

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**IAGO SILVA DE SOUZA**

**PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA DO MUNICÍPIO DE JANIÓPOLIS – PR:  
ETAPAS INICIAIS DE PREPARAÇÃO**

**CAMPO MOURÃO**

**2023**

**IAGO SILVA DE SOUZA**

**PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA DO MUNICÍPIO DE JANIÓPOLIS – PR:  
ETAPAS INICIAIS DE PREPARAÇÃO**

**Water safety plan of the municipality of Janiópolis – PR: initial preparation  
steps**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientadora: Cristiane Kreutz

**CAMPO MOURÃO**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**IAGO SILVA DE SOUZA**

**PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA DO MUNICÍPIO DE JANIÓPOLIS – PR:  
ETAPAS INICIAIS DE PREPARAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 08 de novembro de 2023

---

Priscila Soraia da Conceição Ribeiro  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Vanessa Medeiros Corneli  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Cristiane Kreutz  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CAMPO MOURÃO**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

A minha mãe que tanto me apoiou e me ajudou em Campo Mourão a permanecer na graduação e superar todos os obstáculos que surgiram nessa jornada.

A minha irmã Itamara, que me incentivou nos momentos difíceis e compreendeu a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Aos colegas do apartamento Offthman, Felipe; Otávio e Savio pela amizade incondicional, pela parceria e por todos os momentos de descobertas, aprendizado e por todo o companheirismo ao longo deste percurso.

Aos amigos da graduação com que vivi esses últimos anos, que sempre estiveram do meu lado, em especial: André; Alessandra e Ana Carolina, por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram no resultado desse trabalho, apesar das dificuldades enfrentadas.

A professora Cristiane Kreutz, por ter aceitado a orientação deste trabalho e por tanto ter desempenhado essa função com maestria me ajudado com muita dedicação e paciência.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Aos profissionais do Núcleo de apoio Pedagógico (NUAPE), Elton; Fabricio; Fernanda; Franciele e Vanessa, pelos conselhos e por todo apoio nesses últimos anos.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

## RESUMO

Levar água potável a uma comunidade deve ser a primeira ação sanitária e social que um programa de saneamento deve implementar. O Plano de Segurança da Água (PSA) é uma ferramenta que pode identificar possíveis deficiências no sistema de abastecimento de água (SAA), organizando e estruturando o sistema para minimizar a chance de incidentes. O PSA estabelece ainda, planos de contingência para responder a falhas no sistema ou eventos imprevistos. Com isso, o objetivo deste trabalho foi elaborar as etapas iniciais do Plano de Segurança da Água do município de Janiópolis - Paraná. O trabalho foi desenvolvido seguindo as etapas de um PSA de acordo com as diretrizes do Ministério da Saúde, que descreve as etapas iniciais como: avaliação do sistema, envolvendo a descrição do SAA, a construção e validação do diagrama de fluxo, a identificação e análise de perigos potenciais, caracterização de riscos, e o estabelecimento de medidas de controle dos pontos críticos. A partir do levantamento de dados, foi possível fazer uma breve descrição do SAA da área urbana e na sequência, desenvolver as etapas iniciais do PSA de sete comunidades rurais do município, que foi verificado eventos perigosos como: Contaminação de manancial, contaminação de reservatório, obstrução de adutora, vazamentos e outros. Após levantamento dos riscos encontrados e riscos em potencial dentro das SAC, desses foi possível identificar quatro eventos perigosos não toleráveis, nove não aceitáveis e três riscos aceitáveis, com isso, medidas deverão ser tomadas de acordo a sua natureza e potencial, para que esses sejam controlados e/ou impedidos de acontecer em eventos futuros.

Palavras-chave: água segura; gestão hídrica; potabilidade.

## **ABSTRACT**

Providing clean drinking water to a community should be the foremost sanitary and social action in any sanitation program. The Water Safety Plan (PSA) serves as a tool to identify potential deficiencies in the water supply system (SSA), structuring and organizing the system to minimize the likelihood of incidents. Additionally, the WSP establishes contingency plans to respond to system failures or unforeseen events. Consequently, this study aimed to develop the initial stages of the Water Safety Plan for the municipality of Janiópolis in Paraná, Brazil. The study followed the WSP stages in accordance with the guidelines provided by the Ministry of Health. These initial stages encompassed system evaluation, including a description of the SSA, construction, and validation of flow diagrams, identification and analysis of potential hazards, risk characterization, and the establishment of critical control measures. Based on the data collected, a brief description of the urban SSA was provided, followed by the development of the initial stages of the PSA for seven rural communities within the municipality. Hazardous events such as source contamination, reservoir contamination, pipeline blockages, and leaks were identified. After assessing the identified risks and potential risks within the SAC, four non-tolerable hazardous events, nine non-acceptable events, and three acceptable risks were identified. Consequently, measures will need to be taken according to their nature and potential to control and/or prevent these events from occurring in future incidents.

Keywords: safe water; water management; potability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas para elaboração do Plano de Segurança da Água.....	19
Figura 2 – Modelo de diagrama de fluxo de sistema de abastecimento .....	21
Figura 3 – Localização do município de Janiópolis .....	23
Figura 4 – Unidades aquíferas do Paraná.....	24
Figura 5 – Diagrama de fluxo do sistema de abastecimento da área urbana de Janiópolis.....	30
Figura 6 – Comunidade de Bragápolis no município de Janiópolis .....	31
Figura 7 – Mina d'água da comunidade de Bragápolis. ....	32
Figura 8 – Iridescência na lâmina d'água na comunidade de Bragápolis.....	33
Figura 9 – Sistema de bombas de abastecimento da comunidade de Bragápolis .....	33
Figura 10 – Sistema de armazenamento de água da comunidade de Bragápolis.....	35
Figura 11 – Diagrama de fluxo da SAC da comunidade de Bragápolis.....	36
Figura 12 – Localização das comunidades de São Marcos, Estrada do Takao e Estrada do Caracol no município de Janiópolis – PR. ....	40
Figura 13 – Vista do sistema de captação de água das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol.....	41
Figura 14 – Condições da área de entorno do poço das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol.....	42
Figura 15 – Casa de bombas da SAC das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol.....	43
Figura 16 – Sistema de armazenamento de água das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol.....	44
Figura 17 – Diagrama de fluxo da SAC das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol .....	45
Figura 18 – Localização da comunidade de São Roque no município de Janiópolis – PR. ....	49
Figura 19 – Sistema de captação de água da comunidade de São Roque .....	49
Figura 20 – Vista do ponto de captação de água da comunidade de São Roque .....	50
Figura 21 – Obstruções na adutora da SAC da comunidade de São Roque .....	51
Figura 22 – Sistema de armazenamento de água da comunidade de São Roque .....	52
Figura 23 – Diagrama de fluxo da SAC da comunidade de São Roque.....	53
Figura 24 – Localização da comunidade de São Domingos no município de Janiópolis – PR. .	57
Figura 25 – Vista do sistema de captação de água da comunidade de São Domingos .....	57
Figura 26 – Vista do entorno do ponto de captação de água da comunidade de São Domingos .....	58
Figura 27 – Sistema de armazenamento de água da comunidade de São Domingos .....	59
Figura 28 – Diagrama de fluxo da SAC da comunidade de São Domingos .....	60
Figura 29 – Localização da Vila Rural de Bragápolis no município de Janiópolis – PR .....	64
Figura 30 – Vista do reservatório da Vila Rural de Bragápolis.....	65
Figura 31 – Vista da casa de bombas da Vila Rural de Bragápolis.....	66
Figura 32 – Diagrama de fluxo da SAC da Vila Rural de Bragápolis .....	67

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Escala de probabilidade de ocorrência do risco .....	27
Quadro 2 – Escala de severidade das consequências do risco.....	27
Quadro 3 – Matriz de classificação de risco.....	27
Quadro 4 – Níveis de Tolerância do risco.....	28
Quadro 5 – Medidas de controle propostas. ....	28
Quadro 6 – Histórico do controle de qualidade da água da SAC da comunidade Bragápolis ...	36
Quadro 7 – Descrição dos eventos perigosos e dos riscos identificados na SAC da comunidade de Bragápolis .....	38
Quadro 8 – Histórico do controle de qualidade da água da SAC das comunidades de Takao, Caracol e São Marcos.....	46
Quadro 9 – Descrição dos eventos perigosos e dos riscos identificados na SAC das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol .....	47
Quadro 10 – Histórico do controle de qualidade da água da SAC da comunidade de São Roque .....	53
Quadro 11 – Descrição dos eventos perigosos e dos riscos identificados na SAC da comunidade de São Roque.....	55
Quadro 12 – Histórico do controle de qualidade da água da SAC da comunidade de São Domingos .....	61
Quadro 13 – Descrição dos eventos perigosos e dos riscos identificados na SAC da comunidade de São Domingos .....	62
Quadro 14 – Histórico do controle de qualidade da água da SAC da Vila Rural de Bragápolis .	67
Quadro 15 – Descrição dos eventos perigosos e dos riscos identificados na SAC da Vila Rural de Bragápolis .....	69
Quadro 16 – Medidas de controle para riscos não toleráveis no município de Janiópolis .....	71
Quadro 17 – Medidas de controle para riscos não aceitáveis no município de Janiópolis .....	73
Quadro 18 – Medidas de controle para riscos aceitáveis no município de Janiópolis .....	78



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da SAC da comunidade de Bragápolis .....	37
Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol .....	46
Tabela 3 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da SAC da comunidade de São Roque .....	54
Tabela 4 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da SAC da comunidade de São Domingos .....	61
Tabela 5 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da Vila Rural de Bragápolis .....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGUASPARANA – Instituto de Águas do Paraná  
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente  
FUNASA - Fundação Nacional da Saúde  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
MS - Ministério da Saúde  
OD - Oxigênio dissolvido  
ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável  
OMS - Organização Mundial da Saúde  
PIB - Produto Interno Bruto  
PSA - Plano de Segurança da Água  
SA - Sistema de abastecimento  
SAA - Sistema de abastecimento de água  
SAC - Solução alternativa coletiva  
SAI - Solução alternativa individual  
SANEPAR - Companhia de saneamento do Paraná  
SIH - Sistema de Informações Hidrológicas  
SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano  
UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância  
VIGIAGUA - Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>13</b>
1.1.1	Objetivo geral .....	13
1.1.2	Objetivos específicos .....	13
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Disponibilidade hídrica como elemento de saúde pública</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Segurança hídrica</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Plano de segurança da água</b> .....	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Área de estudo</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Procedimentos Metodológicos</b> .....	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1</b>	<b>Área urbana</b> .....	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>Área rural</b> .....	<b>30</b>
4.2.1	Comunidade de Bragápolis .....	31
<u>4.2.1.1</u>	<u>Descrição da SAC da comunidade de Bragápolis</u> .....	<u>31</u>
<u>4.2.1.2</u>	<u>Qualidade da água da comunidade de Bragápolis</u> .....	<u>36</u>
<u>4.2.1.3</u>	<u>Análise de riscos da SAC da comunidade de Bragápolis</u> .....	<u>38</u>
4.2.2	Comunidade de São Marcos, estrada do Takao e estrada do Caracol .....	40
<u>4.2.2.1</u>	<u>Descrição da SAC da comunidade de São Marcos, estrada do Takao e estrada do Caracol Bragápolis</u> .....	<u>40</u>
<u>4.2.2.2</u>	<u>Qualidade da água das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol</u> .....	<u>45</u>
<u>4.2.2.3</u>	<u>Análise de riscos da SAC de São Marcos, Takao e Caracol</u> .....	<u>47</u>
4.2.3	Comunidade de São Roque .....	48
<u>4.2.3.1</u>	<u>Descrição da SAC da comunidade de São Roque</u> .....	<u>48</u>
<u>4.2.3.2</u>	<u>Qualidade da água da comunidade de São Roque</u> .....	<u>53</u>
<u>4.2.3.3</u>	<u>Análise de riscos da SAC da comunidade de São Roque</u> .....	<u>55</u>
4.2.4	Comunidade de São Domingos .....	56
<u>4.2.4.1</u>	<u>Descrição da SAC da comunidade de São Domingos</u> .....	<u>56</u>
<u>4.2.4.2</u>	<u>Qualidade da água da comunidade de São Domingos</u> .....	<u>60</u>
<u>4.2.4.3</u>	<u>Análise de riscos da SAC da comunidade de São Domingos</u> .....	<u>62</u>

4.2.5	Vila Rural de Bragápolis.....	64
<u>4.2.5.1</u>	<u>Descrição da SAC da Vila Rural de Bragápolis .....</u>	<u>64</u>
<u>4.2.5.2</u>	<u>Qualidade da água da Vila Rural de Bragápolis .....</u>	<u>67</u>
<u>4.2.5.3</u>	<u>Análise de riscos da SAC da Vila Rural de Bragápolis .....</u>	<u>68</u>
<b>4.3</b>	<b>Medidas de controle.....</b>	<b>70</b>
4.3.1	Medidas de controle para riscos não toleráveis .....	70
4.3.2	Medidas de controle para riscos não aceitáveis.....	72
4.3.3	Medidas de controle para riscos aceitáveis.....	77
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>79</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>80</b>
	<b>APÊNDICE I – ROTEIRO DE COLETA DE DADOS .....</b>	<b>84</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A importância e necessidade de se implementar nos sistemas de abastecimento de água uma abordagem de gestão preventiva para assegurar a consistência da qualidade da água, onde estes devem cumprir os padrões de qualidade estabelecidos na legislação e apresentar níveis de desempenho que assegurem a confiança dos consumidores na qualidade da água que é fornecida, é já um conceito aceito internacionalmente (Cerqueira, 2015).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) descreve o Plano de Segurança da Água (PSA) como uma série de instrumentos que trata do desenvolvimento e adaptação de ferramentas metodológicas de avaliação e gerenciamento de riscos à saúde, associados aos sistemas de abastecimento de água, desde a captação até o consumidor final e facilita a implementação de boas práticas e de gerenciamento de riscos (World Health Organization, 2022).

O abastecimento público de água em termos de quantidade e qualidade é uma preocupação crescente por parte das autoridades responsáveis pelo mesmo e de uma significativa parcela da população, em função da escassez de recursos hídricos e da deterioração da qualidade dos mananciais. As atividades antrópicas, têm determinado alterações significativas no meio ambiente, influenciando a disponibilidade de uma série de recursos naturais, dentre eles, a água, que em alguns territórios tem-se tornado escassa e com qualidade comprometida (Brasil, 2006).

No Brasil, os serviços atuais de saneamento básico em zonas rurais são precários e em muitos locais, inexistentes, isso pode influenciar diretamente na qualidade de vida dos moradores, na saúde, bem estar e na propagação de doenças vinculadas à falta do saneamento básico. O foco na segurança hídrica serve como base para orientar a gestão dos recursos hídricos com o objetivo de obtenção de resultados efetivos para garantir a disponibilidade da água para a população, e resguardar a água na ocorrência de eventos hidrológicos críticos. Sem a segurança hídrica, não há como garantir a universalização do serviço de abastecimento de água no Brasil (Figueiredo, 2020).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho concentra-se na elaboração das etapas iniciais do Plano de Segurança da Água para o município de Janiópolis, localizado na região noroeste do Paraná.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

Elaborar as etapas iniciais do Plano de Segurança da Água do município de Janiópolis - Paraná.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Descrever os sistemas de abastecimento de água;
- Construir os diagramas de fluxo dos sistemas de abastecimento de água;
- Avaliar a qualidade da água bruta e tratada;
- Identificar os perigos e eventos perigosos nas soluções alternativas coletivas;
- Caracterizar e priorizar os perigos e eventos perigosos;
- Propor medidas de controle para melhoria das soluções alternativas coletivas.

## 1.2 Justificativa

Levar água potável a uma comunidade deve ser a primeira ação sanitária e social que um programa de saneamento deve implementar. O abastecimento de água constitui o ponto central de um conjunto de ações para promover o saneamento e, conseqüentemente, a saúde pública (Fundação Nacional De Saúde, 2019).

De acordo com o relatório da *United Nations Children's Fund* (UNICEF), cerca de 771 milhões de pessoas em todo mundo ainda bebem água de fontes que não são seguras, sendo que a maioria delas se encontra em áreas rurais. Esse relatório ainda estima que 79% das pessoas não possuem fonte de abastecimento de água segura (United Nations Children's Fund, 2021).

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) – Água Potável e Saneamento, em sua meta 6.1, propõe que até o ano de 2030, a sociedade alcance o acesso universal e equitativo à água potável e segura para todos. Do mesmo modo o indicador 6.3.2 propõe, até 2030, a melhoraria da qualidade da água, reduzindo a

poluição e a quantidade de águas residuais não tratadas, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, de forma a contribuir assim para o aumento substancial da reciclagem e reutilização segura da água em termos globais (Brasil, 2022).

Dessa forma, garantir que a população seja abastecida com água de qualidade é de suma importância para a qualidade de vida e saúde. O Plano de Segurança da Água (PSA) é uma ferramenta que pode identificar possíveis deficiências no sistema de abastecimento de água (SAA), organizando e estruturando o sistema para minimizar a chance de incidentes que possam comprometer a qualidade da água, em termos de potabilidade.

O PSA estabelece ainda, planos de contingência para responder a falhas no sistema ou eventos imprevistos, que podem ter um impacto na qualidade da água, como as secas, fortes chuvas e inundações, sendo assim, o PSA torna-se uma ferramenta de gestão de riscos, com o foco no consumidor que deve receber água segura e de qualidade e, assim, ter sua saúde protegida (Brasil, 2012).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Disponibilidade hídrica como elemento de saúde pública

De acordo com o Manual de Saneamento da Fundação Nacional da Saúde (2007), a água livre presente em nosso meio corresponde a cerca de 1.370 milhões Km<sup>3</sup>. Visivelmente esse recurso apresenta quantidade inesgotável para o abastecimento urbano, porém, 97% da água provém de águas oceânicas (salgada) no que inviabiliza a utilização na agricultura, dessedentação de animais e consumo humano, dessa forma a realidade muda, pois de toda a água presente apenas 0,3%, correspondente a menos de 5 milhões de Km<sup>3</sup>, está adequada para o consumo humano, sendo elas provenientes de rios, lagos e lençóis freáticos, os outros 2,3% de água doce está presa em geleiras, neve e lençóis freáticos abaixo de 800m de profundidade, inviabilizando sua exploração.

O abastecimento de água não pode ser determinado exclusivamente pela sua quantidade, mas também pela sua qualidade. De acordo com Cajazeiras (2007) a má qualidade da água disponível é um fator, muitas vezes, determinante no quadro de escassez, principalmente em grandes centros urbanos, onde a poluição influencia diretamente na qualidade dos mananciais e acarreta uma série de problemas vinculada a qualidade hídrica.

Pesquisadores como Cajazeiras (2007) e Fredo Filho (2018) apontam que, em lugares em que ocorre atividades antrópicas, a qualidade dos mananciais fica comprometida, devido à presença de organismos patogênicos nocivos, dos quais coloca em risco a saúde da população abastecida por esses mananciais. É o que Eckhardt *et al.* (2009, p. 58) mostram em seu trabalho e apontam que “os usos antrópicos elevam o potencial de contaminação da água subterrânea, sem que métodos adequados de controle sejam estabelecidos”.

