas e os parâmetros de qualidade exigidos.

##### Objetivo da Pesquisa:

Avaliar o sistema de abastecimento de água de município de pequeno porte com foco na qualidade da água distribuída, tendo como estudo de caso o município de Conceição das Pedras – MG.

##### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Estão previstos e adequados.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:** pesquisa e método adequados para a execução do estudo.

##### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentou RCLE ao invés de TCLE, porém não consideramos um impeditivo para a realização da

<b>Endereço:</b> Av. Dr. Antônio Braga Filho, 687	
<b>Bairro:</b> PORTO VELHO	<b>CEP:</b> 37.501-002
<b>UF:</b> MG	<b>Município:</b> ITAJUBA
<b>Telefone:</b> (35)3629-8400	<b>Fax:</b> (35)3629-8400 <b>E-mail:</b> cep@fepi.br



Continuação do Parecer: 5.264.820

pesquisa. Visto que a pesquisadora anexou os questionários que serão aplicados.

Apresentou carta de autorização sem carimbo, assinatura ou mesmo papel timbrado do Prefeito do município que será estudado, mas a metodologia proposta de pesquisa ocorrerá com usuários do SAA e não com funcionários da Prefeitura, logo, não é impeditivo.

**Recomendações:**

Inserir no RCLE o telefone do CEP do Centro Universitário de Itajubá e documentos pessoais do pesquisador.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Favorável a aprovação.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

RESSALTA-SE QUE CABE AO PESQUISADOR RESPONSÁVEL ENCAMINHAR OS RELATÓRIOS PARCIAIS E FINAL DA PESQUISA, POR MEIO DA PLATAFORMA BRASIL, VIA NOTIFICAÇÃO DO TIPO "RELATÓRIO" PARA QUE SEJAM DEVIDAMENTE APRECIADAS NO CEP, CONFORME NORMA OPERACIONAL CNS Nº001/13, ITEM XI.2.D.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1820339.pdf	20/01/2022 11:55:09		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Dissertacao.pdf	20/01/2022 11:54:19	ELEONARA RAMOS REIS	Aceito
Outros	Questionario.pdf	20/01/2022 11:52:07	ELEONARA RAMOS REIS	Aceito
Parecer Anterior	Respostas_as_solicitacoes_feitas.pdf	20/01/2022 11:51:33	ELEONARA RAMOS REIS	Aceito
Declaração de concordância	carta_de_autorizacao.pdf	20/01/2022 11:49:46	ELEONARA RAMOS REIS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	RCLE_impreso.pdf	20/01/2022 11:48:23	ELEONARA RAMOS REIS	Aceito

**Endereço:** Av. Dr. Antônio Braga Filho, 687

**Bairro:** PORTO VELHO

**CEP:** 37.501-002

**UF:** MG

**Município:** ITAJUBA

**Telefone:** (35)3629-8400

**Fax:** (35)3629-8400

**E-mail:** cep@fepi.br



TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	RCLE_funcionarios.pdf	20/01/2022 11:48:15	ELEONARA RAMOS REIS	Aceito
---	-----------------------	------------------------	---------------------	--------

Continuação do Parecer: 5.264.820

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	RCLE_digital.pdf	20/01/2022 11:48:07	ELEONARA RAMOS REIS	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_5084258.pdf	20/01/2022 11:45:44	ELEONARA RAMOS REIS	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	20/01/2022 11:44:33	ELEONARA RAMOS REIS	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	20/01/2022 11:44:17	ELEONARA RAMOS REIS	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

ITAJUBA, 25 de Fevereiro de 2022

---

**Assinado por:**  
**Leonardo José Rennó Siqueira**  
**(Coordenador(a))**

<b>Endereço:</b> Av. Dr. Antônio Braga Filho, 687	<b>CEP:</b> 37.501-002
<b>Bairro:</b> PORTO VELHO	
<b>UF:</b> MG	<b>Município:</b> ITAJUBA
<b>Telefone:</b> (35)3629-8400	<b>Fax:</b> (35)3629-8400
	<b>E-mail:</b> cep@fepi.br

