



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS REITOR JOÃO DAVID FERREIRA LIMA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Maria Eduarda Gonçalves

**Boas Práticas como Instrumento na Implementação do Monitoramento Preventivo da  
Qualidade da água Bruta em Sistemas de Abastecimento de Água**

Florianópolis

2024

Maria Eduarda Gonçalves

**Boas Práticas como Instrumento na Implementação do Monitoramento Preventivo da  
Qualidade da água Bruta em Sistemas de Abastecimento de Água**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Sanitária e Ambiental do Campus Reitor João David Ferreira Lima, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof. Ramon Lucas Dalsasso, Dr.

Florianópolis

2024

Gonçalves, Maria Eduarda

Boas Práticas como Instrumento na Implementação do Monitoramento Preventivo da Qualidade da água Bruta em Sistemas de Abastecimento de Água / Maria Eduarda Gonçalves ; orientador, Ramon Lucas Dalsasso, 2024.

100 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Monitoramento Preventivo da Água Bruta. 3. Plano de Segurança da Água. 4. Boas práticas para a implementação do Monitoramento Preventivo. 5. Água para Consumo Humano. I. Dalsasso, Ramon Lucas. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. III. Título.

Maria Eduarda Gonçalves

**Boas Práticas como Instrumento na Implementação do Monitoramento Preventivo da Qualidade da água Bruta em Sistemas de Abastecimento de Água**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Florianópolis, 11 de dezembro de 2024.

---

Prof. Dr. Bruno Segalla Pizzolatti  
Coordenador do Curso

**Banca examinadora**

---

Prof. Ramon Lucas Dalsasso, Dr.  
Orientador

Renata Iza Mondardo, Dra.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Fernando Hymnô de Souza, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2024.

Aos meus pais, Lorena e João e ao meu irmão, João Pedro, com todo meu amor.

## AGRADECIMENTOS

Ao finalizar este Trabalho de Conclusão de Curso agradeço, primeiramente à Deus, pela vida e por não me permitir perder a fé na capacidade das pessoas de melhorarem o ambiente em que vivem. Acredito na mudança para que Saneamento e Saúde sejam prioridades e que o acesso à água potável segura seja realidade para todas as pessoas.

Agradeço aos meus pais, Lorena e João, que são para mim sinônimos de amor, cuidado e dedicação. Obrigada por se dedicarem tanto a mim e meu irmão, João Pedro, e por estarem ao meu lado durante todo o processo desse ciclo de 5 anos, que agora se encerra, e foi tão importante em minha vida. Sem vocês, nada disso teria sido possível.

Obrigada também ao meu irmão que, como irmão mais velho, sempre foi meu exemplo de humildade, honestidade e força. Com essas qualidades, ele se tornou um profissional incrível e uma pessoa que me orgulho e me inspiro.

Agradeço, em especial, ao meu orientador, professor Ramon, por seu entusiasmo desde a nossa primeira conversa até a conclusão deste trabalho. Obrigada por ser tão solícito e pela orientação cuidadosa em todos os processos.

Sou grata a todos os professores que despertaram em mim a curiosidade e incentivaram o meu desejo em aprender desde o ensino fundamental, até chegar aqui. No ensino médio, tive a oportunidade de estudar no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e me formar no Curso Técnico em Saneamento. Foi durante o curso técnico que me apaixonei por essa área tão essencial e linda, escolhendo a Engenharia Sanitária e Ambiental como minha profissão. Obrigada aos professores do técnico e da graduação, que tanto contribuíram para a minha formação.

Agradeço aos colegas de trabalho que conheci ao longo da minha jornada, em especial à equipe do Projeto PSA/SC. A experiência da equipe ampliou o meu conhecimento na área de abastecimento de água e me inspirou na escolha do tema deste trabalho de conclusão de curso. Obrigada aos professores Maurício e Bruno, ao Fernando, à Renata e Julianna, pela oportunidade de trabalhar com vocês nos últimos dois anos e meio. Vocês são pessoas incríveis, que se tornaram grandes amigos. Agradeço também à Julianna pela ajuda cuidadosa na elaboração do mapa que compõe este trabalho.

Por fim, obrigada às amigas Amanda e Marina, que proporcionaram momentos de leveza e alegria. Aos amigos Amanda, Débora, Emily, Maria Eduarda, Larissa, Ramon e Christian, pelas trocas sobre a graduação e sobre a vida e às amigas Julia e Bruna, obrigada pelo incentivo e pela amizade de todos vocês.