Cajazeiras (2007) ressalta que a falta de saneamento básico tem colaborado para um aumento crescente de doenças de veiculação hídrica, dentre elas a hepatite A, diarreia aguda, cólera, dengue, câncer de estômago, aumento na mortalidade infantil, entre outras. O aspecto sanitário social evidencia a importância do abastecimento de qualidade, que visa controlar e prevenir doenças; proporcionar segurança, implantar hábitos higiênicos na população; bem-estar e segurança; e aumentar a esperança de vida da população (Fundação Nacional de Saúde, 2007).



A implantação de SAA traz como resultados melhor qualidade vida e melhoria na saúde das comunidades. Esses sistemas auxiliam para minimizar possíveis riscos de contaminação por inúmeras variáveis externas (Fundação Nacional de Saúde, 2019).

A Portaria GM/MS 888/2021 traz a caracterização das diferentes soluções de abastecimento, sendo elas Soluções Alternativas Individuais (SAI) e as soluções alternativas coletivas (SAC), conforme definição abaixo.

“Solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano (SAI): modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares. Solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC): modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição”

## **2.2 Segurança hídrica**

Cerqueira (2015) define segurança hídrica como a existência de água em quantidade e qualidade aceitável, econômica e segura, de modo a assegurar a sobrevivência, a saúde, o bem-estar humano, os níveis mínimos de produção de alimentos e bens, e o saneamento; este conceito de segurança está associado aos riscos de possíveis desastres naturais e acidentes de origem humana (derramamento de substâncias e contaminação hídrica), assim como medidas para proteger a população desses eventos.

No ano de 2015, às Nações Unidas criaram a Agenda 30 para o desenvolvimento sustentável, a qual é composta por 17 objetivos e 169 metas a serem alcançadas até o ano de 2030, com o objetivo de servir de quadro de referência para as ações dos países e integrar as dimensões econômica, social e ambiental. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 propõe “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável das águas e saneamento para todos” e está diretamente relacionado às águas superficiais e subterrâneas, sendo que seus principais desafios se relacionam aos aspectos de quantidade e qualidade, acesso à água potável e saneamento (Brasil, 2022).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) trouxe, em 2011, diretrizes sobre a qualidade da água para consumo humano, das quais pede aos gestores públicos que reforcem o controle da qualidade da água por meio de planos de segurança que

podem gerar melhorias significativas e sustentáveis à saúde pública, à segurança e à qualidade da água potável, e, adicionam recomendações sobre boas práticas a todos os níveis, desde a coleta e armazenamento da água da chuva no domicílio e em caminhões pipas, até orientações para a formulação de política de abastecimento de grandes sistemas de abastecimento de água (Fundação Oswaldo Cruz, 2022).

Da legislação vigente que trata da classificação dos corpos hídricos, qualidade da água de abastecimento e a potabilidade da água para consumo, pode-se citar algumas que atuam em consonância com as diretrizes da OMS:

- O artigo 225 da Constituição Federal de 1988, no qual declara que "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações";
- Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, onde cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal;
- Lei 12.726 de 26 de novembro de 1999 que institui a Política estadual de recursos hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, como parte integrante dos Recursos Naturais do Estado do Paraná;
- Resolução CONAMA 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;
- Resolução CONAMA 430 de 13 de maio de 2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357/2005;
- Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade;
- Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para

consumo humano e seu padrão de potabilidade, na forma do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017;

No Brasil, os serviços atuais de saneamento básico em zonas rurais são precários e em muitos locais, inexistentes, isso pode acarretar diretamente na qualidade de vida e na saúde dos moradores. A demanda para consumo humano aumenta a cada ano, dessa forma, eleva a exploração dos mananciais, obrigando a busca de fontes distantes e, em alguns casos, a transposição de bacias para atendimento das necessidades crescentes, esses casos ocorrem devido ao aumento da industrialização e crescimento urbano (Fundação Nacional De Saúde, 2019).

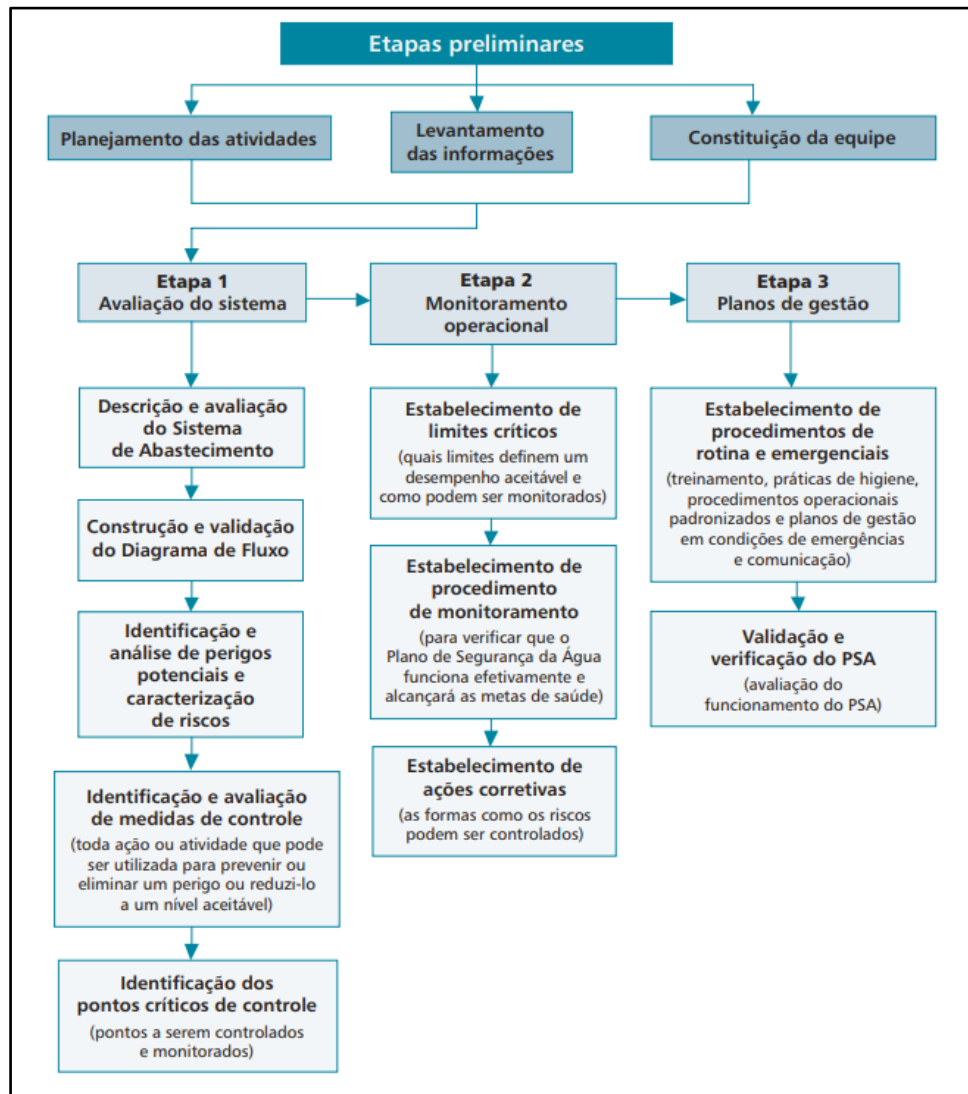
De acordo com o Ministério da Saúde (Brasil, 2012) a garantia da segurança da água para consumo humano vem passando por uma revisão de seus paradigmas, tornando evidente o entendimento de que apenas o controle laboratorial, para verificar o atendimento ao padrão de potabilidade, é insuficiente para garantir a efetiva segurança da água para consumo humano. Dessa forma, os instrumentos de avaliação de risco como o PSA constituem os instrumentos mais efetivos, pois utilizam uma abordagem que engloba todas as etapas do fornecimento de água, desde a captação até a distribuição final (World Health Organization, 2022).

### **2.3 Plano de segurança da água**

O desenvolvimento de ferramentas metodológicas, com base em estudos de casos para a implementação do PSA no Brasil, constitui-se em um elemento facilitador para a implementação da portaria de potabilidade da água para consumo humano, pelos responsáveis pelo controle de qualidade da água nas SAC e pela vigilância da qualidade da água para consumo humano (Ministério da Saúde, 2012).

A Organização Mundial da Saúde (2021) mostra que o PSA é constituído pelas seguintes etapas: Etapas preliminares, que envolvem o planejamento das atividades; o levantamento das informações necessárias; e a constituição da equipe técnica multidisciplinar. Após esta fase, o PSA se subdivide em três etapas distintas, sendo elas: Avaliação do sistema, Monitoramento operacional e Planos de gestão (Figura 1).

**Figura 1 – Etapas para elaboração do Plano de Segurança da Água**



Fonte: Brasil (2012).

Avaliação do sistema envolve a descrição do sistema de abastecimento de água, a construção e validação do diagrama de fluxo; a identificação e análise de perigos potenciais e caracterização de riscos; e o estabelecimento de medidas de controle dos pontos críticos.

A descrição do SA inclui o detalhamento sobre o uso e a ocupação do solo, informações sobre a quantidade e qualidade da água dos mananciais de captação, os processos de tratamento aplicados, os reservatórios inclusos e sobre a distribuição (Brasil, 2012). A avaliação pode ser da infraestrutura existente, das propostas de melhorias e de projetos para implantação de novos sistemas de abastecimento de água.

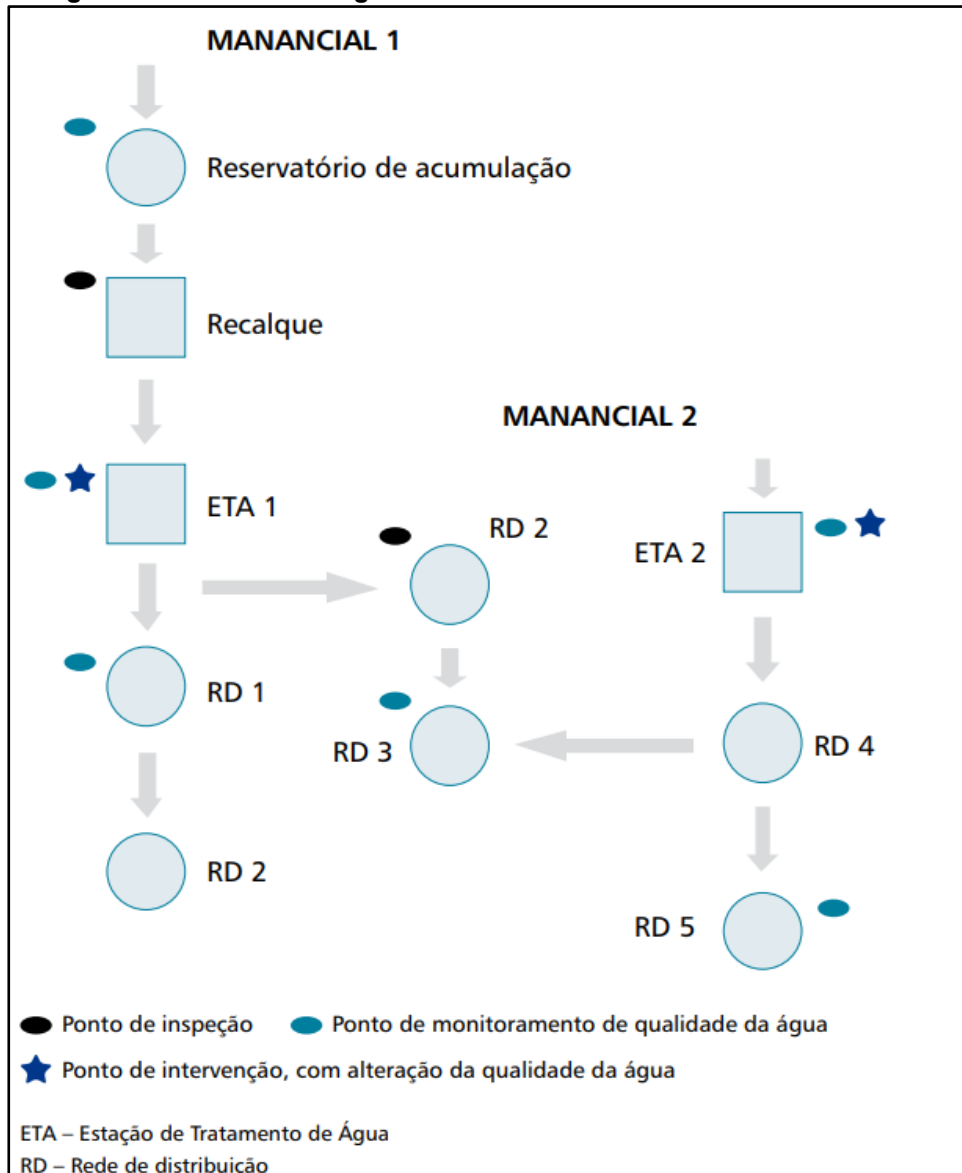
Os diagramas de fluxo devem conter a descrição de todas as operações unitárias dentro dos sistemas, possibilitando a identificação de perigos e pontos de controle relacionados a todo o processo de produção de água potável (Vieira; Moraes, 2005). Esse tem a finalidade de fornecer uma sequência de todas as etapas envolvidas no processo, da captação de água até o consumidor e é essencial que a descrição e o diagrama de fluxo do sistema de abastecimento de água para consumo humano sejam precisos, pois se a descrição não for correta, alguns potenciais perigos podem ser ignorados (Brasil, 2012).

O Ministério da Saúde (MS) recomenda que a equipe técnica de elaboração e implantação do PSA verifique, por meio de visita em campo, se todas as informações contidas no diagrama de fluxo estão corretas e, quando necessário, deve-se ajustá-lo de forma a refletir a situação real do sistema de abastecimento de água (Brasil, 2012). Um exemplo de diagrama de fluxo a ser usado no PSA é apresentado na Figura 2.

O manual do PSA descrito pelo MS (Brasil, 2012) mostra a importância da descrição dos eventos perigosos e/ou os perigos em cada etapa do diagrama de fluxo do SA, esses perigos podem ser classificados como (biológicos, químicos, físicos e radiológicos) e estarem relacionados aos possíveis efeitos adversos à saúde humana. De acordo com Vieira e Moraes (2005), o método para caracterização dos riscos deve ser pautado no conhecimento aprofundado das características do sistema em estudo. Assim, a utilização de dados históricos, as experiências de operadores e técnicos, as publicações pertinentes, os estudos e pesquisas realizados, além de opiniões de especialistas são essenciais para a definição de medidas de controle e a priorização de riscos associados a um perigo ou a um evento perigoso (Brasil, 2012).

A etapa de monitoramento operacional tem o objetivo de controlar os riscos e garantir que as metas de saúde sejam atendidas, envolve a determinação de medidas de controle dos sistemas de abastecimento de água, a seleção dos parâmetros de monitoramento e o estabelecimento de limites críticos e de ações corretivas. Esta etapa constitui-se de um conjunto de ações planejadas, em que o responsável pelo abastecimento de água para consumo humano monitora cada medida de controle, em tempo hábil, com a finalidade de realizar um gerenciamento eficaz do sistema e assegurar que as metas de saúde sejam alcançadas (Brasil, 2012).

Figura 2 – Modelo de diagrama de fluxo de sistema de abastecimento



Fonte: Brasil (2012).

Os planos de gestão possibilitam a verificação constante do PSA e envolvem o estabelecimento de ações em situações de rotina e emergenciais, a organização da documentação da avaliação do sistema, o estabelecimento de comunicação de risco e a validação e verificação periódica do PSA. O Ministério da Saúde (Brasil, 2012) descreve as ações a serem desenvolvidas para construção dos planos de gestão: Estabelecimento de ações em situações de rotina, estabelecimento de ações em situações emergenciais, organização da documentação de avaliação do sistema, estabelecimento de comunicação de risco, programas de suporte, validação e verificação periódica do PSA.

O PSA é, portanto, um documento dinâmico que poderá sofrer alterações devido às atividades dentro dos sistemas, com isso, a revisão do PSA deve ser feita, que deve considerar os dados coletados no monitoramento, as alterações dos mananciais e das bacias hidrográficas, as alterações no tratamento e na distribuição, a implementação de programas de melhoria e atualização e os perigos e riscos emergentes. O PSA deve ser revisado após desastres e emergências para garantir que estes não se repitam.

A validação e verificação do PSA tem por objetivo avaliar o funcionamento do PSA e saber se as metas de saúde estão sendo alcançadas. Entende-se que o PSA deve ser objeto de auditorias periódicas, internas e externas, para tanto, o desenvolvimento de verificações periódicas documentadas, independentemente de auditorias ou de outros processos de verificação, para assegurar a eficácia do PSA (Vieira; Morais, 2005).

De acordo com o Ministério da Saúde (Brasil, 2012) os fatores a serem considerados no processo de avaliação contínua do PSA são os seguintes:

- Se todos os perigos e eventos perigosos têm sido identificados;
- Se medidas adequadas de controle têm sido implementadas;
- Se os procedimentos de monitoramento operacional têm sido estabelecidos;
- Se os limites críticos têm sido definidos;
- Se as ações corretivas têm sido identificadas; e
- Se os procedimentos de gerenciamento têm sido estabelecidos.