## Anexo B: Informações sobre o SAA

ABASTECIMENTO DE ÁGUA		2021										
<b>BLOCO 01 IDENTIFICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO</b>												
Município: _____												
Código IBGE: _____ Data: _____ Hora: _____												
<input type="checkbox"/> Sede Municipal <input type="checkbox"/> Distrito: _____ <input type="checkbox"/> Bairro: _____ <input type="checkbox"/> Zona Rural: _____ Qual: _____												
<b>BLOCO 2 CONSTITUIÇÃO JURÍDICA DA ENTIDADE</b>												
<input type="checkbox"/> Administração Direta <input type="checkbox"/> Autarquia <input type="checkbox"/> Empresa Pública <input type="checkbox"/> Empresa Privada <input type="checkbox"/> Outras: _____												
Prestador do Serviço:												
Municipal <input type="checkbox"/> SAAE <input type="checkbox"/> DEMAÉ <input type="checkbox"/> Prefeitura <input type="checkbox"/> Outro: _____												
Estadual <input type="checkbox"/> COPASA <input type="checkbox"/> Outro: _____												
Dados do prestador:												
Nome: _____ CNPJ: _____												
Endereço: _____												
Contato: _____												
Situação da concessão												
<input type="checkbox"/> Inexistente <input type="checkbox"/> Vigente <input type="checkbox"/> Vencimento: _____												
Obs.: _____												
<b>BLOCO 3 SERVIÇO(S) PRESTADO(S) PELA ENTIDADE</b>												
Existência e natureza dos serviços:												
Distribuição de água: <input type="checkbox"/> Tratada <input type="checkbox"/> Bruta desinfetada <input type="checkbox"/> Coleta de esgoto <input type="checkbox"/> Tratamento de esgoto												
Área de Atuação:												
<input type="checkbox"/> Todo município <input type="checkbox"/> Sede municipal <input type="checkbox"/> Distritos/Bairros    Quais: _____												
Obs.: _____												
<b>BLOCO 4 CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO</b>												
Tipos e quantidades de captações de água no município												
<input type="checkbox"/> Captação superficial <input type="checkbox"/> Poço raso <input type="checkbox"/> Nascentes												
<input type="checkbox"/> Poço profundo <input type="checkbox"/> Nascentes												
Volumes de água bruta m <sup>3</sup>												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Total captada												
Importada												
Exportada												
Obs.: _____												
<b>BLOCO 5 TRATAMENTO DE ÁGUA</b>												
Há tratamento de água no município?												
<input type="checkbox"/> Sim    Número de estações de tratamento _____    Preencher anexo 4 <input type="checkbox"/> Não    Passe para o Bloco 6												
Obs.: _____												

ABASTECIMENTO DE ÁGUA													2021	
BLOCO 06													REDE DE DISTRIBUIÇÃO	
<b>Volumes de água tratada m</b>	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Consumo per capita diário (l/hab.dia): _____	
Total tratada														
Importada														
Exportada														
Estimada														
Micromedida														
Perdas Comerciais														
Identificação da Rede: _____														
Extensão da rede de distribuição														
Diâmetro(mm)	Comprimento(m)		Material		Diâmetro(mm)	Comprimento (m)		Material						
20					100									
25					125									
32					150									
40					200									
60					300									
75					400									
Número de economias						Número de ligações								
Tipo de economia		Total	Ativas		Tipo de economia		Ativas	Ativas hidrometradas						
Residencial Social					Residencial Social									
Residencial Normal					Residencial Normal									
Comercial					Comercial									
Industrial					Industrial									
Órgão Público					Órgão Público									
Outro					Outro									
Qual: _____						Qual: _____								
Volume de água micromedido por economia (m <sup>3</sup> )												É realizada a vigilância da qualidade da água?		
Tipo de economia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	<input type="checkbox"/> Sim _____ <input type="checkbox"/> Não _____ <input type="checkbox"/> Não sabe informar _____	
Residencial Social														
Residencial Norm														
Comercial														
Industrial														
Órgão Público														
Outro														
Qual: _____												Tipo e frequência da análise na rede de distribuição:		
												Cloro residual _____		
												Bacteriológica _____		
Volume de água estimado por economia (m <sup>3</sup> )												Nº de amostras coletadas no ano base:		
Tipo de economia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	_____	
Residencial Social														
Residencial Norm														
Comercial														
Industrial														
Órgão Público														
Outro														
Qual: _____												Nº de amostras em conformidade com a Portaria 518/2004:		
												_____		

ABASTECIMENTO DE ÁGUA												2021		
BLOCO 07 REDE DE DISTRIBUIÇÃO														
Estimativa de perdas físicas no sistema (%)														
Captaçã _____ ETA _____ Reservação _____ Distribuição _____														
Falta de medição _____ Furtos _____														
Perdas comerciais (erro de medição)														
Vida média dos hidrômetrc _____ Idade média dos hidrômetrc _____														
Número de substituições de hidrômetros														
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Total														
Descalibrados (comprovados)														
Fraudados														
Número de ligações clandestinas identificadas por economia														
Tipo de economia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Residencial Social														
Residencial Norm														
Comercial														
Industrial														
Órgão Público														
Outro														
Qual:														
Quantos reservatórios de água tratada o sistema possui? _____ <a href="#">Anexo 5</a>														
Quantas elevatórias de linha o sistema possui? _____ <a href="#">Anexo 6</a>														
Pressão estática máxima (mca): _____ Pressão dinâmica mínima (mca): _____														
Obs.: <input type="text"/>														
													3	

ABASTECIMENTO DE ÁGUA											2021	
BLOCO 08											QUALIDADE DO SERVIÇO PRESTADO	
Há racionamento de água? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não												
Qual(is) o(s) motivo(s) do racionamento?												
<input type="checkbox"/>	Problemas na reservação					<input type="checkbox"/>	Problemas de estiagem					
<input type="checkbox"/>	Capacidade de tratamento insuficiente					<input type="checkbox"/>	Outro: _____					
<input type="checkbox"/>	População flutuante/veraneio											
Qual a frequência do racionamento?												
<input type="checkbox"/>	Constante, independente da época do ano					<input type="checkbox"/>	Esporadicamente, em época de seca					
<input type="checkbox"/>	Todos os anos na época da seca					<input type="checkbox"/>	Outro: _____					
Número de horas por mês em que o sistema sofreu interrupções programadas												
Causa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Ligações												
Manutenção												
Outro:												
												Qual: _____
Número de horas por mês em que o sistema sofreu interrupções não programadas												
Causa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Captação												
ETA												
Reservação												
Distribuição												
Outro:												
												Qual: _____
Número de vezes por mês em que o sistema sofreu interrupções programadas												
Causa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Ligações												
Manutenção												
Outro:												
												Qual: _____
Número de vezes por mês em que o sistema sofreu interrupções não programadas												
Causa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Captação												
ETA												
Reservação												
Distribuição												
Outro:												
												Qual: _____
Número de economias afetadas pelas interrupções do sistema												
Tipo de economia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Residencial Social												
Residencial Norm												
Comercial												
Industrial												
Órgão Público												
Outro												
												Qual: _____
Obs.:												