[Chegou o momento de gerenciarmos de forma eficaz o bombeamento, o armazenamento, a produção, o uso, a conservação e a proteção da água. Garantir a todos os seres humanos o acesso à água potável, um direito fundamental para a vida, é uma questão de cidadania.

(Petrella, 2004, p.150)]

## RESUMO

A água potável é um direito humano fundamental, reconhecido universalmente pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2010. Esse reconhecimento exigiu investimentos e instrumentos para assegurar o acesso seguro e eficiente. Os Planos de Segurança da Água (PSAs), aliados ao monitoramento preventivo, são importantes instrumentos para incentivar boas práticas para a segurança da água desde a captação até o consumo. Dessa forma, este trabalho objetivou a criação de um guia de boas práticas, com foco na qualidade da água bruta, a serem implementadas em conjunto com o monitoramento preventivo em Sistemas de Abastecimento de Água (SAAs). A metodologia foi baseada na experiência adquirida no Projeto PSA/SC. Também foram consultadas bases de dados do IBGE (2022), do SINISA (2022) e da ANA (2021) na caracterização do abastecimento de água em Santa Catarina, que mostrou bons indicadores em relação aos nacionais. Em 60% do estado o sistema produtor de água é satisfatório pela classificação da ANA, a partir dos indicadores de vulnerabilidade do manancial e do sistema produtor, sendo que 49,15% da captação é superficial. No maior número de municípios (173), o manancial de captação é o rio e, em muitos deles, são utilizadas mais de uma fonte de água para o abastecimento. A CASAN fornece água potável na maioria do estado (65,42%). Apenas 32 municípios têm mais de 50 mil habitantes e 68,46% do total catarinense possui maior despesa com o m<sup>3</sup> de serviço em relação à tarifa praticada. Além disso, a Portaria 888/21 e o Decreto 1846/18 revelaram que o monitoramento da qualidade da água bruta é limitado, o que dificulta a implementação do monitoramento preventivo. A identificação de boas práticas, a serem implementadas juntamente ao monitoramento preventivo, incluiu a bacia de captação, o manancial e a captação superficial e subterrânea como unidades de planejamento dos SAAs. Na bacia de captação, foi destacado o monitoramento das potenciais fontes de poluição. No manancial, o monitoramento da qualidade e do nível da água. Por fim, nas captações, mostraram-se boas práticas relacionadas ao monitoramento da qualidade da água captada e das estruturas e equipamentos de captação.

**Palavras-chave:** Sistema de Abastecimento de Água, Plano de Segurança da Água, Monitoramento Preventivo, Qualidade da Água Bruta.

## ABSTRACT

Drinking water is a fundamental human right, universally recognized by the United Nations (UN) in 2010. This recognition required investments and tools to ensure safe and efficient access. Water Safety Plans, combined with preventive monitoring, are important instruments for promoting good practices to ensure water safety from collection to consumption. Thus, this study aimed to create a guide of good practices focused on raw water quality to be implemented alongside preventive monitoring in Water Supply Systems. The methodology was based on the experience gained from the project for developing Water Safety Plans for 17 municipalities in Santa Catarina. Databases from IBGE (2022), SINISA (2022), and ANA (2021) were also consulted to characterize water supply in Santa Catarina, which showed good indicators compared to national data. Sixty percent of the state has a satisfactory water production system, according to ANA's classification based on the indicators of vulnerability of the water source and the production system, with 49.15% of water abstraction being surface water. In most municipalities (173), the water source is a river, and many of them have more than one water source for supply. CASAN provides potable water to most of the state (65.42%). Only 32 municipalities have more than 50,000 inhabitants, and 68.46% of the municipalities in Santa Catarina report higher costs per cubic meter of service compared to the applied tariff. Moreover, Ordinance 888/21 and Decree 1846/18 revealed that raw water quality monitoring is limited, making the implementation of preventive monitoring more challenging. The identification of good practices to be implemented alongside preventive monitoring included the catchment basin, the water source, and surface and groundwater abstraction as planning units for the water supply systems. In the catchment basin, the monitoring of potential pollution sources was emphasized. For the water source, the monitoring of water quality and levels was highlighted. Finally, in the abstraction systems, good practices were identified related to monitoring the quality of the abstracted water and the structures and equipment used for abstraction.