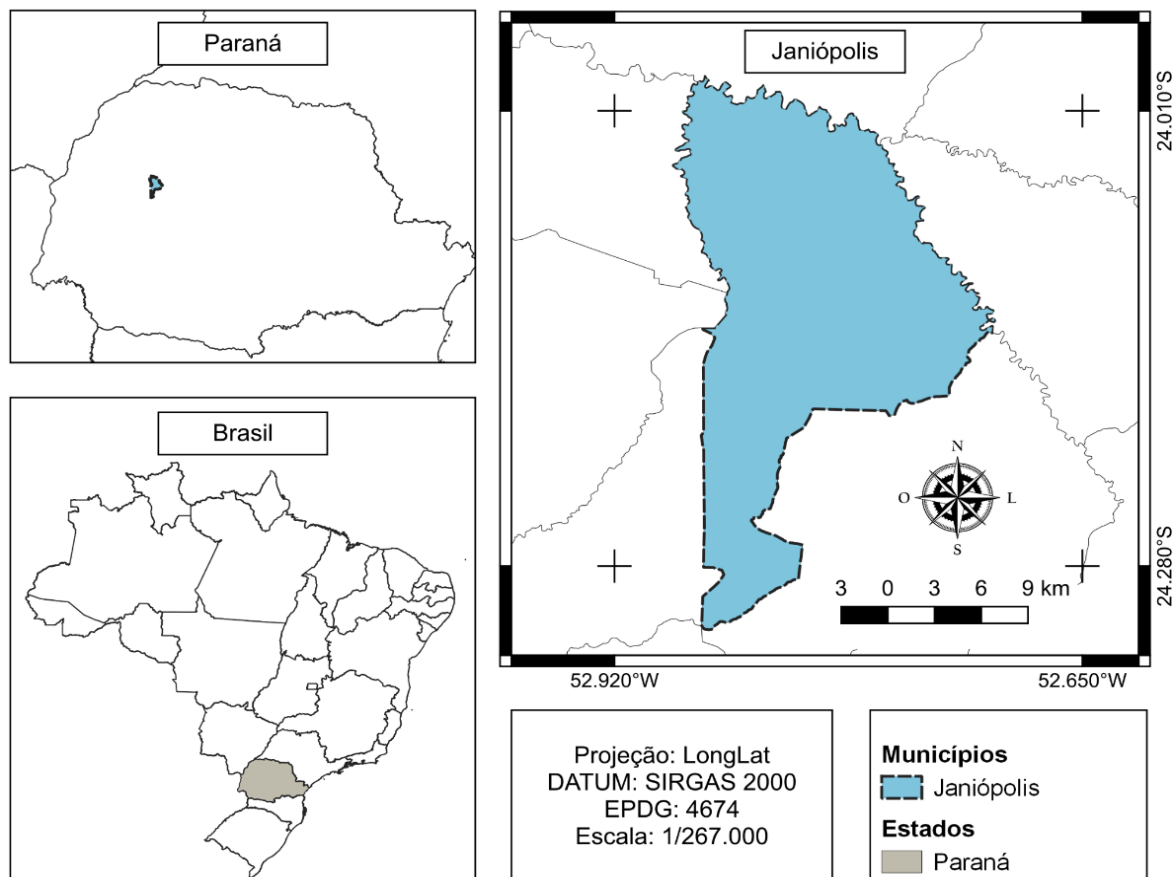
Os PSA devem abranger a avaliação do sistema, o monitoramento operacional e os planos de gestão, incluindo a organização da documentação e a comunicação de risco, devem abordar todas as etapas do abastecimento de água para consumo humano e devem manter o foco no controle da captação, no tratamento e na distribuição da água, a sua abordagem se baseia em princípios e conceitos como o gerenciamento de risco, em especial nos Princípios de Múltiplas Barreiras; nas Boas Práticas; na Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle e na Análise de Risco (Brasil, 2012).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado no município de Janiópolis (Figura 3), região noroeste do estado do Paraná. Possui uma área territorial de 335.650 km<sup>2</sup> com população estimada de 4.948 habitantes, sendo 61,81% da população urbana e 38,19% rural e densidade demográfica de 19,46 habitantes por km<sup>2</sup> (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021).

**Figura 3 – Localização do município de Janiópolis**



Fonte: Autoria própria (2023).

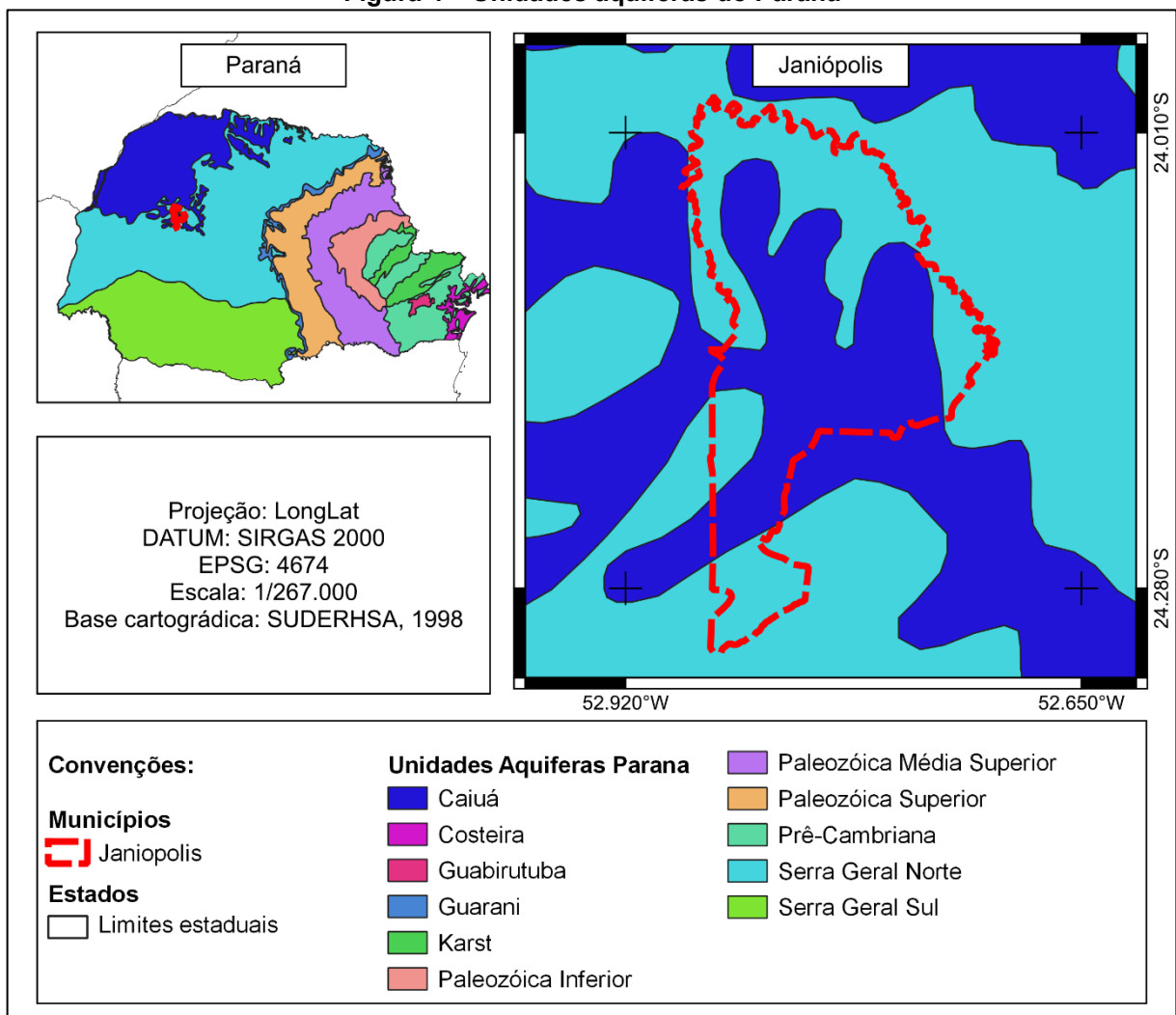
Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021) a base econômica do município é flexível, possui o valor do produto interno bruto (PIB) per capita de R \$27,8 mil; e possui várias atividades influentes no PIB municipal, sendo as atividades agropecuárias o seu maior representante. Das condições sanitárias e urbanas, o município apresenta apenas 1,3% de domicílios atendidos com



esgotamento sanitário adequado (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021). De acordo com o Instituto Água e Saneamento (2020), cerca de 99,8% do município é atendido com abastecimento de água. Porém cerca de 63% das comunidades rurais do município não recebem tratamento adequado nos sistemas de abastecimento de água.

O município de Janiópolis está localizado em partes dos aquíferos caiuíá e Serra Geral Norte (Figura 4), de acordo com Instituto Água e Terra (2023). Aquíferos são camadas ou estruturas geológicas compostas por materiais permeáveis que possibilitam o armazenamento e a transmissão de volumes consideráveis de água.

**Figura 4 – Unidades aquíferas do Paraná**



Fonte: Autoria própria (2023).

### 3.2 Procedimentos Metodológicos

A descrição dos sistemas de abastecimento de água foi realizada a partir de visitas no local, onde foi possível determinar quais os tipos de mananciais que abastecem a população. Após a identificação dos tipos de mananciais, foi realizada a descrição detalhada das operações unitárias que compõem cada sistema de abastecimento de água, desde a captação até a destinação ao consumidor final.

Para a construção dos diagramas de fluxo de cada SAA, foram feitas visitas e vistorias “*in loco*” a todo sistema de abastecimento de água e verificação de documentação, onde foi possível descrever cada operação unitária dentro dos SAA a partir de fluxogramas de redes.

As visitas ao local de estudo foram possibilitadas a partir de um termo de cooperação assinado entre a Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão com a Prefeitura Municipal de Janiópolis, por meio da Secretaria de Meio Ambiente e da Secretaria de Vigilância Sanitária. A universidade disponibilizava o transporte e representantes da Secretaria de Meio Ambiente e da Vigilância Sanitária do município acompanhavam as visitas, para intermediar o contato com colaboradores das SAC em cada comunidade e conduzir as idas aos locais de captação e armazenamento.

Ao total foram realizadas cinco visitas ao município nos períodos de maio a julho de 2023, no qual foram feitos registros fotográficos; descrição de cada operação unitária quanto a sua eficiência, tempo de operação e estado físico; entrevistas com os colaboradores das SAC e coletas de água para as análises laboratoriais.

A avaliação da qualidade da água bruta e tratada dos sistemas de abastecimento se deu por meio da análise de dados secundários, oriundos da base de dados da Secretaria Municipal de Saúde e Meio Ambiente e da Vigilância Sanitária, por meio de laudos das análises físico-químicas e microbiológicas da água bruta e tratada. Também foram realizadas análises para avaliação da qualidade da água bruta e tratada dos sistemas a partir dos parâmetros físico-químicos: cor, pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), nitrito, nitrato, amônia, sólidos totais e bactérias do grupo coliformes (coliformes totais e *Escherichia coli*), conforme procedimento descrito no *Standart Methods the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012). Tais análises laboratoriais foram realizadas no Núcleo de Pesquisa em Engenharia

Ambiental (NUPEA), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão.

Os perigos (característica intrínseca de um agente físico, químico, radiológico e microbiológico com potencial de causar efeitos adversos à saúde) e eventos perigosos (situação ou incidente que pode levar ao perigo), são denominados de pontos de fragilidade do sistema. Estas fragilidades foram identificadas por meio de análise documental, oriundas do banco de dados da secretaria municipal de meio ambiente, vistorias no local e entrevistas com os colaboradores do sistema de abastecimento, utilizando-se do roteiro de coleta de dados (Apêndice I – Roteiro de coleta). As informações foram tabuladas para identificar o perigo e/ou evento perigoso de forma clara, descrevendo o que pode acontecer ao sistema de abastecimento de água e como pode acontecer.

Após a identificação, utilizou-se uma matriz de riscos para caracterizar esses perigos e eventos perigosos. Tal matriz consiste em uma tabela orientada por duas dimensões: probabilidade e severidade. Por meio dessas duas dimensões, foi possível classificar o quão provável e grave é um determinado risco. Para isso, as dimensões foram classificadas em cinco níveis de risco. Para a dimensão probabilidade de ocorrência os níveis foram: Extrema; Alta; Moderada; Baixa e Rara (Quadro 1). Quanto a severidade da consequência, a dimensão foi dividida em: Catastrófica; Elevada; Moderada; Baixa e Insignificante (Quadro 2) (Brasil, 2017).

Em seguida, foi determinada a escala (pontuação) para cada classe de risco, cuja pontuação foi usada para calcular o produto das dimensões. A caracterização e priorização do risco foi realizada utilizando a matriz de classificação de risco (Quadro 3) a priorização se deu pela análise de Tolerância do risco (Quadro 4).

**Quadro 1 – Escala de probabilidade de ocorrência do risco**

Probabilidade	Descrição	Escala
Extrema	Ocorre muitas vezes ao longo de um processo (exemplo: mais de uma vez por dia)	5
Alta	Ocorre Com frequência ao longo de um processo (Exemplo: mais de uma vez por semana)	4
Moderada	Ocorre em situações aleatórias e esporádicas (Exemplo: uma vez por mês)	3
Baixa	Pode ocorrer excepcionalmente (Exemplo: uma vez por ano)	2
Rara	Pode ocorrer em situações extremas (Exemplo: uma vez a cada dez anos)	1

Fonte: Adaptado de Brasil (2017a).

**Quadro 2 – Escala de severidade das consequências do risco**

Probabilidade	Descrição	Escala
Catastrófica	Gera consequências letais para mais de 10% da população	5
Elevada	Gera consequências letais para menos de 10% da população	4
Moderada	Nocivo para mais de 10% da população	3
Baixa	Nocivo para menos de 10% da população	2
Insuficiente	Sem impacto detectável na população	1

Fonte: Adaptado de Brasil (2017a).

**Quadro 3 – Matriz de classificação de risco**

Probabilidade de ocorrência	Severidade de ocorrências				
	Insuficiente	Baixa	Moderada	Elevada	Catastrófica
Extrema	5	10	15	20	25
Alta	4	8	12	16	20
Moderada	3	6	9	12	15
Baixa	2	4	6	8	10
Rara	1	2	3	4	5

Fonte: Adaptado de Brasil (2017a).

**Quadro 4 – Níveis de Tolerância do risco**

<b>Características</b>	<b>Status</b>	<b>Descrição</b>
Não tolerável	Vermelho	Necessita de monitoramento constante
Não aceitável	Amarelo	Necessita de monitoramento periódico
Aceitável	Verde	Necessita apenas de uma ação de rotina

Fonte: Adaptado de Brasil (2017a).

Todas as dimensões de probabilidade e severidade, níveis e a priorização de riscos acima elencados, foram determinados de acordo com o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (Brasil, 2017a).

Por fim, medidas para prevenir ou eliminar um perigo ou evento perigoso, classificado como não tolerável ou não aceitável, foram sugeridas. Para o planejamento dessas medidas de controle foi empregada a metodologia 5W2H com adaptações acrescida dos limites críticos (Quadro 5). As medidas foram enquadradas em grupos, considerando o seu nível de tolerância, ou seja, estão apresentadas como medidas de controle para riscos ou eventos perigosos não toleráveis, não aceitáveis e aceitáveis.

**Quadro 5 – Medidas de controle propostas.**

<b>Etapa do Sistema</b>	<b>Evento perigoso (Por quê?)</b>	<b>Onde</b>	<b>Medida de controle (O que?)</b>	<b>Limite crítico</b>	<b>Quando?</b>	<b>Quem?</b>

Fonte: Autoria própria (2023).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A partir do levantamento de dados, foi possível fazer uma breve descrição do SAA da área urbana e na sequência, desenvolver as etapas iniciais do PSA de comunidades rurais do município.

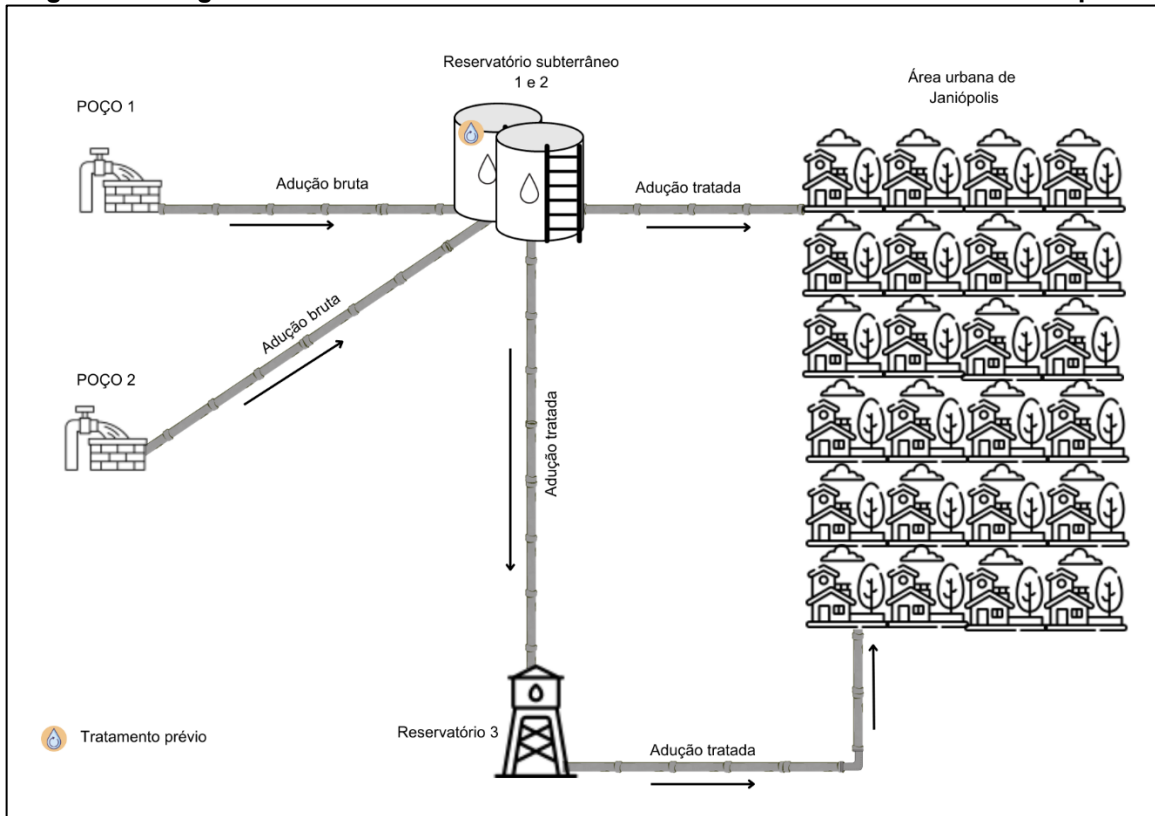
### **4.1 Área urbana**

O sistema de abastecimento do município de Janiópolis tem como manancial a exploração de águas subterrâneas, a área urbana é atendida por dois poços artesianos, cujo os serviços de captação, adução, tratamento e distribuição da água tratada para a população é feito pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

O tratamento é feito por desinfecção simples com adição de cloro para controle de patógenos em um dos três reservatórios. De acordo com Meyer (1994), o uso de cloro como tratamento causa a destruição dos microrganismos patogênicos, no qual garante em termos microbiológicos a qualidade da água e saúde de seus consumidores. A dosagem de cloro é feita em um dos três reservatórios que atende à demanda da população, em seguida a água segue tratada para os demais reservatórios e posteriormente para a rede de distribuição do município.

Dos três reservatórios que tende a população urbana, esses são constituídos por dois subterrâneos e uma estação elevatória, no qual o reservatório 1 recebe toda a água bruta dos poços de captação e possuem tratamento prévio por desinfecção, e, a estação elevatória é alimentada pela água tratada dos poços subterrâneos. Para melhor visualização do SA urbano, foi elaborado o diagrama de fluxo simplificado de todas as operações unitárias (Figura 5).

**Figura 5 – Diagrama de fluxo do sistema de abastecimento da área urbana de Janiópolis**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

A Secretaria de Vigilância Sanitária fica responsável pelo monitoramento periódico de análises qualitativas da água urbana de abastecimento estabelecidas pelo Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), e, exigir da empresa responsável (SANEPAR) a desinfecção, caso haja irregularidades nos parâmetros estabelecidos pela Portaria GM/MS Nº 888/21.

Vale ressaltar que as comunidades de Arapuan, Bredópolis, Gramínea e a Vila Rural da Gramínea são abastecidas por poços artesianos e recebem o mesmo tratamento da área urbana, sendo de responsabilidade da empresa de saneamento (SANEPAR) a captação, tratamento, armazenamento e a distribuição da água, e, da vigilância sanitária municipal o controle de sua qualidade.

## 4.2 Área rural

A área rural é composta por onze soluções de abastecimento coletivo (SAC) que atende as comunidades de Arapuan, Bredópolis, Bragópolis, Estrada do Caracol, Estrada do Takao, Gramínea, São Domingos, São Marcos, São Roque, Vila rural de

Bragápolis e Vila Rural da Gramínea, que representam cerca de 35% da população total do município. Janiópolis possui ainda, em média, 195 soluções alternativas individuais (SAI) que atende pequenas propriedades dos munícipes e que o tratamento e monitoramento das SAI é de responsabilidade dos proprietários.