ABASTECIMENTO DE ÁGUA													2021	
BLOCO 09													DADOS GERAIS	
Ampliações que estão sendo realizadas no sistema de abastecimento de água														
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Captação (m³/s)														
Capacidade de adução de água bruta (m³/s)														
Capacidade de tratamento (m³/dia)														
Capacidade de adução de água tratada (m³/s)														
Capacidade de reservação (m³)														
Outro														
Qual: _____														
Ampliação do comprimento da rede de distribuição														
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Rede mestra (m)														
Rede secundária (m)														
Ampliação do diâmetro das tubulações da rede mestra														
Diâmetro(mm)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
100														
125														
150														
200														
300														
400														
Ampliação do diâmetro das tubulações da rede secundária														
Diâmetro(mm)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
20														
25														
32														
40														
60														
75														
Melhorias no sistema de abastecimento de água														
Captação:	<input type="text"/>													
Aduação:	<input type="text"/>													
Tratamento:	<input type="text"/>													
Reservação	<input type="text"/>													
Distribuição	<input type="text"/>													

ABASTECIMENTO DE ÁGUA		2021
<b>BLOCO 10 DADOS GERAIS</b>		
Há programas de controle de perdas de água? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Que tipo(s) de controle?		
<input type="checkbox"/> Fiscalização de ligações clandestinas	<input type="checkbox"/> Manutenção de hidrômetros	
<input type="checkbox"/> Substituição de redes velhas	<input type="checkbox"/> Identificação de vazamentos na rede	
Outro: _____		
Há plano diretor de abastecimento de água? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Autoria do plano diretor de abastecimento de água _____ Área de atendimento _____		
Etapas do sistema de abastecimento contempladas pelo pla _____		
Nível de participação do município _____		
Quantidade de macromedidores		
Captaçãc _____	Entrada de reservatório _____	Rede de distribuição _____
ETA _____	Saída de reservatório _____	<input type="checkbox"/> Não possui macromedidores
Obs.: _____		
Quem é o responsável do município, como titular do serviço, pelo comando da gestão? _____		
Quem faz a regulação dos serviços de abastecimento de água? _____		
Quem faz a fiscalização dos serviços de abastecimento de água? _____		
<b>BLOCO 11 PESSOAL OCUPADO</b>		
Pessoal do quadro permante da entidade, ligado <b>SOMENTE</b> ao serviço de abastecimento	Pessoal contratado ou terceirizado, ligado <b>SOMENTE</b> ao serviço de abastecimento de água:	
Operação ou manutenção _____	Operação ou manutenção _____	
Admnistraçãc _____	Admnistraçãc _____	
Total _____	Total _____	
ao serviço de abastecimento <b>E</b> esgotamento sanitário	Pessoal contratado ou terceirizado, ligado ao serviço de abastecimento de água <b>E</b> esgotamento sanitário:	
Operação ou manutenção _____	Operação ou manutenção _____	
Admnistraçãc _____	Admnistraçãc _____	
Total _____	Total _____	
<b>BLOCO 12 RELAÇÃO ENTRE A ENTIDADE E A COMUNIDADE</b>		
Quais são mecanismos implementados para a participação da população? _____		
Quais os canais de atendimento do usuário? _____		
Existe serviço exclusivo de atendimento ao público? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Quais o mecanismos adotados para prover o serviço a pessoas/comunidades que não podem pagar? _____		
Quais as ações empreendidas para combater o consumo supérflu _____		
Serviços solicitados ou recamações feitas à entidade:		
	Nº de solicitações ou reclamações	Nº de atendimentos
Solicitação para ligação na rede		
Reclamação sobre a qualidade da água		
Reclamação sobre falta de água		
Reclamação de pressão baixa no sistema		
Outro		
Qual: _____		
A prestadora de serviço promove capanhas de saúde e higiene? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Qual(is) o(s) meio(s) de divulgação utilizado(s) na(s) campanha(s)?		
<input type="checkbox"/> Cartazes e/ou folhetos	<input type="checkbox"/> Rádio, TV, Jornal, etc.	Outro: _____
<input type="checkbox"/> Palestras e/ou cursos nas escolas	<input type="checkbox"/> Visitas de agetes públicos	
Obs.: _____		