**Keywords:** Water Supply System, Water Safety Plan, Preventive Monitoring, Raw Water Quality.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Fluxograma dos acontecimentos relacionados ao PSA.....	22
Figura 2 - Esquema da bacia hidrográfica.....	24
Figura 3 - Esquema da metodologia.....	33
Figura 4 - Índice de abastecimento e consumo de água brasileiro.....	38
Figura 5 - Índice de macromedição e hidromedidação de água brasileiro.....	38
Figura 6 - Naturezas jurídicas dos PSAAS.....	39
Figura 7 - Relação entre receita e despesa dos PSAAs.....	40
Figura 8 - Classificação do sistema produtor de água em Santa Catarina.....	41
Figura 9 - Eficiência da produção de água em Santa Catarina.....	42
Figura 10 - Tipos de captação de água em Santa Catarina.....	43
Figura 11 - Tipos de mananciais de captação de água em Santa Catarina.....	44
Figura 12 - Calendário agrícola a ser confeccionado pelo PSAA.....	50
Figura 13 - Mapa a ser confeccionado pelo PSAA.....	52

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Frequência de monitoramento dos parâmetros da água bruta (888/21).....	19
Quadro 2 - Competências e responsabilidades do PSAA (888/21).....	45
Quadro 3 - Competências e responsabilidades do PSAA (1846/18).....	45
Quadro 4 - Exemplo de abordagem da boa prática no guia.....	57

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Indicadores operacionais de água.....	37
--	----

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AESBE</b>	Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento
<b>ANA</b>	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
<b>ANTT</b>	Agência Nacional de Transportes Terrestres
<b>APP</b>	Área de Preservação Permanente
<b>APPCC</b>	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
<b>CASAN</b>	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
<b>ETA</b>	Estação de Tratamento de Água
<b>Funasa</b>	Fundação Nacional de Saúde
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>MS</b>	Ministério da Saúde
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>PA</b>	Ponto de Atenção
<b>PC</b>	Ponto de Controle
<b>PCA</b>	Ponto Crítico de Atenção
<b>PCC</b>	Ponto Crítico de Controle
<b>PSA</b>	Plano de Segurança da Água
<b>PSAA</b>	Prestador de Serviços de Abastecimento de Água
<b>SAA</b>	Sistema de Abastecimento de Água
<b>SANEPAR</b>	Companhia de Saneamento do Paraná
<b>SC</b>	Santa Catarina
<b>Sisagua</b>	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água
<b>SINISA</b>	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
<b>TRPP</b>	Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos
<b>UFSC</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>VMP</b>	Valor Máximo Permitido
<b>Vigiagua</b>	Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>17</b>
2.1 ÁGUA COMO DIREITO HUMANO UNIVERSAL E INVESTIMENTOS	17
2.2 ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO CONFORME AS LEGISLAÇÕES	18
2.3 PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA (PSA)	20
2.4 ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (APPCC)	23
2.5 BACIA DE CAPTAÇÃO COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO	24
2.6 MANANCIAL SUPERFICIAL COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO	26
2.7 CAPTAÇÃO SUPERFICIAL COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO	28
2.8 CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO	29
2.9 MONITORAMENTO PREVENTIVO	31
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>32</b>
3.1 ETAPA 1 - CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM SC	33
3.2 ETAPA 2 - AVALIAÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DO MONITORAMENTO	35
3.3 ETAPA 3 - IDENTIFICAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS	36
3.4 ETAPA 4 - ELABORAÇÃO DO GUIA DE BOAS PRÁTICAS	36
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>37</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO EM SANTA CATARINA	37
4.2 AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO MONITORAMENTO	44
4.3 BOAS PRÁTICAS IDENTIFICADAS	47
4.3.1 Monitoramento das Placas de Sinalização de Mananciais	47
4.3.2 Monitoramento das Áreas de Nascentes e Marginais ao Manancial	48
4.3.3 Monitoramento do Surgimento/Expansão de Áreas de Ocupação	49
4.3.4 Monitoramento da Área de Influência dos Poços	52
4.3.5 Monitoramento da Quantidade de Água Disponível no Manancial	53
4.3.6 Monitoramento da Qualidade e Cumprimento do Plano de Monitoramento	53
4.3.7 Monitoramento da Captação Superficial e da Qualidade da Água Bruta	54
4.3.8 Monitoramento dos Poços	55
4.4 GUIA DE BOAS PRÁTICAS	56
<b>5 CONCLUSÕES</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE A - INFORMAÇÕES DO ABASTECIMENTO EM SC</b>	<b>70</b>
<b>APÊNDICE B – GUIA DE BOAS PRÁTICAS</b>	<b>87</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um direito humano universal visto que, em 2010, a Organização das Nações Unidas (ONU) reconheceu o direito à água segura como crucial à vida. Para garantir eficiência e segurança no acesso à água, a legislação brasileira estabelece padrões de potabilidade para o consumo humano, como os definidos pela Portaria nº 888/21, do Ministério da Saúde (MS). Em Santa Catarina (SC), o Decreto nº 1846/18 regulamenta o serviço de abastecimento de água para o consumo humano.