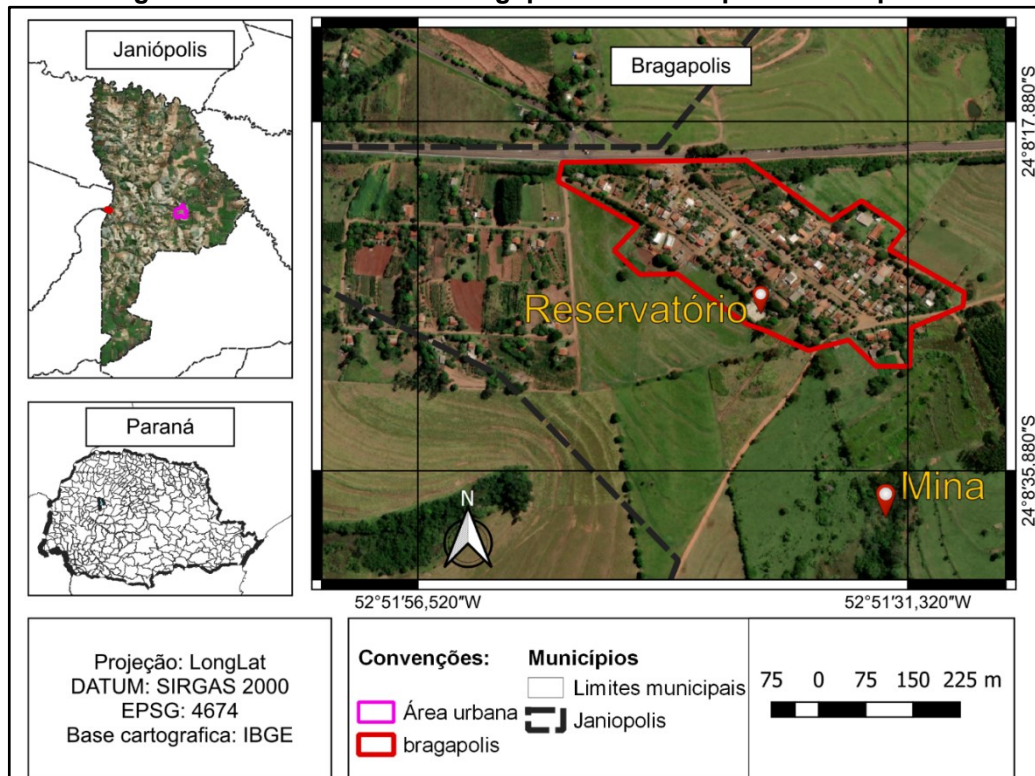
Nesta seção, serão apresentadas as descrições de cada SAC e análises laboratoriais de qualidade da água que foram realizadas nas comunidades de Bragápolis, Estrada do Caracol, Estrada do Takao, São Domingos, São Marcos, São Roque e Vila rural de Bragápolis.

#### 4.2.1 Comunidade de Bragápolis

##### 4.2.1.1 Descrição da SAC da comunidade de Bragápolis

O sistema de abastecimento da comunidade de Bragápolis, localizado na região oeste do município (Figura 6), é composto por um manancial subterrâneo, cuja retirada de água se dá por um único ponto de coleta em mina d'água e abastece cerca de 132 pessoas.

**Figura 6 – Comunidade de Bragápolis no município de Janiópolis**



Fonte: Autoria própria (2023).



A SAC da comunidade é composta pelas seguintes operações unitárias: captação, adução bruta, armazenamento e distribuição.

A captação se dá a partir de uma mina d'água. O entorno da mina encontra-se reflorestado com presença de espécies vegetais nativas, caracterizado como um ambiente estável e equilibrado. A mina foi construída em alvenaria com tampa de concreto, possui aproximadamente dois metros de profundidade e tempo de operação de 25 anos (Figura 7) e não possui outorga de recursos hídricos conforme a Lei estadual de recursos hídricos 12.726/99.

**Figura 7 – Mina d'água da comunidade de Bragápolis.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Construções com alvenaria são importantes para a garantia da qualidade da água, pois trata-se de um material durável e resistente, que impede a contaminação da água por materiais orgânicos ou químicos presentes no solo, assim como a profundidade do manancial (dois metros) contribui para a manutenção da temperatura constante da água. Porém, foi possível verificar iridescência na lâmina d'água, possivelmente provocada pela presença de óleos ou substâncias orgânicas (Figura 8), que não se sabe exato a fonte de poluição, podendo ser por conta de derramamento ilegal ou até mesmo do sistema de bombas utilizado.

**Figura 8 – Iridescência na lâmina d'água na comunidade de Bragápolis.**



**Fonte: A autoria própria (2023).**

A comunidade utiliza o sistema de bomba centrífuga que é o tipo de sistemas mais utilizado no Brasil para transporte de fluidos, seja na agricultura ou no abastecimento de água (Figura 9).

**Figura 9 – Sistema de bombas de abastecimento da comunidade de Bragápolis**



(A)

(B)

**Legenda: (A): Casa de bombas; (B): Sistema de bombas.  
Fonte: A autoria própria (2023).**

Foi possível verificar que o sistema de bombas é antigo, com presença de ferrugens no conjunto e com vazamentos de óleos e graxas. A casa de bombas é construída em alvenaria, com piso permeável e telhado em amianto, possui estrutura danificada e antiga. O sistema de bombas, caracterizados como bombas centrífugas em conjunto com a captação, possui uma vazão de 6.600 L/h que abastece o reservatório da comunidade.

O sistema de adução da água bruta é composto por tubulação de PVC, com diâmetro de 75mm e comprimento de 374,2 metros. A tubulação se encontra aterrada desde o sistema de bombas até o reservatório da comunidade, essa prática evita possíveis perfurações e danos estruturais nos canos.

O armazenamento de água da comunidade, caracterizado como estação elevatória, está localizado dentro de uma área residencial. O material do reservatório é de fibra de vidro e possui uma base metálica para elevar a caixa d'água, no qual a distribuição é feita por gravidade. Este reservatório possui volume de 10.000 L no qual abastece toda a comunidade (Figura 10), sendo um volume per capto de 75,75 litros de água por habitante, destinados para jardinagem, cultivo de hortaliças, consumo, higiene pessoal e limpeza doméstica. O abastecimento se dá a partir de adução do reservatório até as residências da comunidade. A rede adutora da água encontra-se perfaz toda a área da comunidade e tem diâmetro de 75mm.

**Figura 10 – Sistema de armazenamento de água da comunidade de Bragápolis**

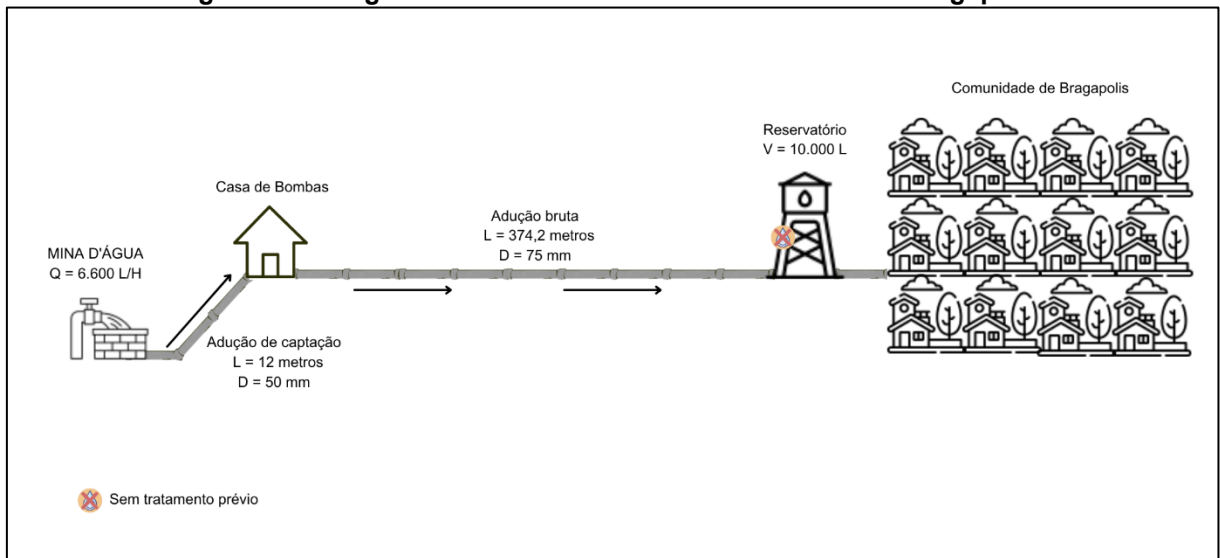


**Fonte: Autoria própria (2023).**

A SAC da comunidade de Bragápolis não possui tratamento prévio para controle de agentes microbiológicos e matéria orgânica em suspensão. A Secretaria de Vigilância Sanitária fica responsável pelo monitoramento periódico de análises qualitativas da água de abastecimento estabelecidas pelo VIGIAGUA. A Diretoria de Obras e Urbanismo é responsável pela manutenção de todo o sistema e caso este venha apresentar qualquer irregularidade, o setor é acionado pelos próprios moradores da comunidade, quando identificam alguma obstrução dentro do SA.

O diagrama de fluxo é uma representação gráfica que descreve o processo de fornecimento de água, desde a sua captação até a distribuição aos consumidores. Esse tipo de esquema é utilizado para visualizar as etapas e os componentes envolvidos no sistema, permitindo uma compreensão clara e organizada de como a água é captada, tratada, armazenada e distribuída. O diagrama de fluxo da comunidade de Bragápolis é apresentado na Figura 11.

**Figura 11 – Diagrama de fluxo da SAC da comunidade de Bragápolis**



Fonte: Autoria própria (2023).

#### 4.2.1.2 Qualidade da água da comunidade de Bragápolis

A Secretaria de Vigilância Sanitária fica responsável pelo monitoramento periódico da qualidade da água de abastecimento, determinadas pelo VIGIAGUA, que estabelece análises de turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*. As análises são feitas sem um período definido entre uma coleta e outra e as amostras são coletadas em pontos aleatórios dentro do SA (residências, poço, reservatório, etc.).

De acordo com o banco de dados da Secretaria de Vigilância Sanitária foi possível ter acesso ao histórico de análises da comunidade de Bragápolis (Quadro 6).

**Quadro 6 – Histórico do controle de qualidade da água da SAC da comunidade Bragápolis**

Parâmetros				
Ano	Coleta	Turbidez (NTu)	Coliformes totais	<i>E. coli</i>
2020	1º	2,25	Presença	Ausência
2021	1º	0,50	Presença	Ausência
	2º	0,31	Presença	Ausência
2022	-	S/D	S/D	S/D
2023	1º	1,16	Presença	Ausência

Legenda: S/D: Sem dados de coletas no período.

Fonte: Autoria própria (2023).

Para complementar a caracterização da qualidade da água, foram realizadas coletas na mina d'água e no reservatório (Tabela 1) para serem comparadas a qualidade desses pontos e verificar possíveis focos de contaminação. Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados foram comparados com a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Foi possível verificar que quase todos os parâmetros analisados estão em conformidade com a Portaria GM/MS Nº 888/2021 do Ministério da Saúde. Dos parâmetros analisados, a amônia e o nitrito apresentaram valores acima da faixa permitida pela legislação vigente.

**Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da SAC da comunidade de Bragápolis**

Parâmetro	Mina d'água	Reservatório	Padrões de potabilidade
pH	6,26	6,60	6 a 9
Cor aparente (uH)	5,90	3,10	15
OD (mg/L)	6,29	7,72	N/A
Turbidez (Unt)	1,00	0,62	10
Amônia (mg/L)	1,94	1,94	1,20
Nitrato (mg/L)	1,00	2,00	10,00
Nitrito (mg/L)	0,03	2,05	1,00
Sólidos totais (mg/L)	0,088	0,07	500
Coliformes totais	sim	não	Ausência em 100 ml
<i>E. coli</i>	sim	não	Ausência em 100 ml

**Legenda: N/A: não se aplica**  
**Fonte: Autoria própria (2023).**

Franca *et al.* (2006) obteve resultados positivos para concentração de amônia em água subterrânea. Os autores afirmam que os valores encontrados estão ligados diretamente a lançamentos de efluentes domésticos de maneira inapropriada e também ao uso de fertilizantes nitrogenados na área. Valores de amônia acima de 0,06 mg/L podem indicar a ocorrência de oxidação para nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) resultando no processo de nitrificação (Fredo Filho, 2018).

Foi possível verificar que as amostras coletadas apresentaram a presença de coliformes totais e da bactéria *E. coli*, indicando a necessidade de tratamento com desinfecção da água. A presença de coliformes na água indica risco potencial da presença de organismos patogênicos. Conforme a Portaria GM/MS Nº888/21, que

quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.

#### 4.2.1.3 Análise de riscos da SAC da comunidade de Bragápolis

Após análises documentais, visitas *in loco* e análises da qualidade de água, foi possível elencar os riscos (perigos e/ou eventos perigosos) dentro da SAC da comunidade de Bragápolis (Quadro 7).

**Quadro 7 – Descrição dos eventos perigosos e dos riscos identificados na SAC da comunidade de Bragápolis**

<b>Eventos perigosos</b>	<b>Risco</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Severidade</b>	<b>Classificação do risco</b>	<b>Níveis de tolerância</b>
Contaminação do manancial	Químico e microbiológico	5	3	15	Não tolerável
Vazamento no sistema de bombas	Físico e químico	5	3	15	Não tolerável
Obstrução do sistema de bombas	Físico, químico e microbiológico	3	2	6	Não aceitável
Obstrução do sistema de adução	Físico, químico e microbiológico	3	2	6	Não aceitável
Obstrução do sistema de armazenamento	Físico, químico e microbiológico	3	2	6	Não aceitável
Sistema antigo	Físico e químico	4	3	12	Não aceitável
Avaliação da qualidade de água	Químico e microbiológico	4	3	12	Não aceitável
Outorga de recursos hídricos	Físico	3	3	9	Não aceitável
Demanda crescente	Físico	2	1	2	Aceitável
Escassez de água	Físico	2	2	4	Aceitável

Fonte: Autoria própria (2023).

Os riscos não toleráveis necessitam de avaliação, controle e manejo constante, pois de certa forma esses podem pôr em risco a saúde pública da comunidade abastecida por esse manancial. O risco de vazamento no sistema de bombas foi identificado por meio da avaliação *in loco*, no qual observou-se um sistema antigo e com condições de construções precárias, podendo levar a contaminação do manancial por fluidos usados nas bombas, manutenção constantes devido a vida útil do mesmo e acidentes em períodos dessas possíveis manutenções.

Outro evento perigoso identificado como um risco não tolerável foi a contaminação do manancial, uma vez que foi observada iridescência na mina d'água. Essa alteração na cor pode ser derivada da presença de óleos e compostos orgânicos. De acordo como relatório de qualidade das águas interiores apresentado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2009), a ingestão de nitritos e nitratos por longos períodos de tempo pode causar diurese, danificação e hemorragia do baço, e em concentrações elevadas pode causar metemoglobinemia (cianose) em crianças.

Riscos não aceitáveis necessitam de monitoramento periódico, esses geram prejuízos financeiros para os órgãos de gestão da SAC. Foram identificados riscos em potencial como: obstrução em bombas d'água, adução e armazenamento podem, no qual requerem manutenções periódicas e contratação de mão de obra especializada. A avaliação da qualidade de água deve ser feita periodicamente, uma vez que o monitoramento constante de parâmetros determinados pela Portaria GM/MS Nº 888/2021 do Ministério da Saúde facilita a identificação de possíveis fontes de contaminação. A outorga de recursos hídricos é necessária para que se mantenha um controle qualidade e dos usos das águas, a Lei estadual de recursos hídricos 12.726/99 regulamenta sobre outorgas desses recursos (Paraná, 1999). A mina d'água da comunidade de Bragápolis não possui outorga, sendo necessário a regulamentação perante aos órgãos públicos competentes.

Riscos aceitáveis necessitam de ações de rotinas, esse tipo de risco não se tem controle absoluto, foi possível identificar na comunidade de Bragápolis riscos como escassez de água e demanda crescente da população abastecida. De acordo com o Instituto de Águas do Paraná, que disponibiliza o Sistema de Informações Hidrológicas (SIH), o município de Janiópolis apresenta em épocas do ano (abril a junho) períodos de seca, no qual reduz a vazão e o volume de contenção do manancial, deixando assim a comunidade com déficit de abastecimento, porém planos



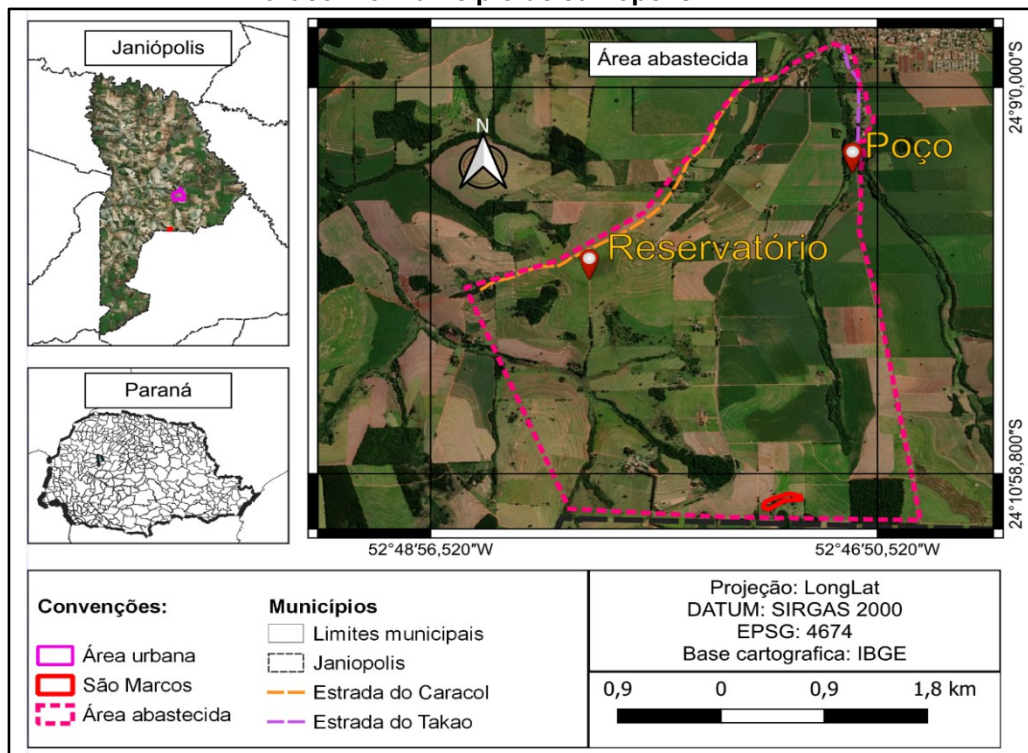
de ação devem ser elaborados para que a gestão desses recursos seja feita (Paraná, 2023).