ABASTECIMENTO DE ÁGUA						2021
<b>BLOCO 14</b>						<b>ESTIMATIVA DE DEMANDA POR ÁGUA</b>
Quadro de resumo de demanda por água						
Especificação	2010	2015	2020	2025	2030	
Taxa de crescimento (%)						
População Urbana (hab.)						
Meta de cobertura (%)						
População atendida (hab)						
Número de economias residenciais						
Número de economias não residenciais						
Consumo residencial (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )						
Consumo não residencial (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )						
Consumo total (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )						
Perdas (10m <sup>3</sup> )						
Demanda média (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )						
Vazão máxima diária (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )						
Volume do reservatório necessário (m <sup>3</sup> )						
<b>BLOCO 15</b>						<b>PRINCIPAIS DEFICIÊNCIAS E PROBLEMAS DETECTADOS</b>
Há presença de carga orgânica ou poluentes em níveis inaceitáveis na fonte de captação usada?						SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>
Em qual(is) fonte(s) de captação o problema é verificado?						_____
Há conflitos de uso de recursos hídricos. Se sim, em qual localidade?						_____
Há alguma deficiência operacional que pode afetar a disponibilidade de água?						SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>
Qual é a deficiência?						_____
Há áreas, no município, não atendidas pelo serviço de abastecimento de água?						SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>
Quais são as áreas não atendidas pelo serviço de abastecimento de água?						_____
Qual a população afetada?						_____
Quais as soluções informais (coletivas e individuais) adotadas por essa população não atendida?						<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>
Há problemas enfrentados por usuários que deveriam ser prioritários (como escolas, creches, unidades de saúde...)?						<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>
Há uso de poços rasos em área urbana sem o controle sobre a qualidade da água?						SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>
Se sim, identificar o(s) local(is):						<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>
						8

ABASTECIMENTO DE ÁGUA		2021
<b>BLOCO 16</b> OBSERVAÇÕES		
Bloco 1		
Bloco 2		
Bloco 3		
Bloco 4		
Bloco 5		
Bloco 6		
Bloco 7		
Bloco 8		
<b>BLOCO 17</b> ESTIMATIVA DE DEMANDA POR ÁGUA		
Bloco 9		
Bloco 10		
Bloco 11		
Bloco 12		
<b>BLOCO 18</b> PRINCIPAIS DEFICIÊNCIAS E PROBLEMAS DETECTADOS		
Bloco 13		

ABASTECIMENTO DE ÁGUA		2021																								
<b>ANEXO 1</b>		<b>CAPTAÇÃO SUPERFICIAL</b>																								
<input type="checkbox"/> Sede Municipal	<input type="checkbox"/> Distrito:	<input type="checkbox"/> Bairro: <input type="checkbox"/> Zona Rural: teste																								
Qual: _____																										
Captação nº: <input type="text"/>	Volume de água captada (m <sup>3</sup> /di _____)																									
Forma de proteção da captação <input type="checkbox"/> Vigilância <input type="checkbox"/> Área Cercada <input type="checkbox"/> Preservação vegetal <input type="checkbox"/> Proibição de despejos <input type="checkbox"/> Outra: _____	Tipos de poluição ou contaminação existentes na captação <input type="checkbox"/> Recebimento de esgoto sanitário <input type="checkbox"/> Recebimento de despejos industriais <input type="checkbox"/> Destinação inadequada do lixo <input type="checkbox"/> Atividade mineradora <input type="checkbox"/> Resíduos de agrotóxicos <input type="checkbox"/> Outra: _____																									
<b>Características do manancial</b> Tipo de captação superficial <input type="checkbox"/> Lago <input type="checkbox"/> Rio <input type="checkbox"/> Córrego <input type="checkbox"/> Nascente Nome _____ Área de drenagem da bacia de captação (km <sup>2</sup> ) _____ Vazão mínima (l/s) _____ Forma de medição: _____ Vazão regularizada (l/s) _____ Transporte <input type="checkbox"/> Gravidade <input type="checkbox"/> Recalque Local: _____ Latitude: _____ Longitude: _____																										
<b>Adutora de água bruta superficial</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Trecho</th> <th>Diâmetro (mm)</th> <th>Extensão (km)</th> <th>Material</th> <th>Vazão (l/s)</th> <th>Pressão (mca)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Trecho	Diâmetro (mm)	Extensão (km)	Material	Vazão (l/s)	Pressão (mca)																		
Trecho	Diâmetro (mm)	Extensão (km)	Material	Vazão (l/s)	Pressão (mca)																					
<b>Destino da água da adutora</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ETA</th> <th>Local</th> <th>Latitude</th> <th>Longitude</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rede de distribuição</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Reservatório</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Outro</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> Qual: _____			ETA	Local	Latitude	Longitude	Rede de distribuição				Reservatório				Outro											
ETA	Local	Latitude	Longitude																							
Rede de distribuição																										
Reservatório																										
Outro																										
<b>Estação elevatória</b> A estação elevatória é abrigada? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Área da casa de bomba (m <sup>2</sup> ) _____ Volume do poço de sucção: _____ Tipo de bomba: _____ Potência total das bombas (CV): _____ Tempo de funcionamento (h): _____ Fonte de energia: <input type="checkbox"/> CEMIG <input type="checkbox"/> Outro: _____ Altura manométrica total (m): _____ Vazão (l/s): _____ Local: _____ Latitude: _____ Longitude: _____																										
<b>Frequência da análise da qualidade da água</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bacteriológica</th> <th>Físico-Química</th> <th>Substâncias Químicas- Orgânicas</th> <th>Substâncias Químicas- Inorgânicas</th> <th>Indicadores de poluição</th> <th>Teor de flúor natural</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			Bacteriológica	Físico-Química	Substâncias Químicas- Orgânicas	Substâncias Químicas- Inorgânicas	Indicadores de poluição	Teor de flúor natural																		
Bacteriológica	Físico-Química	Substâncias Químicas- Orgânicas	Substâncias Químicas- Inorgânicas	Indicadores de poluição	Teor de flúor natural																					
		1																								