Para a garantia da segurança da água, devem ser seguidas as legislações de potabilidade e deve ser adotada uma abordagem preventiva de gestão dos riscos. Dessa forma, ao ajustar as características da água aos padrões de potabilidade e manter esses padrões até a chegada ao consumidor, evitam-se riscos à saúde pública (Fernandes, 2010).

Nesse sentido, a água percorre um longo trajeto desde a captação até a chegada ao consumidor, podendo ser contaminada. Em 2024, o incidente com um caminhão, resultou no vazamento de ácido sulfônico no Rio Seco, em Joinville (SC) (CNN Brasil, 2024). No mesmo ano, a água do manancial de abastecimento do Rio de Janeiro (RJ) foi contaminada por tolueno (CBN, 2024). Diante de incidentes como esses, os Planos de Segurança da Água (PSAs) são instrumentos que auxiliam para prevenir contaminações da água.

Em SC, o Decreto nº 1846/18 trouxe a obrigatoriedade do PSA, exigindo que o Prestador de Serviço de Abastecimento de Água (PSAA) o elabore. Conforme consta no seu *Art. 6º*, o PSAA deve criar o PSA, que é um instrumento destinado a identificar e priorizar os perigos e riscos em um SAA, abrangendo desde a captação até o consumidor. O PSA tem como objetivo definir medidas de controle para mitigar ou eliminar os riscos, além de estabelecer processos para avaliar a eficácia da gestão preventiva (Santa Catarina, 2018).

A partir da obrigatoriedade, a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), em conjunto com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), iniciou o Projeto “*Planos de Segurança da água em Santa Catarina*” ou, simplificada, “*PSA/SC*”. As atividades do projeto estão sendo conduzidas por uma equipe técnica da UFSC, com apoio das equipes locais municipais. O PSA/SC está em andamento e foi previsto para ser executado, de forma a apoiar o PSAA na elaboração do PSA para 17 municípios de SC.

Como instrumento na garantia da segurança da água o PSA utiliza o método das múltiplas barreiras, ao abranger desde a prevenção da poluição até o tratamento, incluindo monitoramento, controle dos riscos e gestão de emergências, com a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). Nos Pontos de Controle (PCs) a qualidade da água

pode ser afetada, devendo ser gerenciados por regulamentações, monitoramento e boas práticas. No entanto, pelas falhas no monitoramento preventivo, as medidas de controle existentes, muitas vezes, não são suficientes para eliminar perigos, podendo a água se tornar um potencial veículo para a transmissão de doenças (Brasil, 2021).

Em relação ao abastecimento de água, a Portaria nº 888/21 ressalta a importância do monitoramento preventivo nos SAAs para mitigar riscos à saúde, visto que é uma ferramenta que auxilia na garantia da segurança da água (Brasil, 2024).

No Brasil, apesar do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) registrar dados, a falta de integração com os sistemas dos órgãos ambientais dificulta a gestão de riscos eficaz (ABES, 2024). Além do registro, tem-se a importância da visualização e análise dos dados por parte do PSAA, para possibilitar a identificação de tendências em diferentes épocas do ano ou em resposta a situações específicas na operação dos SAAs, que são possibilitadas pelo monitoramento preventivo e que contribuem na prevenção de riscos à segurança da água (WHO, 2023),

A partir do exposto, este trabalho propõe a elaboração de um guia de boas práticas, com foco na qualidade da água bruta, ao abranger como unidades de planejamento dos SAAs as bacias de captação, os mananciais e as captações superficiais e subterrâneas, na implementação do monitoramento preventivo. O objetivo é reduzir ou eliminar os riscos o quanto antes, enfatizando a importância do registro confiável e da visualização dos dados quali-quantitativos da água bruta.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar um guia de boas práticas, para ser utilizado pelos prestadores de serviços de abastecimento de água, como instrumento na implementação do monitoramento preventivo da qualidade da água bruta, usando a abordagem do Plano de Segurança da Água em Santa Catarina.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o abastecimento de água no estado de Santa Catarina, visando a identificação das suas principais características, com foco na captação da água;
- Avaliar sobre a viabilidade da implementação do monitoramento preventivo, em relação ao que a Portaria 888/21 e o Decreto 1846/2018 trazem da qualidade da água bruta;
- Identificar boas práticas de controle, a serem implementadas nas bacias de captação, mananciais superficiais, captações superficiais e subterrâneas;
- Elaborar um guia de boas práticas para ser utilizado como instrumento de apoio aos prestadores de serviços de abastecimento de água.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste trabalho destaca a gestão eficiente da água para a sua segurança, visto que é um direito humano universal e que, no acesso seguro, necessita-se de investimentos. Para a garantia da segurança, serão abordados o monitoramento preventivo e o PSA como instrumentos, assim como o uso da APPCC nas bacias de captação, nos mananciais superficiais e nas captações superficiais e subterrâneas, como unidades de planejamento de monitoramento da qualidade da água bruta.