#### 4.2.2 Comunidade de São Marcos, estrada do Takao e estrada do Caracol

##### 4.2.2.1 Descrição da SAC da comunidade de São Marcos, estrada do Takao e estrada do Caracol Bragápolis

O sistema de abastecimento da Comunidade de São Marcos, Estrada do Takao e Estrada do Caracol está localizado na região sudeste do município (Figura 12), tendo como manancial um poço que abastece cerca de 135 pessoas.

**Figura 12 – Localização das comunidades de São Marcos, Estrada do Takao e Estrada do Caracol no município de Janiópolis – PR.**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

A SAC da comunidade é composta por captação, adução da água bruta, reservatório e distribuição. A captação se dá a partir de poço artesiano, o entorno dele encontra-se em área de pastagem, próximo a fragmentos florestais. O sistema foi construído a partir de um projeto do governo do estado do Paraná (Sistema de abastecimento comunitário) no ano de 2008, que contempla o sistema de captação e

o sistema de bombas (Figura 13). O poço de captação que atende as comunidades do Takao, Caracol e São Marcos encontrasse com outorga vencida, de acordo com o sistema de dados da secretaria de meio ambiente do município.

**Figura 13 – Vista do sistema de captação de água das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

A área destinada para construção do poço artesiano está delimitada a partir de cercas de arames galvanizados, porém a estrutura dessa delimitação se encontra em péssimas condições, onde foi possível verificar vestígios animais dentro da área delimitada (Figura 14).

**Figura 14 – Condições da área de entorno do poço das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

O acesso de animais em áreas de poço artesiano pode contaminar a água com fezes, urina e outros resíduos orgânicos, isso pode resultar na presença de bactérias, parasitas e outros patógenos na água, tornando-a imprópria para consumo humano e para uso em atividades agrícolas. O acesso também pode causar danos físicos à infraestrutura, como a quebra de tubulações, pisoteio de equipamentos, destruição de cercas de proteção, compactação do solo e a redução da infiltração no solo. Esses danos podem comprometer a operação adequada do sistema de captação e exigir reparos ou substituição dos componentes.

O sistema utiliza bombas centrífugas e foi adquirido com o projeto de abastecimento do governo do estado. Este encontra-se protegido pela casa de bombas, feita em construção de alvenaria sem piso impermeável e com cobertura de telha de amianto (Figura 15).

**Figura 15 – Casa de bombas da SAC das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

O sistema de adução da água bruta é composto por tubulação de PVC com diâmetro de 75mm e comprimento de aproximadamente 2.300,00 metros, a tubulação se encontra aterrada desde o sistema de bombas até o reservatório da comunidade, essa prática evita possíveis danos ao abastecimento.

O reservatório de água da comunidade, caracterizado como torre de água, está localizado em área mais elevada para que a distribuição por gravidade até as residências facilite a operação, o material do reservatório é de metal e este possui volume de 15.000L no qual abastece todos da comunidade (Figura 16), sendo um valor per capto de 111,10 litros por habitante, nas três comunidades, com uso destinado à higienização, limpeza doméstica, jardinagem, cultivo de hortaliças e consumo.

A rede adutora é composta por tubulação de 75mm de diâmetro. A distância do reservatório até as comunidades é de aproximadamente 2.700,00 metros para a comunidade de São Marcos, 2.400,00 metros para a comunidade do caracol e 2.600,00 metros para a comunidade do Takao. Distâncias longas estão sujeitas a perdas, uma vez que torna as manutenções mais difíceis, devido ao acesso pontual em cada obstrução, caso venha a ocorrer.

**Figura 16 – Sistema de armazenamento de água das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol**

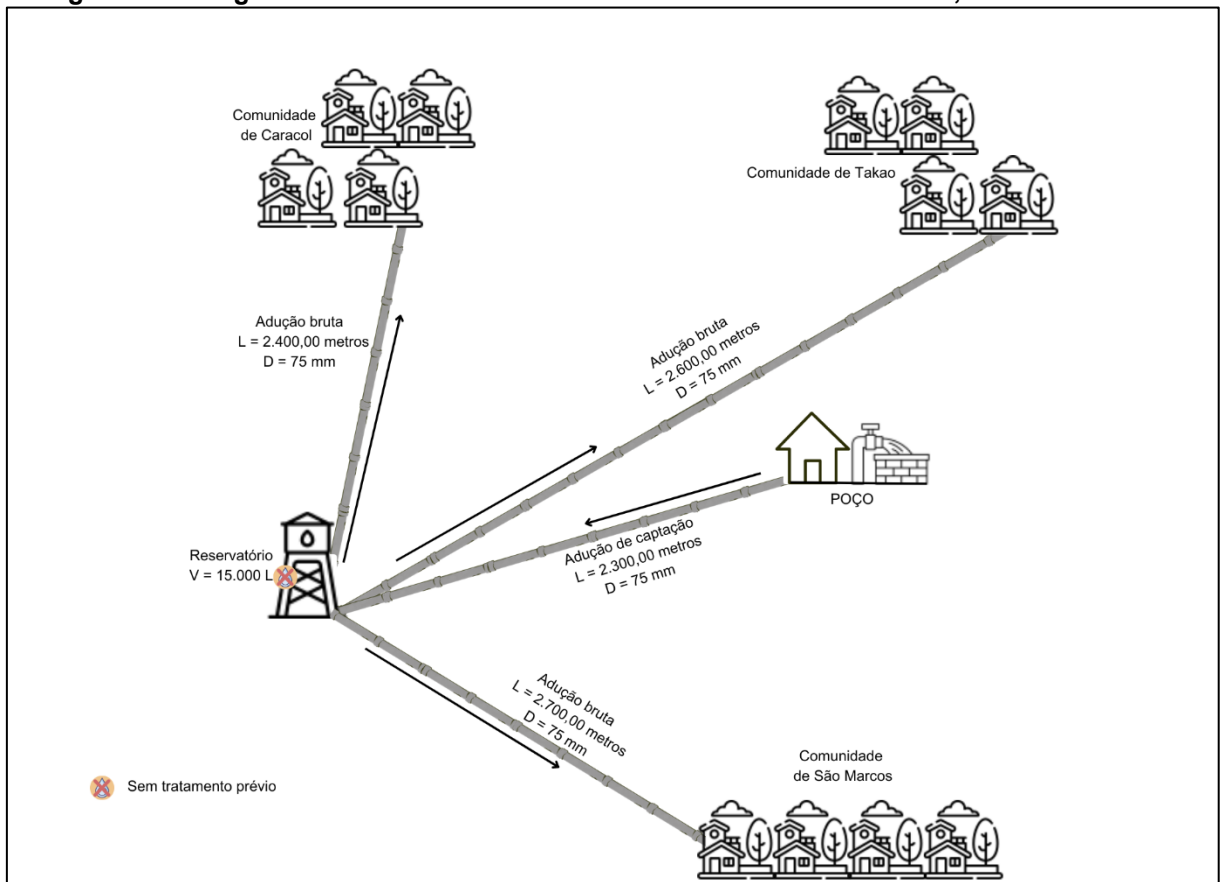


**Fonte: Autoria própria, 2023.**

A SAC das comunidades não possui desinfecção para controle microbiológico. As comunidades possuem uma associação não registrada, a qual fica responsável pelo abastecimento e manutenção do SA. Cada residência abastecida contribui financeiramente para reparos no sistema, um morador fica responsável pela tesouraria da associação e dessa forma essas comunidades são auto suficientes em qualquer problema que possa ocorrer no sistema.

O diagrama de fluxo das comunidades de São Marcos, Estrada do Takao e Estrada do Caracol está representado pela Figura 17.

**Figura 17 – Diagrama de fluxo da SAC das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol**



Fonte: Autoria própria (2023).

#### 4.2.2.2 Qualidade da água das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol

De acordo com os dados disponibilizados pela Vigilância Sanitária foi possível ter acesso ao histórico de análises da comunidade de São Marcos, Estrada do Takao e Estradas do Caracol (Quadro 8). A amostragem da água se dá em pontos ao longo do sistema de abastecimento, como residência, no próprio poço e até mesmo no reservatório, sem período definido.

Uma bateria de análises físico-químicas foi realizada, no âmbito deste trabalho, para verificar o padrão de qualidade da água da SAC das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol (Tabela 2) e compará-lo com os padrões de potabilidade definidos pela Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021.

**Quadro 8 – Histórico do controle de qualidade da água da SAC das comunidades de Takao, Caracol e São Marcos**

Ano	Coleta	Parâmetros		
		Turbidez (NTu)	Coliformes totais	<i>E. coli</i>
2017	1º	0,10	Presente	Ausente
2018/2019	-	S/D	S/D	S/D
2020	-	S/D	S/D	S/D
2021	1º	0,79	Presença	Ausência
	2º	0,10	Presença	Ausência
2022	1º	0,80	Presença	Ausência
	2º	0,49	Presença	Presença

Legenda: S/D: Sem dados de coleta no período.

Fonte: Autoria própria (2023).

**Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol**

Parâmetro	Poço	Reservatório	Padrões de potabilidade
pH	6,53	7,08	6 a 9
Cor aparente (uH)	4,2	3,4	15
OD (mg/L)	7,79	7,50	N/A
Turbidez (Unt)	0,56	0,10	10
Amônia (mg/L)	1,99	2,02	1,20
Nitrato (mg/L)	1,0	1,0	10,00
Nitrito (mg/L)	0,41	0,57	1,00
Sólidos totais (mg/L)	0,1380	0,1880	500
Coliformes totais	não	não	Ausência em 100 ml
<i>E. coli</i>	não	não	Ausência em 100 ml

Legenda: N/A: Não se aplica.

Fonte: Autoria própria (2023).

Os resultados analíticos apontaram que quase todos os parâmetros analisados estão em conformidade com a Portaria GM/MS N° 888/2021 do Ministério da Saúde, com exceção da amônia, que apresentou valores acima da faixa permitida pela legislação, que pode ser um indicativo de contaminação oriunda de esgoto doméstico ou ainda pelo uso de fertilizantes agrícolas ao entorno na área.

#### 4.2.2.3 Análise de riscos da SAC de São Marcos, Takao e Caracol

A partir das visitas *in loco* e análises da qualidade de água, foi possível elencar os riscos (perigos e/ou eventos perigosos) que a SAC das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol está sujeito (Quadro 9).

**Quadro 9 – Descrição dos eventos perigosos e dos riscos identificados na SAC das comunidades de São Marcos, Takao e Caracol**

<b>Eventos perigosos</b>	<b>Risco</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Severidade</b>	<b>Classificação do risco</b>	<b>Níveis de tolerância</b>
Contaminação do manancial	Químico e microbiológico	5	3	15	Não tolerável
Obstrução do sistema de bombas	Físico, químico e microbiológico	3	2	6	Não aceitável
Obstrução do sistema de adução	Físico, químico e microbiológico	3	2	6	Não aceitável
Obstrução do sistema de armazenamento	Físico, químico e microbiológico	3	2	6	Não aceitável
Sistema antigo	Físico e químico	4	3	12	Não aceitável
Avaliação da qualidade de água	Químico e microbiológico	4	3	12	Não aceitável
Falha na segurança (cercas danificadas)	Físico	4	3	12	Não aceitável
Outorga de recursos hídricos	Físico	3	3	9	Não aceitável
Aumento da Demanda água	Físico	2	1	2	Aceitável
Escassez de água	Físico	2	2	4	Aceitável

Fonte: Autoria própria (2023).

A SAC das comunidades de Takao, São Marcos e Caracol apresentou um risco não toleráveis cujo evento perigoso refere-se a possível contaminação do manancial, pela presença de fezes de animais na área delimitada do poço e a presença de



compostos nitrogenados, decorrente de níveis elevados de amônia, o que indica que o manancial de abastecimento está sob risco químico e microbiológico.

Quanto aos riscos não aceitáveis, esta SAC apresentou 7 eventos perigosos relacionados à qualidade física da SAC, como a presença de cercas danificadas, onde foi identificado vestígios da presença de animais na área delimitada, com isso, possíveis incidentes de obstrução das bombas d'água, adução e armazenamento podem ocorrer. O poço que abastece as comunidades encontra com outorga vencida, sendo necessária a regulamentação em órgãos públicos competentes conforme a Lei estadual de recursos hídricos 12.726/99.

Riscos aceitáveis requerem a implementação de ações regulares, sendo que não é possível exercer um controle absoluto sobre esse tipo de risco, pois estes estão associados a condições externas (escassez hídrica, crescimento populacional, eventos climáticos e outros). Nos meses de abril a junho o município de Janiópolis apresenta períodos de seca, no qual a vazão e o volume de contenção dos mananciais diminuem (Instituto de Águas do Paraná, 2023) porém planos de ação devem ser elaborados para que a gestão desses recursos seja feita.

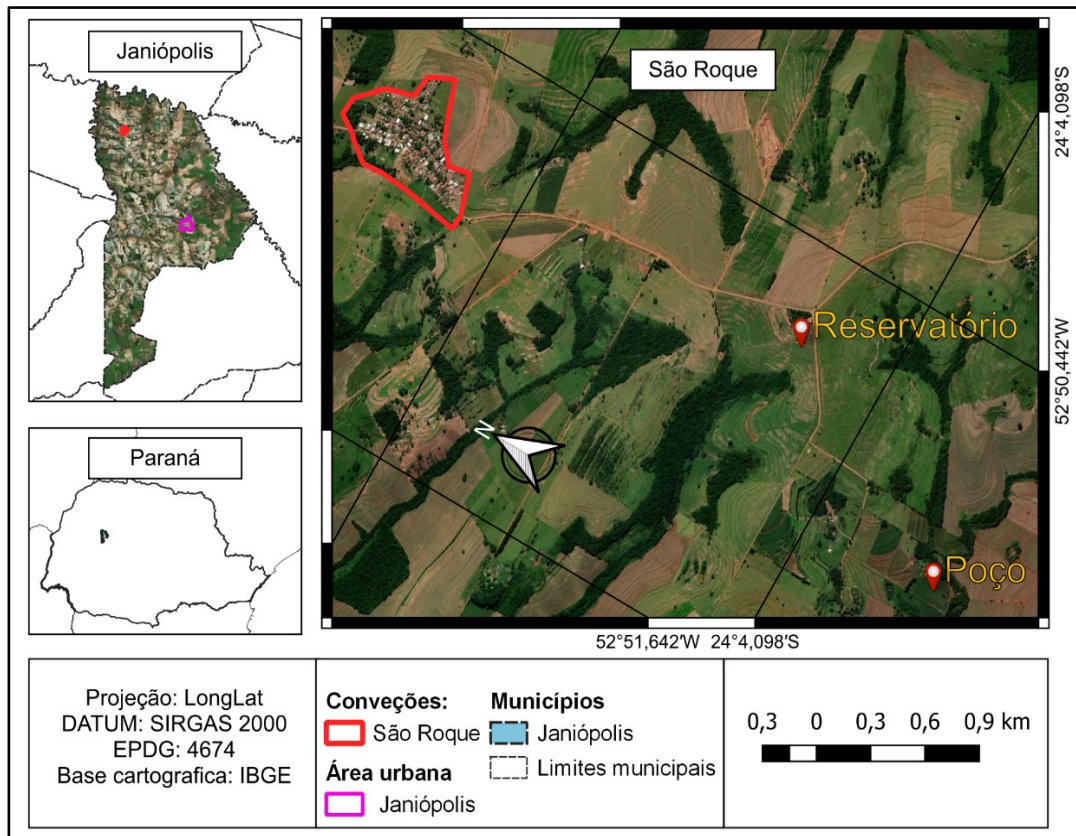
#### 4.2.3 Comunidade de São Roque

##### 4.2.3.1 Descrição da SAC da comunidade de São Roque

O sistema de abastecimento da comunidade de São Roque, localizada na região norte do município (Figura 18), atende cerca de 69 municípios.

O sistema de abastecimento da comunidade compreende a captação, adução de água bruta, reservatório e rede de distribuição. A captação se dá a partir de poço artesiano, com profundidade de 150 metros e com vazão de captação de 6000 L/h, o sistema foi construído no ano de 2004, onde se beneficia de sistema de captação, do sistema de bombas e de armazenamento (Figura 19). O poço da comunidade possui dispensa de outorga de uso da água emitido pelo Instituto de Água do Paraná (AGUASPARANA) de acordo com o sistema de dados da Secretaria de Meio Ambiente de Joanópolis.

**Figura 18 – Localização da comunidade de São Roque no município de Janiópolis – PR.**



Fonte: Autoria própria (2023).

**Figura 19 – Sistema de captação de água da comunidade de São Roque**



Fonte: Autoria própria (2023).

A área destinada para construção do poço artesiano está delimitada a partir de cercas de arames galvanizados, com presença de vegetação herbácea e Poaceae

que dificulta o manuseio e manutenção. O entorno do poço encontra-se em área de agricultura com plantações de milho (Figura 20).

**Figura 20 – Vista do ponto de captação de água da comunidade de São Roque**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Mananciais subterrâneos em áreas de plantação de milho podem conter presença de compostos nitrogenados devido ao uso de fertilizantes. Em sua pesquisa, Franca *et al.* (2006) associaram a presença de amônia em amostras de águas devido ao uso de fertilizantes nitrogenados no local.

O sistema utiliza bombas centrífugas modelo CPD MO; 5CV, também adquirido no ano de construção do poço. Este encontra-se protegido pela casa de bombas, feita em construção de alvenaria, sem piso impermeável e com cobertura de telha de amianto.

O sistema de adução da água bruta é composto por tubulação de PVC com diâmetro de 75mm e comprimento de aproximadamente 1920,00 metros até o reservatório e se dá pela estrada vicinal. Observou-se obstruções na rede adutora e nas conexões para as residências abastecidas (Figura 21). Obstruções em sistemas de adução provocam grandes perdas de cargas e comprometem a qualidade da água.

**Figura 21 – Obstruções na adutora da SAC da comunidade de São Roque**



**Fonte: Autoria própria, 2023.**

O reservatório de água da comunidade, caracterizado como torre de água, está localizado em área mais elevada para que a distribuição por gravidade até as residências facilite a operação, o material do reservatório é de metal e este possui volume de 30.000L no qual abastece toda a comunidade (Figura 22). O abastecimento se dá a partir da distribuição da água do reservatório até as residências das comunidades. o valor per capto do volume de água por morador da comunidade de São Roque é de 434,78 litros por habitante, essa água é destinada a dessedentação de animais, consumo humano, higiene pessoal, limpeza doméstica, jardinagem e cultivo de hortaliças. É importante destacar que esse valor per capto não é preciso, pois na área que abrange a SAC da comunidade possui propriedades que utilizam desse volume de água para atividades agropecuárias como a dessedentação de animais. A distância do reservatório até as comunidades é de aproximadamente 2.400,00 metros.

A SAC da comunidade não possui tratamento prévio para controle de microbiológicos e matéria orgânica em suspensão. A comunidade possui uma associação não registrada na qual fica responsável pelo abastecimento e manutenção do SA, cada residência abastecida contribui financeiramente para reparos no sistema, um morador fica responsável pela tesouraria da associação e dessa forma a

comunidades torna-se autossuficientes em qualquer problema que possa vir ocorrer no sistema.