ABASTECIMENTO DE ÁGUA					2021																									
<b>ANEXO 2 CAPTAÇÃO POR POÇO RASO</b>																														
<input type="checkbox"/> Sede Municipal		<input type="checkbox"/> Distrito:		<input type="checkbox"/> Bairro:		<input type="checkbox"/> Zona Rural:																								
Qual: _____																														
Captação nº: <input type="text"/>			Volume de água captada (m <sup>3</sup> /di _____)																											
Forma de proteção da captação <input type="checkbox"/> Vigilância <input type="checkbox"/> Área Cercada <input type="checkbox"/> Preservação vegetal <input type="checkbox"/> Proibição de despejos <input type="checkbox"/> Outra: _____			Tipos de poluição ou contaminação existentes na captação <input type="checkbox"/> Recebimento de esgoto sanitário <input type="checkbox"/> Recebimento de despejos industriais <input type="checkbox"/> Destinação inadequada do lixo <input type="checkbox"/> Atividade mineradora <input type="checkbox"/> Resíduos de agrotóxicos <input type="checkbox"/> Outra: _____																											
Características do manancial																														
Nível estático (m) _____		Nível dinâmico (m) _____		Profundidade (m) _____																										
Vazão do posto (m <sup>3</sup> /h) _____		<input type="checkbox"/> Teste		<input type="checkbox"/> Estimativa																										
Potência da bomba (CV) _____			Altura manométrica total (m): _____																											
Tempo de funcionamento (h): _____																														
Local: _____																														
Latitude: _____			Longitude: _____																											
Adutora de água bruta																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trecho</th> <th>Diâmetro (mm)</th> <th>Extensão (km)</th> <th>Material</th> <th>Vazão (l/s)</th> <th>Pressão (mca)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>							Trecho	Diâmetro (mm)	Extensão (km)	Material	Vazão (l/s)	Pressão (mca)																		
Trecho	Diâmetro (mm)	Extensão (km)	Material	Vazão (l/s)	Pressão (mca)																									
Destino da água da adutora																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Local</th> <th>Latitude</th> <th>Longitude</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ETA</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Rede de distribuição</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Reservatório</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Outro</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>								Local	Latitude	Longitude	ETA				Rede de distribuição				Reservatório				Outro							
	Local	Latitude	Longitude																											
ETA																														
Rede de distribuição																														
Reservatório																														
Outro																														
Qual: _____																														
Frequência da análise da qualidade da água																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bacteriológica</th> <th>Físico-Química</th> <th>Substâncias Químicas- Orgânicas</th> <th>Substâncias Químicas- Inorgânicas</th> <th>Indicadores de poluição</th> <th>Teor de flúor natural</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>							Bacteriológica	Físico-Química	Substâncias Químicas- Orgânicas	Substâncias Químicas- Inorgânicas	Indicadores de poluição	Teor de flúor natural																		
Bacteriológica	Físico-Química	Substâncias Químicas- Orgânicas	Substâncias Químicas- Inorgânicas	Indicadores de poluição	Teor de flúor natural																									
Obs: <input style="width: 500px; height: 40px;" type="text"/>																														

ABASTECIMENTO DE ÁGUA		2021			
<b>ANEXO 3 CAPTAÇÃO POR POÇO PROFUNDO</b>					
<input type="checkbox"/> Sede Municipal	<input type="checkbox"/> Distrito:	<input type="checkbox"/> Bairro: <input type="checkbox"/> Zona Rural:			
Qual: _____					
Captação nº: <input type="checkbox"/>	Volume de água captada (m <sup>3</sup> /di _____)				
Forma de proteção da captação <input type="checkbox"/> Vigilância <input type="checkbox"/> Área Cercada <input type="checkbox"/> Preservação vegetal <input type="checkbox"/> Proibição de despejos <input type="checkbox"/> Outra: _____	Tipos de poluição ou contaminação existentes na captação <input type="checkbox"/> Recebimento de esgoto sanitário <input type="checkbox"/> Recebimento de despejos industriais <input type="checkbox"/> Destinação inadequada do lixo <input type="checkbox"/> Atividade mineradora <input type="checkbox"/> Resíduos de agrotóxicos <input type="checkbox"/> Outra: _____				
Características do manancial					
Nível estático (m) _____ Nível dinâmico (m) _____ Profundidade (m) _____					
Vazão do posto (m <sup>3</sup> /h) _____ <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Estimativa					
Potência da bomba (CV) _____ Altura manométrica total (m): _____					
Tempo de funcionamento (h): _____					
Local: _____					
Latitude: _____ Longitude: _____					
Adutora de água bruta					
Trecho	Diâmetro (mm)	Extensão (km)	Material	Vazão (l/s)	Pressão (mca)
Destino da água da adutora					
ETA	Local		Latitude	Longitude	
Rede de distribuição					
Reservatório					
Outro					
Qual: _____					
Frequência da análise da qualidade da água					
Bacteriológica	Físico-Química	Substâncias Químicas- Orgânicas	Substâncias Químicas- Inorgânicas	Indicadores de poluição	Teor de flúor natural
Obs: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>					