### 2.1 ÁGUA COMO DIREITO HUMANO UNIVERSAL E INVESTIMENTOS

O direito humano à água inclui o acesso suficiente e seguro, que é essencial para evitar a desidratação, reduzir o risco de doenças, no consumo, no preparo de alimentos e na higiene pessoal (ONU, 2003). Apesar da importância, no livro “*Água: Futuro Azul*”, a autora Maude Barlow explica que o direito à água não foi incluído na Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948 pois, na época, não se imaginava um mundo com escassez (Barlow, 2015).

Em 28 de julho de 2010 a água foi reconhecida como “essencial ao direito à vida” e os governos assumiram a responsabilidade de garantir o acesso, independente de terem votado a favor ou contra o direito à água. Diante da dificuldade de garantia do acesso, surgiram o abastecimento intermitente, a escassez e a oferta de qualidade duvidosa, o que resulta em condições precárias em diversos territórios (Costa; Gonçalves; Ribeiro, 2023).

É importante reconhecer que alguns governos poderão precisar de mais tempo e suporte para alcançar as metas de universalização ao acesso à água. No Brasil, a Funasa desenvolve e implementa políticas de promoção e proteção à saúde ao oferecer suporte técnico e financeiro, priorizando municípios com até 50 mil habitantes (Funasa, 2015).

No estudo da Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE), intitulado “*Avaliação dos Investimentos e seus Impactos nos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Brasil no período de 2002 a 2021*”, os dados avaliados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) revelam que, à medida que os índices se aproximam da universalização, os investimentos devem aumentar (AESBE, 2022).

Dessa forma, precisa-se arcar com os custos de captação, tratamento, armazenamento e distribuição, visto que o financiamento do acesso traz benefícios à saúde, bem-estar e impactos econômicos (Petrella, 2004). Assim, as taxas cobradas devem refletir apenas nos custos do serviço,

na proteção e na infraestrutura de fornecimento (Barlow, 2015). Portanto, ao reconhecer a água como um direito humano universal, necessita-se de investimentos por parte do PSAA, que são cruciais para a garantia da segurança no acesso.

## 2.2 ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO CONFORME AS LEGISLAÇÕES

Neste tópico, serão abordados a Portaria nº 888/21 e o Decreto nº 1846/18 em relação à água para o consumo humano. A Portaria nº 888/21 altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05/17 para dispor sobre os procedimentos de controle e vigilância, assim como seu padrão de potabilidade, estabelecendo algumas definições importantes para este trabalho:

1. **Água para consumo humano:** água potável destinada à ingestão, ao preparo de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem (Brasil, 2021).
2. **Água potável:** água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na legislação e que não ofereça riscos à saúde (Brasil, 2021).
3. **Padrão de potabilidade:** conjunto de valores permitidos para parâmetros de qualidade da água para o consumo humano, conforme definido na legislação (Brasil, 2021).
4. **Padrão organoléptico:** conjunto de valores permitidos para parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para o consumo humano mas que, não necessariamente, implicam em riscos à saúde (Brasil, 2021).
5. **Sistema de abastecimento de água para consumo humano (SAA):** instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável por meio de rede de distribuição.

É importante destacar que a qualidade da água bruta é determinante para o alcance da qualidade da água para o consumo humano. A Portaria nº 888/21 aborda que as análises da qualidade da água bruta auxiliam na gestão de riscos, ao realizar o monitoramento de cianobactérias e da clorofila-a em mananciais superficiais, trazendo a frequência de monitoramento desses e de demais parâmetros de qualidade da água bruta, que foram reunidos no Quadro 1.