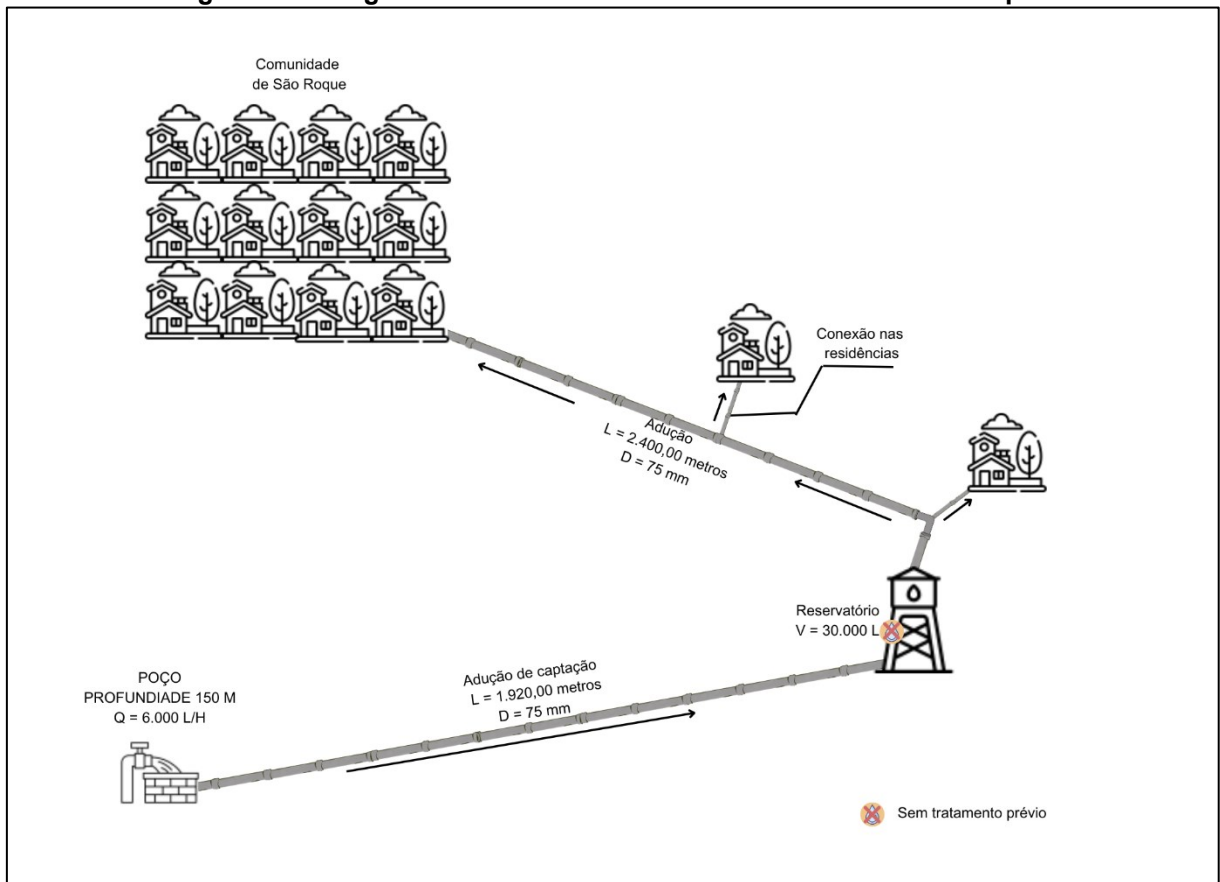
**Figura 22 – Sistema de armazenamento de água da comunidade de São Roque**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

O diagrama de fluxo da SAC da comunidade de São Roque é apresentado na Figura 23.

**Figura 23 – Diagrama de fluxo da SAC da comunidade de São Roque**



Fonte: Autoria própria (2023).

#### 4.2.3.2 Qualidade da água da comunidade de São Roque

O registro das análises físico-químicas da SAC da comunidade de São Roque disponibilizadas pela Vigilância Sanitária do município de Janiópolis é apresentado no Quadro 10.

**Quadro 10 – Histórico do controle de qualidade da água da SAC da comunidade de São Roque**

Parâmetros			
Ano	Turbidez (NTu)	Coliformes totais	<i>E. coli</i>
2019	0,10	Ausente	Ausente
2021	S/D	S/D	S/D
2022	S/D	S/D	S/D
2023	S/D	S/D	S/D

Legenda: S/D: Sem dados de coletas no período.

Fonte: Autoria própria (2023).

O resultado dos parâmetros físico-químicos analisados com amostras de água do poço e do reservatório da SAC de São Roque é apresentado na Tabela 3 e comparado com os padrões de potabilidade expresso na Portaria GM/MS 888/2021.

**Tabela 3 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da SAC da comunidade de São Roque**

Parâmetro	Poço	Reservatório	Padrões de potabilidade
pH	8,00	8,18	6 a 9
Cor aparente (uH)	3,7	4,2	15
OD (mg/L)	8,61	8,69	N/A
Turbidez (Unt)	3,60	1,00	10
Amônia (mg/L)	2,10	2,00	1,20
Nitrato (mg/L)	2,00	3,00	10,00
Nitrito (mg/L)	1,60	1,62	1,00
Sólidos totais (mg/L)	0,15	0,27	500
Coliformes totais	<u>sim</u>	sim	Ausência em 100 ml
<i>E. coli</i>	não	sim	Ausência em 100 ml

**Legenda: N/A: não se aplica.  
Fonte: Autoria própria (2023).**

Em termos de atendimento a legislação que versa sobre a potabilidade da água, parâmetros como amônia e o nitrito apresentaram valores acima da faixa permitida pela legislação. Concentrações de amônia e nitrito em água subterrânea podem estar ligadas diretamente a lançamentos de efluentes domésticos de maneira inadequada e também ao uso de fertilizantes nitrogenados na área do entorno do manancial de abastecimento.

Foi possível verificar que as amostras coletadas apresentaram a presença de coliformes totais e de *E. coli*, indicando a necessidade de tratamento com desinfecção da água. A presença de coliformes na água indica risco potencial da presença de organismos patogênicos, no entanto a presença de *E. coli*, foi verificada apenas no reservatório, indicando que o ponto de captação está em conformidade aos padrões de microbiológicos exigidos pela portaria, por outro lado a presença da bactéria no reservatório indica contaminação. Conforme a Portaria GM/MS N°888/21, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.

#### 4.2.3.3 Análise de riscos da SAC da comunidade de São Roque

A descrição dos eventos perigosos, dos riscos associados e do nível de tolerância do risco para a SAC da comunidade de São Roque é apresentado no Quadro 11.

**Quadro 11 – Descrição dos eventos perigosos e dos riscos identificados na SAC da comunidade de São Roque**

<b>Eventos perigosos</b>	<b>Risco</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Severidade</b>	<b>Classificação do risco</b>	<b>Níveis de tolerância</b>
Contaminação do manancial	Químico e microbiológico	5	3	15	Não tolerável
Contaminação no Reservatório	Químico e microbiológico	5	3	15	Não tolerável
Perda de carga	Físico	4	4	16	Não tolerável
Obstrução do sistema de bombas	Físico, químico e microbiológico	3	2	6	Não aceitável
Obstrução do sistema de adução	Físico e químico	3	3	9	Não aceitável
Obstrução do sistema de armazenamento	Físico, químico e microbiológico	3	2	6	Não aceitável
Sistema antigo	Físico e químico	4	3	12	Não aceitável
Avaliação da qualidade de água	Químico e microbiológico	4	3	12	Não aceitável
Mapeamento da comunidade	Físico	2	1	2	Aceitável
Aumento na demanda de água	Físico	2	1	2	Aceitável
Escassez de água	Físico	2	2	4	Aceitável

Fonte: Autoria própria (2023).

A comunidade de São Roque apresentou riscos não toleráveis relacionados a perda de carga devido diferença da vazão de captação do poço que é de 6.000 litros por hora, e a vazão que chega no reservatório, essa tem o valor de aproximadamente 3.000 litros por hora, indicando vazamentos na adução ou até mesmo de conexões



clandestinas, dos riscos não toleráveis também foi possível verificar a contaminação do manancial e do reservatório através de compostos nitrogenados e bactérias do grupo coliformes, a Portaria GM/MS 888/2021 que estabelece valores para esses parâmetros.

Os compostos nitrogenados destacam-se como um dos componentes inorgânicos de maior preocupação devido a sua disseminação abrangente, estabilidade em ambientes aeróbicos de aquíferos e seu potencial risco a saúde humana, especialmente em crianças e idosos (Foster e Hirata,1993).

A comunidade apresentou cisco riscos não aceitáveis, esses riscos necessitam de monitoramento periódico, pois geram prejuízos financeiros para os órgãos de gestão da SAC, foi constatado através de vistorias no local incidentes de obstrução na adução. O sistema de abastecimento possui 19 anos de operação, esse longo período pode provocar obstruções no reservatório e no conjunto de bombas. O município de Joanópolis não possui periodicidade de avaliação físico-química da qualidade de água na comunidade de São Roque.

Dos riscos aceitáveis foi possível identificar que o município possui períodos de seca em determinadas épocas do ano deixando as comunidades em alerta ao uso de recursos hídricos, conseqüentemente impactando na demanda crescente da água. A falta de mapeamento da comunidade faz com que planos de ações não sejam executados com sucesso, desse modo, deve se conhecer toda a população abastecida, assim como a área territorial das SAC.

#### 4.2.4 Comunidade de São Domingos

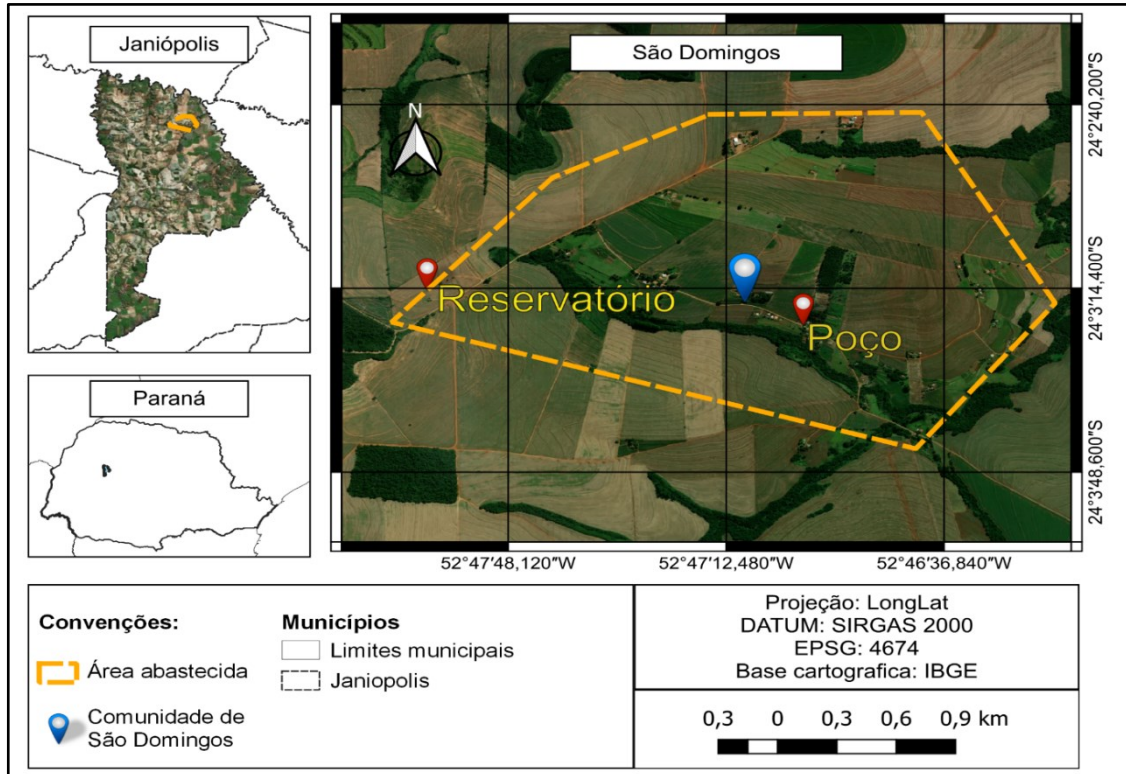
##### 4.2.4.1 Descrição da SAC da comunidade de São Domingos

A comunidade de São Domingos está localizada na região nordeste do município (Figura 24). A área real abastecida pela SAC da comunidade de São Domingos não é conhecida, pois esta não possui mapeamento total da comunidade e dos imóveis atendidos.

Nesta comunidade o sistema de abastecimento compreende as unidades de captação, adução de água bruta, reservatório e distribuição. A captação se dá a partir de um poço artesiano, com profundidade de 95 metros e com vazão de captação de 5.000 L/h. O sistema foi construído a partir de um projeto do governo do estado do

Paraná (Sistema de abastecimento comunitário) no ano de 2006, onde se beneficia de sistema de captação, armazenamento e do sistema de bombas (Figura 25).

**Figura 24 – Localização da comunidade de São Domingos no município de Janiópolis – PR.**



Fonte: Autoria própria (2023).

**Figura 25 – Vista do sistema de captação de água da comunidade de São Domingos**



Fonte: Autoria própria (2023).

A área destinada à construção do poço artesiano está delimitada a partir de cercas de arames galvanizados, localizado entre as residências da comunidade. Foi possível verificar a presença de plantações de milho em torno do ponto de coleta do manancial (Figura 26). O poço de captação da comunidade encontra-se com outorga de uso da água vencida desde o ano de 2011, de acordo com o sistema AGUASPARANA.

**Figura 26 – Vista do entorno do ponto de captação de água da comunidade de São Domingos**



**Fonte: Autoria própria, 2023.**

O sistema utiliza bombas centrífugas, também adquirido no ano de construção do poço. Este encontra-se protegido pela casa de bombas, feita em construção de alvenaria, sem piso impermeável e com cobertura de telha de amianto. O sistema de adução bruta é composto por tubulação de PVC, com diâmetro de 75 mm e comprimento de 2.200,00 metros até o reservatório local. O volume per captó de água consumida na comunidade de São Domingos não foi estabelecido, pois esta não possui mapeamento exato da população abastecida pela SAC.

O reservatório da comunidade de São domingos é caracterizado como torre de água e possui o volume de 15.000 L (Figura 27).

**Figura 27 – Sistema de armazenamento de água da comunidade de São Domingos**

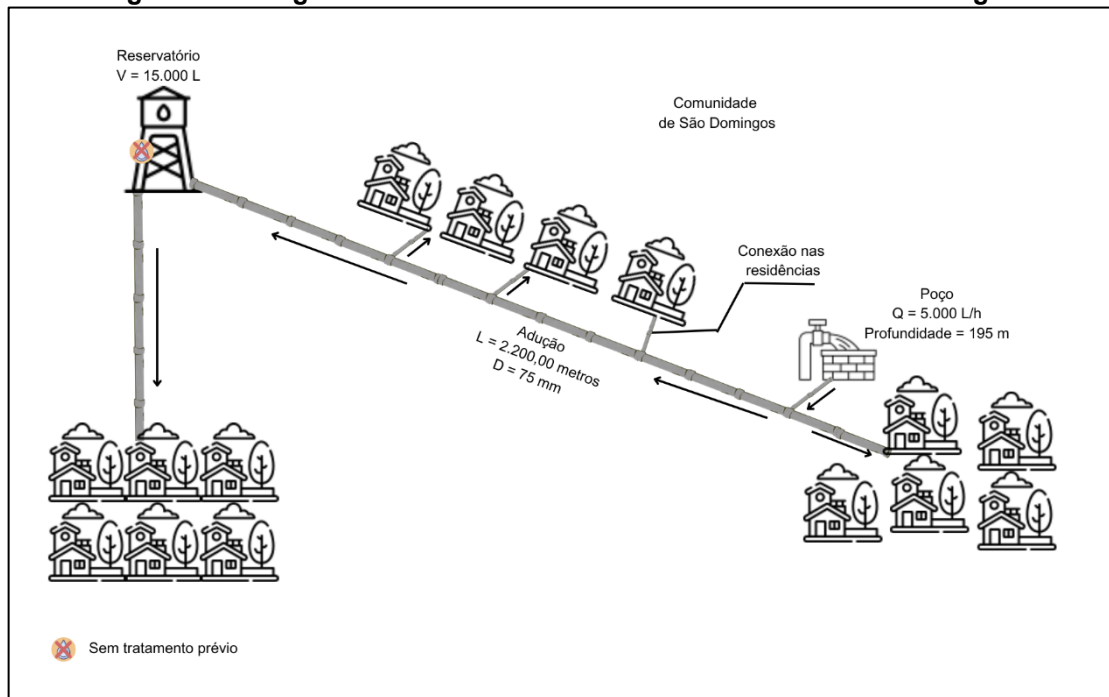


**Fonte: Autoria própria (2023).**

A SAC da comunidade não possui tratamento prévio para controle de microbiológicos e de matéria orgânica em suspensão. A comunidade possui uma associação não registrada na qual fica responsável pelo abastecimento e manutenção do SA, cada residência abastecida contribui financeiramente para reparos no sistema, um morador fica responsável pela tesouraria da associação e dessa forma a comunidades torna-se autossuficientes em qualquer problema que possa vir ocorrer no sistema.

O diagrama de fluxo comunidade de São Domingos é apresentado na Figura 28.

**Figura 28 – Diagrama de fluxo da SAC da comunidade de São Domingos**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Devido o poço se encontrar dentro da área construída da comunidade, os moradores locais se beneficiam com conexões na adutora antes do armazenamento no reservatório local.

O abastecimento da comunidade a partir do reservatório, de acordo com o sistema de dados da prefeitura não se tem registros da quantidade exata da população atendida e das características físicas da adutora (distância e diâmetro).

#### 4.2.4.2 Qualidade da água da comunidade de São Domingos

Os dados fornecidos pela Secretaria de Vigilância Sanitária, acerca do monitoramento da qualidade da água realizado na comunidade de São Domingos, são apresentados no Quadro 12 e na Tabela 4 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas efetuadas durante a realização deste trabalho, os quais foram comparados com a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021.

**Quadro 12 – Histórico do controle de qualidade da água da SAC da comunidade de São Domingos**

Parâmetros			
Ano	Turbidez (NTu)	Coliformes totais	<i>E. coli</i>
2019	0,10	Ausente	Ausente
2020	S/D	S/D	S/D
2021	0,71	Presente	Ausente
2022	S/D	S/D	S/D

Legenda: S/D: Sem dados de coletas no período.

Fonte: Autoria própria (2023).

**Tabela 4 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da SAC da comunidade de São Domingos**

Parâmetro	Poço	Reservatório	Padrões de potabilidade
pH	7,10	6,4	6 a 9
Cor aparente (uH)	2,90	1,3	15
OD (mg/L)	8,3	10,04	N/A
Turbidez (Unt)	0,20	0,14	10
Amônia (mg/L)	1,97	2,32	1,20
Nitrato (mg/L)	0,0	0,0	10,00
Nitrito (mg/L)	2,0	2,0	1,00
Sólidos totais (mg/L)	0,02	0,017	500
Coliformes totais	Sim	Sim	Ausência em 100 ml
<i>E. coli</i>	Não	Não	Ausência em 100 ml

Legenda: N/A: não se aplica.

Fonte: Autoria própria (2023).