ABASTECIMENTO DE ÁGUA		2021
<b>ANEXO 4 TRATAMENTO DE ÁGUA</b>		
<input type="checkbox"/> Sede Municipal	<input type="checkbox"/> Distrito:	<input type="checkbox"/> Bairro: <input type="checkbox"/> Zona Rural:
Qual: _____		
Identificação da estação de tratamento _____		
Localização: _____		
Volume de água tratada (m <sup>3</sup> /dia: _____		Volume de água de serviço (m <sup>3</sup> /mês _____
Especificação da estação de tratameto:		
<input type="checkbox"/> Tratamento convencional	<input type="checkbox"/> Estação compacta	<input type="checkbox"/> Desinfecção
<input type="checkbox"/> Filtro lento	<input type="checkbox"/> Filtração direta	
Frequência da análise da qualidade da água		
Bacteriológica _____	Substâncias químicas _____	
Físico-organoléptica _____	Substâncias radioativa _____	
Equipamentos de preparo e dosagem		
<input type="checkbox"/> Equipamento de análise de floculação e coagulação	<input type="checkbox"/> Equipamento de análise de turbidez	
<input type="checkbox"/> Equipamento de análise de condutividade elétrica	<input type="checkbox"/> Equipamento de análise do pH	
<input type="checkbox"/> Equipamento de análise de cor	<input type="checkbox"/> Outro: _____	
A água tratada passa por processo de coagulação química? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Destino do lodo gerado pela coagulação química		
<input type="checkbox"/> Rio	<input type="checkbox"/> Aterro sanitário	<input type="checkbox"/> Reaproveitamento
<input type="checkbox"/> Terreno	<input type="checkbox"/> Incineração	<input type="checkbox"/> Outro: _____
Eficiência do tratamento (%): _____		
Dimensões básicas da unidade de tratamento		
Vazão nominal (l/s): _____		Vazão tratada (l/s): _____
Tipo de medição		
<input type="checkbox"/> Calha parshal	<input type="checkbox"/> Macromeditdor	<input type="checkbox"/> Vertedor <input type="checkbox"/> Outros: _____
Floculador		Decantador
Tipo: _____		Tipo: _____
Quantidade: _____		Quantidade: _____
Volume (m <sup>3</sup> ): _____		Área (m <sup>2</sup> ): _____
Filtros		Casa de química
Tipo: _____		Área (m <sup>2</sup> ): _____
Quantidade: _____		
Capacidade (m <sup>3</sup> /h): _____		A estação de tratamento possui área para expansão?
		<input type="checkbox"/> Sim _____ (m <sup>2</sup> )
		<input type="checkbox"/> Não



ABASTECIMENTO DE ÁGUA		2021
<b>ANEXO 5</b>		<b>RESERVAÇÃO</b>
<input type="checkbox"/> Sede Municipal	<input type="checkbox"/> Distrito:	<input type="checkbox"/> Bairro: <input type="checkbox"/> Zona Rural:
Qual: _____		
Identificação do reservatório		
Localização: _____		
Latitude: _____ Longitude: _____		
Setor que o reservatório atende _____		
Tipo de reservatório de acordo com a localização no terreno		
<input type="checkbox"/> Enterrado	<input type="checkbox"/> Apoiado	
<input type="checkbox"/> Semi-enterrado	<input type="checkbox"/> Elevado	
Tipo de reservatório de acordo com a localização no sistema		
<input type="checkbox"/> Montante	<input type="checkbox"/> Jusante (De sobras)	
Número de ligações atendidas: _____		
Condições físicas		
<input type="checkbox"/> Bom estado	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Ruim
Obs.: _____		
Condições operacionais		
<input type="checkbox"/> Boa	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Ruim
Obs.: _____		
		1

ABASTECIMENTO DE ÁGUA		2021
<b>ANEXO 6</b>		<b>ELEVATÓRIA DE LINHA</b>
<input type="checkbox"/> Sede Municipal	<input type="checkbox"/> Distrito:	<input type="checkbox"/> Bairro: <input type="checkbox"/> Zona Rural:
Qual: _____		
Identificação da elevatória de linha		
Localização: _____		
Latitude: _____		Longitude: _____
Setor que a elevatória de linha atende: _____		
Casa de bombas		
Área (m <sup>2</sup> ): _____		Tipo de quadro elétrico: _____
Volume do poço de sucção (m <sup>3</sup> ) _____		Transformador: _____
Características do conjunto moto-bomba		
Tipo de bomba: _____		Altura manométrica total (m): _____
Potência (CV): _____		Vazão (l/s): _____
Fonte de energia <input type="checkbox"/> CEMIG <input type="checkbox"/> Outro: _____		
Tempo de funcionamento (h/dia): _____		
Ano de instalação _____		
Localização: _____		
Latitude: _____		Longitude: _____
Obs.:		

**Anexo C: Taxa inclusa no IPTU do município de Conceição das Pedras sob os serviços de saneamento básico**

<b>GUIA DE ARRECAÇÃO</b>		
Índice Cadastral 493 - 202200000469 202200001811		
Exercício	<b>2022</b>	Natureza: <b>IPTU</b>
<b>Descrição</b>		
Imposto		31,63
Limpeza Publica		
Coleta De Lixo		26,67
Taxa De Esgoto		31,99
Taxa De Agua		120,00
Serviços Cadastrais		6,67
<b>Total:</b>		<b>216,96</b>
<b>Cota Única</b>	<b>15/06/2022</b>	<b>216,96</b>
<b>1a. Parcela</b>	<b>15/06/2022</b>	<b>76,78</b>
<b>2a. Parcela</b>	<b>15/07/2022</b>	<b>76,76</b>
<b>3a. Parcela</b>	<b>15/08/2022</b>	<b>76,76</b>