Quadro 1 - Frequência de monitoramento dos parâmetros da água bruta (888/21)

Parâmetro	Frequência (Portaria nº 888/21)	
	Subterrâneo	Superficial
Condutividade elétrica	Semestral	Semestral
Cor Verdadeira; Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal Total	Semestral	Semestral
Turbidez	Semestral	Semestral
pH	Semestral	Semestral
Escherichia coli	Mensal	Mensal
Clorofila-a	-	Mensal (pode ser substituído pelo monitoramento mensal de cianobactérias no ponto de captação ao atender o limite de contagem de células de cianobactérias $\leq 10.000$ cél/m)
Cianobactérias	-	Trimestral até 10000 cél/mL Mensal quando $> 10000$ cél./mL Semanal quando $\geq 10\%$ do fitoplâncton
Fitoplâncton	-	Quando a concentração de clorofila-a é igual ou superior a 10 $\mu\text{g/L}$
Cianotoxinas (Microcistinas; saxitoxinas e cilindrospermopsinas)	-	Semanal quando a contagem de cianobactérias exceder 20.000 cél/mL Forma alternativa ao monitoramento de cianobactérias e clorofila-a
Demanda Química de Oxigênio (DQO); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio Dissolvido (OD)	-	Semestral
Substâncias Orgânicas (1,2 Dicloroetano; Acrilamida; Benzeno; Benzo[a]pireno; Cloreto de Vinila; Di (2-etilhexil) ftalato; Diclorometano; Pentaclorofenol; Tetracloroto de Carbono; Tetracloroetano e Tricloroetano)	Semestral	Semestral
Substâncias Inorgânicas (Antimônio; Arsênio; Bário; Cádmio; Chumbo; Cobre; Cromo; Mercúrio; Níquel; Nitrato; Nitrito; Selênio e Urânio)	Semestral	Semestral
Parâmetros Organolépticos (Etilbenzeno; Tolueno; Xilenos)	Semestral	Semestral

Fonte: Elaborado pela autora

Além da legislação nacional, o Decreto nº 1846/18 regulamenta o abastecimento de água em Santa Catarina, definindo a água potável como destinada à ingestão, ao preparo de alimentos e à higiene pessoal. O Decreto define que os padrões de potabilidade da água devem seguir as normas do MS, a menos que existam critérios específicos na legislação estadual.

A legislação estadual aborda que os relatórios de controle de qualidade da água devem ser enviados, mensalmente, à Vigilância Sanitária Municipal ou ao Sisagua, até o décimo quinto dia do mês seguinte à coleta e que os laudos trimestrais e semestrais devem ser submetidos dentro dos prazos estabelecidos (Santa Catarina, 2018).

A fim de que a água potável cumpra os requisitos das legislações, é fundamental adotar uma abordagem preventiva de gestão de riscos, o que contribui para a segurança (Brasil, 2021). O PSA é um instrumento com essa abordagem, que visa a segurança da água. De acordo com a norma técnica

NBR ISO 31000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a gestão de riscos consiste em identificá-los, analisá-los e avaliá-los para o tratamento com eficiência, eficácia e consistência (ABNT, 2018). As ações socioeducativas, a gestão da água e o monitoramento de eventos perigosos possibilitam o alcance dessas premissas (Brasil, 2012).

### 2.3 PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA (PSA)

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 80% das doenças em países em desenvolvimento se relacionam ao consumo de água contaminada e mais de 40 doenças podem ser transmitidas por água poluída, falta de higiene e vetores hídricos (Richter; Netto, 2017). Nessa perspectiva, o PSA atua na minimização de riscos, identificação de potenciais perigos, suas fontes e eventos perigosos associados (WHO, 2023).

O perigo é o agente biológico, químico, físico ou radiológico que pode causar danos. Por sua vez, o evento perigoso é a situação que pode resultar na presença do perigo. Por fim, o risco é a probabilidade do perigo causar danos às populações expostas. Ainda, os perigos para a água podem ser classificados em biológicos, químicos, físicos e radiológicos (WHO, 2023).

Com relação aos perigos, os biológicos incluem bactérias, vírus, protozoários e helmintos. Entre os químicos, estão os produtos provenientes da bacia de captação, os utilizados no tratamento da água e os de limpeza. Os físicos representam os sedimentos e as partículas, que podem conter produtos tóxicos ou patógenos. Por fim, os radiológicos, os quais incluem as fontes de radiação naturais ou artificiais, as espécies radioativas naturalmente presentes em fontes de água, a contaminação resultante da mineração e do uso médico ou industrial de materiais radioativos (WHO, 2023).

Contextualizando os acontecimentos em relação ao PSA, o termo “*Água Segura*” foi utilizado pela primeira vez em 1992, quando o Centro de Controle e Prevenção de Doenças e a Organização Pan-Americana de Saúde instituíram diretrizes e procedimentos para a diminuição da cólera, durante uma epidemia (Ventura; Filho; Nascimento, 2019).