Dos parâmetros analisados, a amônia e o nitrito apresentaram valores acima da faixa permitida pela legislação. Concentrações de amônia e nitrito em água subterrânea podem estar ligadas diretamente ao lançamento de efluentes domésticos de maneira inapropriada e ao uso de fertilizantes nitrogenados na área.

O parâmetro microbiológico de coliformes totais também não atendeu aos padrões potáveis para águas destinadas ao consumo humano, indicando a necessidade de tratamento com desinfecção da água. A presença de coliformes na água indica a presença de organismos patogênicos, daí a necessidade imediata de medidas de controle deste risco, para não comprometer a saúde da população.

#### 4.2.4.3 Análise de riscos da SAC da comunidade de São Domingos

A descrição dos eventos perigosos e dos riscos identificados na SAC da comunidade de São Domingos está apresentada no Quadro 13.

**Quadro 13 – Descrição dos eventos perigosos e dos riscos identificados na SAC da comunidade de São Domingos**

<b>Eventos perigosos</b>	<b>Risco</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Severidade</b>	<b>Classificação do risco</b>	<b>Níveis de tolerância</b>
Contaminação do manancial	Químico e microbiológico	5	3	15	Não tolerável
Sistema antigo	Físico	4	3	12	Não aceitável
Avaliação da qualidade de água	Microbiológico e químico	4	3	12	Não aceitável
Mapeamento da comunidade	Físico	4	2	10	Não aceitável
Outorga de recursos hídricos	Físico	3	3	9	Não aceitável
Obstrução do sistema de bombas	Físico e químico	2	2	4	Aceitável
Obstrução do sistema de adução	Físico, químico e microbiológico	2	2	4	Aceitável
Obstrução do sistema de armazenamento	Físico, químico e microbiológico	2	2	4	Aceitável
Perda de carga	Físico	2	2	4	Aceitável
Demanda crescente	Físico	2	1	2	Aceitável
Escassez de água	Físico	2	2	4	Aceitável

**Fonte: Autoria própria (2023).**

Dos riscos não toleráveis, foram identificados na comunidade risco de contaminação química e microbiológica, esses estão associados a eventos de contaminação do manancial por compostos nitrogenados e bactérias termotolerantes do grupo coliformes. Esses riscos necessitam de avaliação, controle e manejo constante, pois de certa forma esses podem pôr em risco a saúde pública da comunidade abastecida por esses mananciais.

As principais origens de nitrato na contaminação residem na produção de resíduos e efluentes industriais e residenciais, atividades agroindustriais, bem como nas atividades agropastoris, incluindo os dejetos animais da avicultura, suinocultura e piscicultura, a contaminação também pode ocorrer devido ao uso inadequado de fossas sépticas e à má operação de aterros sanitários (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2022).

Foram identificados quatro riscos não aceitáveis associados a tempo de operação da SAC; avaliação da qualidade da água; ao mapeamento da comunidade e a falta de outorga de uso da água, esses riscos necessitam de monitoramento periódico, pois geram prejuízos financeiros para os órgãos de gestão da SAC, possíveis incidentes como obstrução em bombas d'água, adução e armazenamento; a avaliação da qualidade de água deve ser feita em períodos definidos, e com monitoramento constante de parâmetros determinados pela Portaria GM/MS Nº 888/2021 do Ministério da Saúde; A falta de mapeamento em um Sistema de abastecimento pode gerar conflitos de interesse, ligações clandestinas, perdas de cargas consideráveis, dificuldade de acesso para manutenções e suportes, esse, foi possível verificar através da falta de informação da área total abastecida na comunidade. A outorga de uso necessita de atualização, de acordo com a Lei estadual de recursos hídricos 12.726/99.

Os riscos aceitáveis necessitam de ações de rotinas, alguns desses riscos não se tem controle absoluto, esses riscos estão associados a fatores externos como eventos climáticos, escassez, demanda crescente da população e fatores internos que não possui muitas ocorrências no ano e não apresentam nocividade a população.

O risco de obstrução no sistema de bombas, reservatório e adução é pouco ocorrente, porém, vistorias e planos de ação devem ser feitos para garantir melhores condições de operação. Assim como para riscos de escassez hídrica, planos de ações devem ser feitos para melhor gestão, pois o município apresenta períodos de seca nos meses de abril a junho, no qual reduz o volume dos mananciais (Paraná, 2023). A perda de carga no sistema não é possível ter total conhecimento devido às ligações no sistema de adução que antecedem o reservatório da comunidade e a falta de mapeamento da área abastecida.

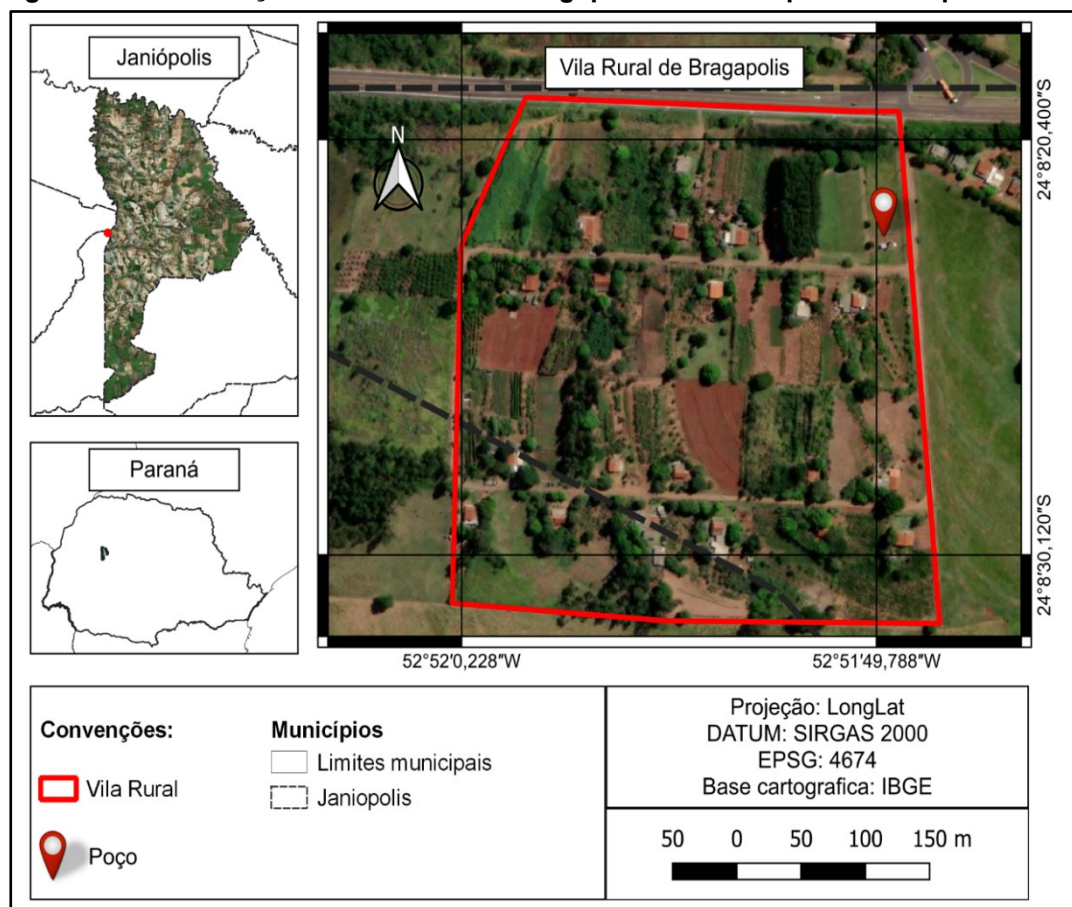


#### 4.2.5 Vila Rural de Bragápolis

##### 4.2.5.1 Descrição da SAC da Vila Rural de Bragápolis

A Vila Rural de Bragápolis está localizada na região oeste do município (Figura 29), fazendo divisa com os municípios de Goioerê, Rancho Alegre D'Oeste e Moreira Sales, e é composta por aproximadamente 60 pessoas.

**Figura 29 – Localização da Vila Rural de Bragápolis no município de Janiópolis – PR**



**Fonte: Autoria própria, 2023.**

Captação, reservatório e distribuição compreendem o sistema de abastecimento da comunidade.

A captação se dá a partir de um poço artesiano com profundidade de 120 metros, vazão de 6000 L/h e com tempo de operação de aproximadamente 23 anos, o poço da comunidade não possui outorga de uso da água. O entorno do poço encontra-se em área de pastagem próximo a fragmentos florestais. Os sistemas de bombas, casa de bombas e reservatório foram construídos a partir de um projeto do

governo do estado do Paraná (Sistema de abastecimento comunitário). A área destinada para construção do poço artesiano está delimitada com cercas de arames galvanizados e com portões e trancas.

O reservatório da comunidade se dá a partir de uma torre de água, com volume de 15.000 L que abastece toda a população, o volume de água per capto na comunidade é de 250 litros por habitante que assim como as demais comunidades, esse volume é destinado a consumo humano, dessedentação de animais, higiene pessoal, limpeza doméstica, jardinagem e cultivo de hortaliças. A Figura 30 mostra o sistema de abastecimento da Vila Rural de Bragápolis abrangendo a captação, reservatório e casa de bombas.

O sistema utiliza bombas centrífugas foi adquirido com o projeto de abastecimento do governo do estado. Este encontra-se protegido pela casa de bombas, feita em construção de alvenaria sem piso impermeável e com cobertura de telha de amianto (Figura 31).

**Figura 30 – Vista do reservatório da Vila Rural de Bragápolis**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

**Figura 31 – Vista da casa de bombas da Vila Rural de Bragápolis**



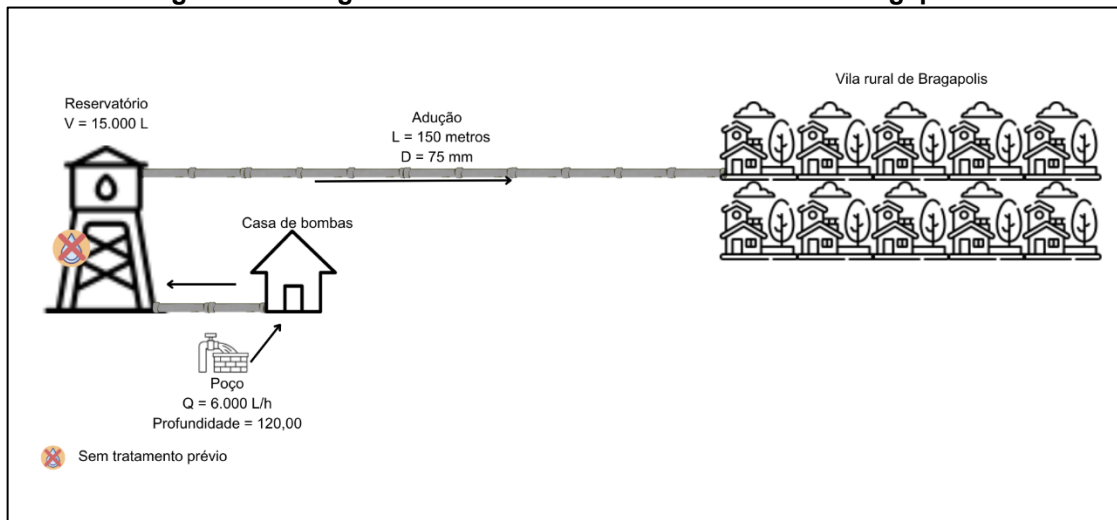
**Fonte: Autoria própria (2023).**

A SAC da Vila Rural não possui adução bruta, pois o reservatório está localizado próximo ao poço, recebendo a água diretamente da captação. O reservatório é caracterizado como torre de água e possui volume de 15.000 L, no qual abastece todos os moradores da Vila, dessa forma é possível evitar perdas de carga na adutora da SAC. A distribuição se dá a partir da adução do reservatório às residências por toda a Vila Rural.

A SAC Vila Rural não possui tratamento da água. A comunidade mantém uma associação informal encarregada do fornecimento e da manutenção do sistema de abastecimento (SA). Cada casa abastecida contribui financeiramente para eventuais reparos no sistema, e um residente é designado como responsável pela tesouraria da associação. Dessa forma, essas comunidades garantem sua autossuficiência para lidar com qualquer problema que possa surgir no sistema.

O diagrama de fluxo da SAC da Vila Rural de Bragápolis está representado na Figura 32.

**Figura 32 – Diagrama de fluxo da SAC da Vila Rural de Bragápolis**



Fonte: Autoria própria (2023).

#### 4.2.5.2 Qualidade da água da Vila Rural de Bragápolis

O Quadro 14 descreve o histórico de análises físico-químicas da Vila Rural de Bragápolis de acordo com a base de dados da Secretaria de Vigilância Sanitária do Município.

**Quadro 14 – Histórico do controle de qualidade da água da SAC da Vila Rural de Bragápolis**

Ano	Parâmetros		
	Turbidez (NTu)	Coliformes totais	<i>E. coli</i>
2020	S/D	S/D	S/D
2021	1,06	Ausência	Ausência
2022	0,68	Ausência	Ausência

Legenda: S/D: Sem dados de coleta no período.

Fonte: Autoria própria (2023).

Com o objetivo de aprofundar a avaliação da qualidade da água, procedemos à coleta de amostras tanto no poço quanto no reservatório (Tabela 5). Essas amostras foram submetidas a análises físico-químicas e microbiológicas, que foram posteriormente comparadas com os padrões estabelecidos na Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, a qual estabelece os critérios e as diretrizes para o controle e monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano.

**Tabela 5 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da Vila Rural de Bragápolis**

Parâmetro	Poço	Reservatório	Padrões de potabilidade
pH	7,3	6,9	6 a 9
Cor aparente (uH)	4,8	2,2	15
OD (mg/L)	9,0	9,01	N/A
Turbidez (Unt)	2,09	0,62	10
Amônia (mg/L)	<u>1,57</u>	<u>1,98</u>	1,20
Nitrato (mg/L)	1,67	2,18	10,00
Nitrito (mg/L)	2,0	1,0	1,00
Sólidos totais (mg/L)	1,243	0,15	500
Coliformes totais	não	não	Ausência em 100 ml
<i>E. coli</i>	não	não	Ausência em 100 ml

**Legenda: N/A: Não se aplica.**

**Fonte: Autoria própria (2023).**

Dessa maneira, foi possível constatar que a maioria dos parâmetros analisados está em conformidade com os requisitos estabelecidos na Portaria GM/MS Nº 888/2021 do Ministério da Saúde. No entanto, é importante destacar que os níveis de amônia e nitrito encontrados excedem os limites permitidos pela legislação. Esses aumentos na concentração de amônia e nitrito na água subterrânea podem estar relacionados à inadequada disposição de efluentes domésticos e ao uso impróprio de fertilizantes nitrogenados na região.

#### 4.2.5.3 Análise de riscos da SAC da Vila Rural de Bragápolis

Por meio de análises de documentos, visitas no local e avaliações da qualidade da água, identificou-se riscos, incluindo perigos e eventos perigosos, no contexto da SAC (Quadro 15).

**Quadro 15 – Descrição dos eventos perigosos e dos riscos identificados na SAC da Vila Rural de Bragápolis**

Evento perigoso	Risco	Ocorrência	Severidade	Classificação do risco	Níveis de tolerância
Contaminação do manancial	Químico e microbiológico	5	3	15	Não tolerável
Sistema antigo	Físico	4	3	12	Não aceitável
Avaliação da qualidade de água	Microbiológico e químico	4	3	12	Não aceitável
Outorga de recursos hídricos	Físico	3	3	9	Não aceitável
Obstrução do sistema de bombas	Físico e químico	2	2	4	Aceitável
Obstrução do sistema de adução	Físico e químico	2	2	4	Aceitável
Obstrução do sistema de armazenamento	Físico, químico e microbiológico	2	2	4	Aceitável
Perda de carga	Físico	2	2	4	Aceitável
Demanda crescente	Físico	2	1	2	Aceitável
Escassez de água	Físico	2	2	4	Aceitável

Fonte: Autoria própria (2023).

Dos riscos não toleráveis encontrados na comunidade foi possível identificar contaminação do manancial devido a valores de amônia e nitrito acima do estabelecido pela Portaria GM/MS 888/2021. Presença de nitratos e amônia na água é a principal forma de nitrogênio associada à contaminação de corpos hídricos por atividades agropecuárias, estes compostos afetam diretamente a saúde bebês de até seis meses em sua corrente sanguínea causando metahemoglobina (Resende, 2002).

Riscos considerados não aceitáveis demandam um monitoramento regular, e sua presença pode acarretar prejuízos financeiros para os órgãos responsáveis pela gestão da SAC. Com base na durabilidade operacional da SAC, é possível que ocorram incidentes potenciais devido ao tempo de operação. A avaliação da qualidade da água foi um segundo evento perigoso identificado na SAC que deve ser conduzida em intervalos definidos, e a monitorização constante dos parâmetros estabelecidos na Portaria GM/MS Nº 888/2021 do Ministério da Saúde facilita a detecção de eventuais fontes de contaminação. A outorga de uso da água é obrigatória de acordo

com Lei estadual de recursos hídricos 12.726/1999, dessa recomenda-se a emissão de outorga para a Vila Rural de Bragápolis de acordo com as diretrizes dos órgãos públicos competentes para que tenha o controle de qualidade e de uso dos corpos hídricos explorados.

Riscos aceitáveis exigem a implementação de ações rotineiras, sendo que alguns desses riscos estão fora do nosso controle absoluto. Eventos perigosos como obstruções em bombas d'água, adução e sistemas de armazenamento, necessitam de ações de controle que coordene as manutenções necessárias.

De acordo com o Instituto de Águas do Paraná, que disponibiliza o Sistema de Informações Hidrológicas (SIH), o município de Janiópolis enfrenta períodos de seca em determinadas épocas do ano, como de abril a junho, o que resulta na redução da vazão e do volume de armazenamento do manancial. Isso pode levar a déficits no abastecimento para a comunidade, mas é importante desenvolver planos de ação para uma gestão mais eficiente desses recursos (Paraná, 2023).

### **4.3 Medidas de controle**

Após o levantamento dos riscos e eventos perigosos dentro dos sistemas de abastecimento serão classificados em função de sua tolerância, medidas de controle devem ser tomadas para que esses sejam controlados e/ou impedidos de acontecer, o período e datas limites para a implementação dessas medidas de controle deverão ser estabelecidas pela administração pública do município de Joanópolis.

Desta forma, as seções abaixo apresentam as medidas de controle para as três categorias de tolerância definidas neste trabalho.

#### **4.3.1 Medidas de controle para riscos não toleráveis**

Os riscos não toleráveis identificados estão ligados diretamente à qualidade da água dos mananciais explorados, onde a maioria das comunidades estudadas apresentaram valores significativos de compostos nitrogenados (nitrito, nitrato e amônia), presença de bactérias do grupo coliformes e iridescência, provocada pela alteração da cor derivada da presença de óleos e substâncias orgânicas, no qual medidas de controle devem ser tomadas para garantir a segurança da população. As medidas de controles para os riscos não toleráveis estão descritas no Quadro 16.