## Anexo D: Relatório de análises de água realizado pelo CISMAS

**Municipal  
Estadual  
CISMAS ITAJUBA**  
Avenida Engenheiro Pedro Fonseca Paiva, nº 376 - Bairro Avenida - Itajubá/MG - CEP: 37504-018  
CNPJ: 01.111.142/0001-99  
**Resp. Técnico:** Anne Carolini de Oliveira Leite - **Conselho:** CRBio nº 93672/04-D  
**Site:** www.cismas.mg.gov.br - **E-mail:** analiseagua@cismas.mg.gov.br  
**Telefone:** (35)3622-1007

### RELATÓRIO DE ENSAIOS

**Nº210606000996**

Nº Vigilância: 049/2021

#### **DADOS DO SOLICITANTE**

**Nome:** UNIDADE DE VIGILANCIA SANITARIA CONCEICAO DAS PEDRAS (CNES: 2776677)  
**Município:** CONCEICAO DAS PEDRAS / MG  
**Telefone:** (35)3664-1359 / **E-mail:** josianefariavilasboas0@gmail.com  
**Natureza:** PÚBLICA **Origem:** ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS

#### **DADOS DA COLETA**

**Finalidade:** VIGIAGUA MENSAL  
**Motivo:** POTABILIDADE  
**Local:** ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE AGUA MUNIIPCAL DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS  
**Endereço:** RUA LINO PEREIRA S/N  
**Município:** CONCEICAO DAS PEDRAS / MG  
**Zona:** URBANA  
**Procedência da Coleta:** ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA  
**Ponto da Coleta:** SAÍDA DE TRATAMENTO/PÓS-DESINFECÇÃO  
**Forma de Abastecimento:** SAA - 5311720000004 - ETA ANISIO NOGUEIRA VILAS BOAS  
**Responsável:** JOSIANE FARIA VILAS BOAS **Documento:** RG 13.315.417 **Telefone:** (35)99982-7781

#### **DADOS DA AMOSTRA**

**Tipo da Amostra:** ÁGUA TRATADA **Apresentação:** 100 mL **Acondicionamento:** REFRIGERADO  
**Data da Coleta:** 02/09/2021 **Hora da Coleta:** 08h 30min **Chuva nas últimas 48hs:** NÃO

#### **ANÁLISE DE CAMPO**

**Cloro Residual Livre :** 1,33 mg/L

#### **RECEBIMENTO DA AMOSTRA**

**Data:** 02/09/2021 **Hora:** 12h 39min **Entregue por:** THIAGO HENRIQUE DOS SANTOS **Recebido por:** ANNE CAROLINI O LEITE

**Temperatura:** 2,0 °C

### **RESULTADO DAS ANÁLISES**

#### **FÍSICO-QUÍMICA**

**Ensaio:** COR APARENTE **Data Final Processamento:** 02/09/2021 14h 30min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** VMP: 15 uH  
**Metodologia:** Método Espectrofotométrico single-wavelength SMEWW, 23ª Ed. 2120 C  
**Resultado:** < LQM **LQM:** 3,9 uH  
**Conclusão:** Satisfatório

*Conferido e liberado por ANNE CAROLINI DE OLIVEIRA LEITE(Biologia), em 03/09/2021 16:22:34.*

**Ensaio:** PH **Data Final Processamento:** 02/09/2021 14h 30min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** Faixa: 6,0 a 9,5 (recomendado)  
**Metodologia:** Método Potenciométrico MFQAA - IAL, 4ª Ed. e 1ª Ed. Digital 201/IV  
**Resultado:** < LQM **LQM:** 8,00  
**Conclusão:** Satisfatório

**Municipal  
Estadual**

**CISMAS ITAJUBA**

Avenida Engenheiro Pedro Fonseca Paiva, nº 376 - Bairro Avenida - Itajubá/MG - CEP: 37504-018

CNPJ: 01.111.142/0001-99

Resp. Técnico: Anne Carolini de Oliveira Leite - Conselho: CRBio nº 93672/04-D

Site: www.cismas.mg.gov.br - E-mail: analiseagua@cismas.mg.gov.br

Telefone: (35)3622-1007

**RELATÓRIO DE ENSAIOS**

**Nº210606000996**

Nº Vigilância: 049/2021

Conferido e liberado por **ANNE CAROLINI DE OLIVEIRA LEITE(Biologia)**, em 03/09/2021 16:22:35.

**Ensaio:** TURBIDEZ **Data Final Processamento:** 02/09/2021 14h 30min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** VMP: 5 uT  
**Metodologia:** Método Nefelométrico SMEWW, 23ª Ed. 2130 B  
**Resultado:** < LQM **LQM:** 1,3 uT  
**Conclusão:** Satisfatório

Conferido e liberado por **ANNE CAROLINI DE OLIVEIRA LEITE(Biologia)**, em 03/09/2021 16:22:35.

**MICROBIOLÓGICA**

**Ensaio:** COLIFORMES TOTAIS **Data Inicial Processamento:** 02/09/2021 **Data Final Processamento:** 03/09/2021 13h 30min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** Ausência em 100 mL  
**Metodologia:** Substrato Cromogênico/Enzimático, SMEWW, 23ª Ed. 9223 B  
**Resultado:** Ausência  
**Conclusão:** Não Se Aplica **Complemento:** De acordo com a Portaria 2914/2011 (Portaria de Consolidação nº05 de 28.09.2017), o valor de referência: "Ausência em 100mL" deverá ser interpretada conforme o anexo 1 do Anexo XX.