Na década seguinte, a OMS definiu “*Água segura*” como toda água que não representa riscos à saúde humana. No entanto, não foi definido o risco tolerável, nem foram indicadas metas para a minimização e eliminação, ficando cada país responsável por estabelecer as suas próprias metas de minimização e eliminação (WHO, 2004).

Na “*Conferência de Gestão de Riscos em Água para Consumo Humano*” ocorrida em Berlim, no ano de 2003, e organizada pela OMS, foram discutidas ferramentas operacionais para a

gestão de riscos em SAAs, desenvolvendo o conceito de PSA na terceira edição do documento “*Diretrizes para a Qualidade da Água Potável*” e aconselhando que seu uso seria o mais indicado como garantia da segurança (Chang; Chong; Bartram, 2013). Além disso, a OMS assumiu um papel de orientação na elaboração dos PSAs (Ventura; Ferreira, 2016).

Em 2005, a OMS publicou o documento “*Planos de Segurança da Água - Gerenciando a Qualidade da Água Potável desde a Captação até o Consumidor*” e em 2009 elaborou o guia “*Manual do Plano de Segurança da Água: gerenciamento de riscos passo a passo para o abastecimento de água potável*”, que descreve as orientações para facilitar o desenvolvimento dos PSAs (Bartram *et al.*, 2009).

Em 2010, a OMS e a Associação Internacional da Água (IWA) publicaram o guia “*Pense grande, Comece Pequeno, Expanda - Um Roteiro para Apoiar a Implementação de Planos de Água em Nível Nacional*”, descrevendo as etapas para que os governos e entidades reguladoras desenvolvessem novas políticas e regulamentos de qualidade da água, prevendo riscos (Figueiredo, 2020). Em 2013 foi instituído o Programa para a Água da ONU, que conceituou segurança ao incluir a garantia do acesso em quantidade e qualidade adequadas, assim como a proteção contra a poluição e os desastres relacionados (Schmiege *et al.*, 2020).

No Brasil, o PSA foi apresentado como um instrumento para a segurança da água em 2011, pela Portaria nº 2914/11 do MS. Em 2014, foi promulgada a Portaria Funasa nº 190/14, que estabeleceu diretrizes e forneceu apoio técnico para a implementação do PSA nos municípios brasileiros. De forma complementar, a Funasa forneceu, no mesmo ano, um modelo metodológico para os PSAAs (Brasil, 2014).