**Quadro 16 – Medidas de controle para riscos não toleráveis no município de Janiópolis**

<b>Etapa do Sistema</b>	<b>Evento perigoso (Por quê?)</b>	<b>Onde</b>	<b>Medida de controle (O que?)</b>	<b>Limite crítico</b>	<b>Quando?</b>	<b>Quem?</b>
Manancial	Contaminação do manancial	Todas as comunidades	- Firmar acordo com os usuários para não permitir uso de substâncias perigosas próximo a captação; - Instalação de sistema de desinfecção (clorador)			
Sistema de Bombas	Vazamento no sistema de bombas	Comunidade de Bragápolis	- Realizar prevenção e fiscalização; garantir medidas de proteção ou tecnologias que assegurem a qualidade da água; - Realizar manutenção preventiva, inspeções regulares e manter equipamentos reservas.	Portaria GM/MS Nº 888/2021	A definir pela administração pública	- Secretaria de Meio Ambiente e Vigilância Sanitária
Reservatório	Contaminação no Reservatório	Comunidade de São Roque	- Realizar prevenção e fiscalização; garantir medidas de proteção ou tecnologias que assegurem a qualidade da água; - Instalação de sistema de desinfecção (clorador).			
Adutora	Perda de carga	Todas as comunidades	- Realizar manutenção preventiva, inspeções regulares e manter equipamentos reservas.	Comprometer a vazão de consumo		

**Fonte: Autoria própria (2023).**



#### 4.3.2 Medidas de controle para riscos não aceitáveis

Os riscos não aceitáveis estão ligados diretamente a qualidade e manutenção dos sistemas, sendo esses: obstrução nas bombas, no reservatório, na adutora, tempo de operação da SAC, avaliação da qualidade da água e mapeamento da área. Foi possível verificar que o município de Janiópolis possui SAC com mais de 20 anos de operação, todo esse tempo de uso pode causar obstruções nos mais diversos segmentos, dessa forma, as manutenções e/ou avaliações preventivas devem ser realizadas periodicamente, com períodos pré-definidos e por profissionais capacitados que possam determinar as medidas a serem tomadas (Quadro 17), assim como a substituição de componentes danificados caso haja necessidade.

Quadro 17 – Medidas de controle para riscos não aceitáveis no município de Janiópolis

continua...

Etapa do Sistema	Evento perigoso (Por quê?)	Onde	Medida de controle (O que?)	Limite crítico	Quando?	Quem?
Sistema de bombas	Obstrução do sistema de bombas	Todas as comunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar manutenção preventiva, inspeções regulares e manter equipamentos reservas;</li> <li>- Estabelecer medidas de alerta e emergência;</li> <li>- Inspeções regulares e manter equipamentos reservas.</li> </ul>	Comprometer o abastecimento de água	A definir pela administração pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prefeitura Municipal;</li> <li>- Secretaria de Vigilância Sanitária;</li> <li>- Secretaria de Meio Ambiente;</li> <li>- Secretaria de infraestrutura.</li> </ul>
Sistema de adução	Obstrução do sistema de adução			Comprometer o abastecimento de água		
Sistema de armazenamento	Obstrução do sistema de armazenamento			Comprometer o abastecimento de água		
Todo o SA	Sistema de abastecimento antigo		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar manutenção preventiva, inspeções regulares e manter equipamentos reservas.</li> <li>- Substituição de equipamentos quando necessário;</li> <li>- Inspeções regulares e manter equipamentos reservas.</li> </ul>	Comprometer o abastecimento de água		

Quadro 17 – Medidas de controle para riscos não aceitáveis no município de Janiópolis

continuação...

Etapa do Sistema	Evento perigoso (Por quê?)	Onde	Medida de controle (O que?)	Limite crítico	Quando?	Quem?
Todo o SA	Mapeamento da comunidade	Todas as comunidades	- Fazer o levantamento da população abastecida pelo SAC; residências abastecidas e área territorial de todo o SAC.	Comprometer o abastecimento de água	A definir pela administração pública	Secretaria de Vigilância Sanitária
	Avaliação da qualidade de água		- Realizar manutenção preventiva, inspeções regulares e manter equipamentos reservas; - Realizar análises de mais parâmetros exigidos pela Portaria GM/MS Nº 888/2021	Portaria GM/MS Nº 888/2021		Secretaria de Vigilância Sanitária
Captação	Falta de isolamento da área (cercas danificadas e com acesso de animais)		- Melhorar ou providenciar cercamento do local; - Realizar educação comunitária; promover limpeza e proteção adequada da área	Comprometer o abastecimento de água		- Prefeitura Municipal; - Secretaria de Vigilância Sanitária;
Todo o SA	Organização documental		- Implementar metodologia de procedimentos operacionais padrão (POP) em todas as operações unitárias dos SAC; - Implementar sistemas de arquivos de documentação das comunidades;	Comprometer a logística de ações de rotina		- Secretaria de Meio Ambiente; Secretaria de infraestrutura.

**Quadro 17 – Medidas de controle para riscos não aceitáveis no município de Janiópolis**

conclusão.

<b>Etapa do Sistema</b>	<b>Evento perigoso (Por quê?)</b>	<b>Onde</b>	<b>Medida de controle (O que?)</b>	<b>Limite crítico</b>	<b>Quando?</b>	<b>Quem?</b>
Requerimento de outorga de poço artesiano	Controle dos usos da água	Takao, Caracol, São Domingos e Vila Rural de Bragápolis.	- Emitir o certificado de outorga de recursos hídricos: Para poços rasos e tubulares	Lei estadual 12.726/1999	A definir pela administração pública	- Secretaria de Meio Ambiente
Requerimento de outorga de águas superficiais (nascentes)	Controle dos usos da água	Bragápolis	- Emitir o certificado de outorga de recursos hídricos: Para águas superficiais (nascentes)	Lei estadual 12.726/1999	A definir pela administração pública	- Secretaria de Meio Ambiente

Fonte: Autoria própria (2023).

Assim como as avaliações das operações unitárias da SAC, a avaliação físico-química e microbiológica da qualidade de água das comunidades também deverá ser realizada. Tais análises têm papel fundamental na proteção da saúde humana, elas são essenciais para avaliar a segurança e a adequação da água para consumo humano, assim como cumprir regulamentações legais. As análises devem ser feitas periodicamente, sugere-se a montagem de uma rota de coleta para otimizar as atividades e para que todos as SAC sejam atendidos, ficando sob responsabilidade da Secretaria de Vigilância Sanitária esse monitoramento.

Recomenda-se também a realização de análises adicionais dos parâmetros estipulados na Portaria GM/MS Nº 888/2021 do Ministério da Saúde, conforme apresentados neste estudo. Para isso, é importante encaminhar amostras aos laboratórios credenciados que possuam a capacidade de realizar tais análises.

O mapeamento de toda a área atendida por uma SAC é fundamental para que se tenha total conhecimento da população abastecida (número de imóveis/pessoas), distância de adutoras e problemas diversos. Recomenda-se o mapeamento de toda área das comunidades, em especial da comunidade de São Domingos, Takao e Caracol, uma vez que essas não se têm conhecimento exato de todos os imóveis/população abastecidos.

A organização documental é essencial para garantir a efetividade do gerenciamento de uma SAC, e pode facilitar o trabalho dos gestores, no que tange o acesso as informações. Recomenda-se a elaboração de um procedimento operacional padrão (POP) de controle de documentos e registros, para assegurar a organização das informações.

Outro risco encontrado nas comunidades de Bragápolis, Takao, Caracol, São Marcos, São Domingos e Vila Rural de Bragápolis é a falta de outorga de recursos hídricos ou presença de outorga vencida, de acordo com o Instituto Água e Terra (2023) a outorga de recursos hídricos é uma ferramenta que tem por finalidade assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água. Dessa forma recomenda-se regulamentação perante os órgãos públicos competentes.

#### 4.3.3 Medidas de controle para riscos aceitáveis

Os riscos aceitáveis estão ligados a fatores externos, como o crescimento da população, escassez de água e eventos climáticos extremos, sabe-se que não é possível ter total controle em situações desse caso, porém medidas de prevenção devem ser tomadas, podendo ser elaborado planos de ação direcionados ao consumo e armazenamento (Quadro 18).

Quadro 18 – Medidas de controle para riscos aceitáveis no município de Janiópolis

Etapa do Sistema	Evento perigoso (Por quê?)	Onde	Medida de controle (O que?)	Limite crítico	Quando?	Quem?
Distribuição	Aumento na demanda de água	Todas as comunidades	- Realizar planos de ação direcionados ao consumo da água; - Planos de aquisição de reservatórios extra.	Comprometer o abastecimento de água	A definir pela administração pública	- Prefeitura Municipal; - Secretaria de Vigilância Sanitária; - Secretaria de Meio Ambiente; Secretaria de infraestrutura.
Todo o SA	Escassez de água	Todo o Município	- Estabelecer medidas de alerta e prevenção; - Racionamento de água em períodos de seca; - Priorizar atividades essenciais dentro das comunidades - Planos de aquisição de reservatórios extra			
Adutora	Rateio no sistema	Todas as comunidades	- Realizar educação comunitária, medidas de prevenção e fiscalização;			

Fonte: Autoria própria (2023).

## 5 CONCLUSÃO

De forma geral, foi possível verificar e concluir que os mananciais explorados nas comunidades rurais do município de Janiópolis apresentam vulnerabilidade quanto a questões de segurança hídrica, relacionados a contaminação no manancial e reservatório; obstruções nos sistemas de bombas, adutora e captação; proteção do entorno dos pontos de captação e outros. Certos parâmetros analisados como presença de coliformes e valores de compostos nitrogenados (amônia e nitrito) não estão de acordo com a Portaria GM/MS N°888/21 do Ministério da Saúde.

Dos cinco sistemas de abastecimento coletivo analisados, dois deles apresentaram maior vulnerabilidade, como as Comunidades de da de São Marcos, Estrada do Takao e Estrada do Caracol, e a Comunidade de São Roque, essas apresentam diversos fatores que necessitam urgentemente de planos de ações dentro das SAC, pois diversos fatores de riscos foram identificados e esses podem gravemente pôr em risco a saúde pública dos municípios abastecidos por essas SAC.

No tocante, com base nas informações apresentadas, pode-se dizer que a segurança hídrica do Município de Janiópolis necessita de mais atenção, com ações mitigadoras de atividades potencialmente poluidoras nas fontes de contaminação de manancial das comunidades rurais em geral, pois a falta de segurança da água e a falta de investimentos em saneamento básico e na saúde, pode ocasionar um aumento significativo no número de casos de doenças de veiculação hídrica.



## REFERÊNCIAS

- APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington: American Public Health Association, 2012.
- BRASIL. Senado Federal. **Art. 225 da Constituição Federal, de 1988**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal. 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 25 out. 2022.
- BRASIL. Secretaria do Governo. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Secretaria Especial de Articulação Social. Brasília, DF. 2022. Disponível em: <https://odsBrasil.gov.br/objetivo6/indicador632>. Acesso em: 24 out. 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Plano de segurança da água: garantindo a qualidade e promovendo a saúde: um olhar do SUS**. Ministério da Saúde. Brasília, DF. 2012. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano\\_seguranca\\_agua\\_qualidade\\_sus.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_seguranca_agua_qualidade_sus.pdf). Acesso em: 24 out. 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde. Brasília, DF. 2006. 212 p.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Matriz de Riscos - Gestão de Integridade, Riscos e Controles Internos da Gestão**. Brasília, DF. Ministério do Planejamento, 07 jun. 2017. Disponível em: [https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/777/438/1/170609\\_Manual%20de%20GIRC\\_v1.2.pdf](https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/777/438/1/170609_Manual%20de%20GIRC_v1.2.pdf). Acesso em: 24 out. 2022.
- BRASIL. **Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. 1997. Brasília, DF: Presidência da República. [1997]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm). Acesso em: 24 out. 2022.
- BRASIL. **Portaria GM/MS no 888, de 4 de maio de 2021**. Dispões sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2021. Brasília, DF: Ministério da Saúde [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 24 out. 2022.
- BRASIL. **Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**: Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011. Brasília, DF: Ministério da Saúde [2011]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/portaria-no-2-914-de-12-de-dezembro-de-2011.pdf/view>. Acesso em 24 out. 2022.
- BRASIL. **Resolução Conama Nº 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. 2005. Brasília, DF: CONAMA [2005]. Disponível em: [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO\\_CONAMA\\_n\\_357.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf). Acesso em: 24 out. 2022.

BRASIL. **Resolução Conama Nº 430 de 13 de maio de 2011**: Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357/2005. 2011. Brasília, DF: CONAMA [2011]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>. Acesso em: 24 out. 2022.

CAJAZEIRAS C. C. A. **Qualidade e uso das águas subterrâneas e a relação com doenças de veiculação hídrica, região de Crajubar/ce**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007.

CERQUEIRA, P. A. L. **Estruturação inicial e elaboração de documentação base do Plano de Segurança da Água da CMCB**. 2015. Dissertação (Mestrado integrado em Engenharia Biológica) - Universidade do Minho. Braga - Portugal. 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Divisão de Toxicologia Humana e Saúde Ambiental. **Nitrato e Nitrito**. São Paulo: CETESB, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2022/12/Nitrato-e-Nitrito.pdf>. Acesso em 14 set 2023.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2009.

ECKHARDT, R. R.; DIEDRICH, V. L.; FERREIRA, E. R.; STROHSCHOEN, E.; DEMAMAN, L. C. Mapeamento e avaliação da potabilidade da água subterrânea do município de Lajeado, RS, Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**. Taubaté, v. 4, n. 1, p. 58-80, 2009. (doi:10.4136/ambi-agua.74).

FIGUEIREDO, L. M. M. **O papel do plano nacional de segurança hídrica: a universalização do acesso à água no país, principalmente no Nordeste e Ceará**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Públicas). Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2020.

FOSTER, S.; HIRATA, R. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas**: um método baseado em dados existentes. Instituto Geológico, 1993, p. 92. São Paulo. 1993.

FREDO FILHO, V. J. **Qualidade das águas subterrâneas rasas do aquífero Barreiras**: estudo de caso em Benevides - PR. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós graduação em Recursos Hídricos, Instituto de Geociências - Universidade Federal do Pará. Belém. 2018.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília. 2007.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Água potável segundo a OMS**. 2022. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/omsambiental/>. Acesso em 14 set 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: Janiópolis - PR**. Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/janiopolis.html>. Acesso em: 16 mar 2023.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. Janiópolis (PR) - Abastecimento de água. 2020. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/pr/janiopolis>. Acesso em 16 mar 2023.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. Outorga de recursos hídricos. **Características das autorizações de uso de recursos hídricos**. Paraná. 2023. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Outorga-de-Recursos-Hidricos>. Acesso em 27 set 2023.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. Mapas e Dados Espaciais. **Unidades aquíferas do paraná. Paraná**. 2023. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapas-e-Dados-Espaciais>. Acesso em 22 set 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Plano de segurança da água**. Brasília, 2022. Disponível em: [https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/plano\\_seguranca\\_agua\\_qualidade\\_sus.pdf](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/plano_seguranca_agua_qualidade_sus.pdf). Acesso em: 14 set 2022.

MEYER S. T. **O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 1994. V. 1, p. 99-110. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/pQy9fHxmbtW7Jx7BkxNjttp/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 16 jun 2023.

PARANÁ. **Lei 12.726 de 26 de novembro de 1999**. institui a Política estadual de recursos hídricos e adota outras providências. Curitiba: Palácio do Governo, [1999]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=241036>. Acesso em 24 out 2022.

PARANÁ. Instituto de Águas do Paraná. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Sistema de informações hidrológicas: alturas mensais de precipitação**. Alturas mensais de precipitação. 2023. Disponível em: <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioDiasChuva.do?action=carregarInterfacelInicial>. Acesso em: 21 jun. 2023.

RESENDE, A. V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p 29. ISSN 1517-5111; n. 57.

SOUSA JÚNIOR, S. F.; BARACHO, R. O.; BEZERRA, N. R.; SCALIZE, P. Sérgio. **Plano de Segurança da Água (PSA) e Plano de Segurança de Esgotamento Sanitário (PSE)**. In: Curso de especialização de saneamento e saúde ambiental:

saneamento básico rural. [Ebook] / Organizadores Paulo Sérgio Scalize, Nolan Ribeiro Bezerra. Goiânia: CEGRAF UFG, 2020.

UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND. **Drinking water**. 2021. Disponível em: <https://data.unicef.org/topic/water-and-sanitation/drinking-water/>. Acesso em: 24 out. 2022.

VIEIRA, J.M.P.; MORAIS, C. **Manual para a elaboração de planos de segurança da água para consumo humano**. Minho: Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Universidade do Minho: 2005. 175p. (Série Guias Técnicos, 7). Nd edition. Volume 1.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**: fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva: World Health Organization; 2022.

## **APÊNDICE I – Roteiro de coleta de dados**

## ROTEIRO DE COLETA DE DADOS

---

### 1. Identificação

Município: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Representante (órgão público): \_\_\_\_\_

### 2. Caracterização do sistema de abastecimento (SA):

- Porcentagem da população abastecida: \_\_\_\_\_ %
- No SA possui sistemas de SAC? Sim ( ) Não ( ) Quantos? \_\_\_\_\_
- No SA possui sistemas de SAI? Sim ( ) Não ( ) Quantos? \_\_\_\_\_
- Possui outorga de uso da água? Sim ( ) Não ( )
- Qual o tipo de manancial explorado? Superficial ( ); Subterrâneo ( )

Se subterrâneo:

Qual aquífero é explorado? \_\_\_\_\_

Qual tipo de poço utilizado? \_\_\_\_\_

Qual a vazão? \_\_\_\_\_ Profundidade? \_\_\_\_\_

Características da construção do poço (Concreto, alvenaria, tubular...)

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Tempo de uso do sistema? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- Como é feita a captação no manancial? \_\_\_\_\_
- Qual o tipo de sistema de bombas? \_\_\_\_\_
- Descrição do sistema de adução: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- Há tratamento de água no sistema de abastecimento? Sim ( ) Não ( )

Se sim:

Como é feito o tratamento? \_\_\_\_\_

O que é utilizado no tratamento? \_\_\_\_\_

Quem é responsável? \_\_\_\_\_

- Há análises periódicas da qualidade da água? Sim ( ) Não ( )

Se sim:

Quais são os tipos de análises? \_\_\_\_\_

Quem faz as análises? \_\_\_\_\_

- Qual órgão é responsável pela manutenção do SAA? (Captação, adução, reservatório, tratamento...) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Qual o sistema de reservatório? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Volume do reservatório: \_\_\_\_\_

### 3. Diagrama de fluxo do SAA

- O município possui croqui do sistema de abastecimento? Sim ( ) Não ( )
- Dados necessários para elaboração do diagrama:

Volume do manancial: \_\_\_\_\_

Vazão de captação no manancial: \_\_\_\_\_

Adutora bruta: comprimento \_\_\_\_\_; diâmetro \_\_\_\_\_; vazão \_\_\_\_\_

Vazão que chega na ETA: \_\_\_\_\_; vazão que sai da ETA \_\_\_\_\_

Adutora tratada/reservatório:

comprimento \_\_\_\_\_; diâmetro \_\_\_\_\_vazão \_\_\_\_\_

Adutora reservatório/consumidor final:

comprimento \_\_\_\_\_; diâmetro \_\_\_\_\_; vazão \_\_\_\_\_

Observações:

---



---



---



---