Conferido e liberado por **ANNE CAROLINI DE OLIVEIRA LEITE(Biologia)**, em 03/09/2021 16:22:34.

**Ensaio:** ESCHERICHIA COLI **Data Inicial Processamento:** 02/09/2021 **Data Final Processamento:** 03/09/2021 13h 30min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** Ausência em 100 mL  
**Metodologia:** Substrato Cromogênico/Enzimático, SMEWW, 23ª Ed. 9223 B  
**Resultado:** Ausência  
**Conclusão:** Satisfatório

Conferido e liberado por **ANNE CAROLINI DE OLIVEIRA LEITE(Biologia)**, em 03/09/2021 16:22:35.

**CONCLUSÃO FINAL**

**SATISFATÓRIA**

Conferido e liberado por **ANNE CAROLINI DE OLIVEIRA LEITE(Biologia)**, em 03/09/2021 16:29:11.

**Notas:** 1 - VMP: Valor Máximo Permitido | VR: Valor de Referência;  
2 - LQM: Limite de Quantificação do Método | LDM: Limite de Detecção do Método;  
3 - SAA: Sistema de Abastecimento de Água | SAC: Solução Alternativa Coletiva | SAI: Solução Alternativa Individual;  
4 - SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater | APHA: American Public Health Association | NBR: Norma Brasileira;  
5 - São de responsabilidade do solicitante o plano amostral, os dados da coleta, a coleta, o acondicionamento, o transporte e análise de campo;  
6 - O relatório não pode ser utilizado em publicidade, propaganda e/ou para fins comerciais. Os resultados referem-se única e exclusivamente à amostra encaminhada pelo solicitante.

**Municipal  
Estadual  
CISMAS ITAJUBA**  
Avenida Engenheiro Pedro Fonseca Paiva, nº 376 - Bairro Avenida - Itajubá/MG - CEP: 37504-018  
CNPJ: 01.111.142/0001-99  
**Resp. Técnico:** Anne Carolini de Oliveira Leite - **Conselho:** CRBio nº 93672/04-D  
**Site:** www.cismas.mg.gov.br - **E-mail:** analiseagua@cismas.mg.gov.br  
**Telefone:** (35)3622-1007

## RELATÓRIO DE ENSAIOS

**Nº210606001002**

Nº Vigilância: 050/2021

### **DADOS DO SOLICITANTE**

**Nome:** UNIDADE DE VIGILANCIA SANITARIA CONCEICAO DAS PEDRAS (CNES: 2776677)  
**Município:** CONCEICAO DAS PEDRAS / MG  
**Telefone:** (35)3664-1359 / **E-mail:** josianefariavilasboas0@gmail.com  
**Natureza:** PÚBLICA **Origem:** ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE AGUA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DAS PEDRAS

### **DADOS DA COLETA**

**Finalidade:** VIGIAGUA MENSAL  
**Motivo:** POTABILIDADE  
**Local:** HOSPITAL NOSSA SENHORA DA CONCEIÇÃO  
**Endereço:** RUA MARIA JULIA Nº 106  
**Município:** CONCEICAO DAS PEDRAS / MG  
**Zona:** URBANA  
**Procedência da Coleta:** SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO  
**Ponto da Coleta:** TORNEIRA ANTES DA RESERVAÇÃO  
**Forma de Abastecimento:** SAA - S311720000004 - ETA ANISIO NOGUEIRA VILAS BOAS  
**Área:** ÁREA URBANA ISOLADA - URBANA  
**Responsável:** JOSIANE FARIA VILAS BOAS **Documento:** RG 13.315.417 **Telefone:** (35)99982-7781

### **DADOS DA AMOSTRA**

**Tipo da Amostra:** ÁGUA TRATADA **Apresentação:** 100 mL **Acondicionamento:** REFRIGERADO  
**Data da Coleta:** 02/09/2021 **Hora da Coleta:** 09h 00min **Chuva nas últimas 48hs:** NÃO

### **ANÁLISE DE CAMPO**

**Cloro Residual Livre :** 0,90 mg/L

### **RECEBIMENTO DA AMOSTRA**

**Data:** 02/09/2021 **Hora:** 12h 39min **Entregue por:** THIAGO HENRIQUE DOS SANTOS **Recebido por:** ANNE CAROLINI O LEITE

**Temperatura:** 2,0 °C

## **RESULTADO DAS ANÁLISES**

### **FÍSICO-QUÍMICA**

**Ensaio:** COR APARENTE **Data Final Processamento:** 02/09/2021 14h 30min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** VMP: 15 uH  
**Metodologia:** Método Espectrofotométrico single-wavelength SMEWW, 23ª Ed. 2120 C  
**Resultado:** < LQM **LQM:** 4,7 uH  
**Conclusão:** Satisfatório

*Conferido e liberado por ANNE CAROLINI DE OLIVEIRA LEITE(Biologia), em 03/09/2021 16:22:07.*

**Ensaio:** PH **Data Final Processamento:** 02/09/2021 14h 30min  
**Referência:** PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28/09/2017 **Valor Ref.:** Faixa: 6,0 a 9,5 (recomendado)  
**Metodologia:** Método Potenciométrico MFQAA - IAL, 4ª Ed. e 1ª Ed. Digital 201/IV  
**Resultado:** < LQM **LQM:** 9,00