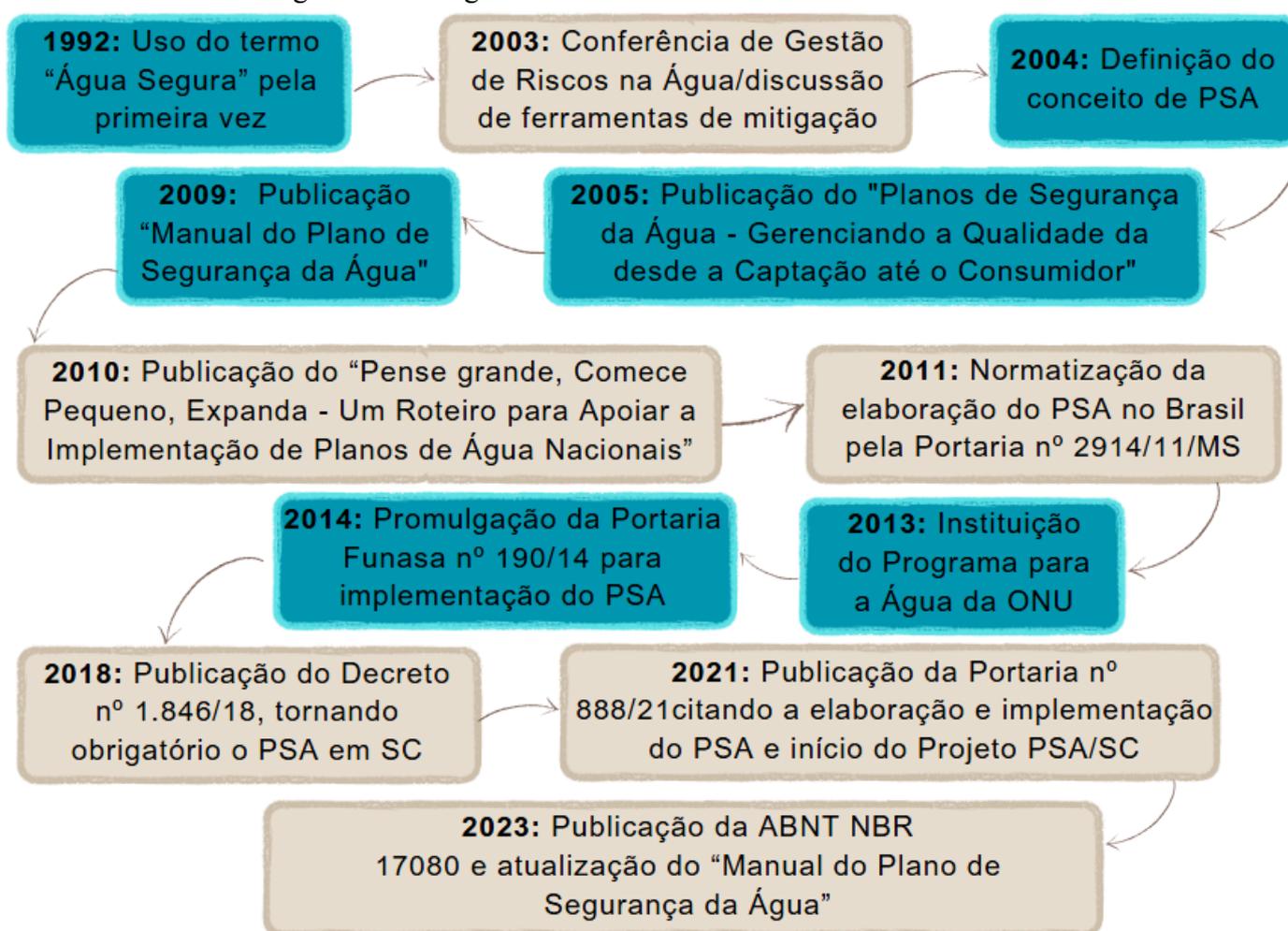
Apesar de definida na legislação, a implementação do PSA é recente no Brasil, os primeiros planos foram elaborados a partir dos anos 2000 e as experiências concentram-se nas regiões sul e sudeste, com destaque para os estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, assim como para o Distrito Federal. Entretanto, a maioria dos dados das experiências não estão disponíveis publicamente (Ventura; Filho; Nascimento, 2019).

Em SC o PSA tornou-se obrigatório a partir do Decreto Estadual nº 1846/18, que regulamenta o serviço de abastecimento de água para o consumo humano no estado. O Decreto traz, em seu Art. 6º, que o PSAA deve criar o PSA, que é um instrumento destinado a identificar e priorizar os perigos e riscos em um SAA, abrangendo desde a captação até o consumidor, com o objetivo de definir medidas de controle para mitigar ou eliminar os riscos, além de estabelecer processos para avaliar a eficácia da gestão preventiva. (Santa Catarina, 2018).

Com a obrigatoriedade a Funasa, em conjunto com a UFSC, iniciou no ano de 2021 o projeto para a elaboração de PSAs em 17 SAAs urbanos de Santa Catarina. O Projeto "*Planos de Segurança da Água em Santa Catarina*" ou, simplificado, "*PSA/SC*", está sendo executado por uma equipe técnica da UFSC em conjunto com equipes locais, formadas por integrantes de cada município contemplado com o projeto.

Além dos acontecimentos anteriores, em 2021, foi publicada a Portaria nº 888/21, que aborda em seu Art. 49 sobre a elaboração e implementação do PSA pelo PSAA, como forma de apoiar na gestão preventiva de riscos da água. Por fim, no ano de 2023, foi publicada a ABNT NBR 17080 com princípios e diretrizes para a elaboração e implementação do PSA, assim como a segunda edição do documento "*Manual do Plano de Segurança da Água - Gerenciamento de riscos passo a passo para fornecedores de água potável*". Na Figura 1 pode ser observado o fluxograma dos acontecimentos abordados neste tópico, relacionados ao PSA.

Figura 1 - Fluxograma dos acontecimentos relacionados ao PSA



Fonte: elaborado pela autora

## 2.4 ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (APPCC)

Na prevenção e no controle dos perigos à segurança da água, pode-se usar a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), monitorando Pontos de Controle (PC) e Pontos Críticos de Controle (PCC) e, ainda, implementando ações, quando necessário (Mossel; Struijk, 2004). Abaixo, estão apresentadas algumas definições da APPCC.

1. **Pontos de Controle (PC):** Pontos ao longo do SAA onde os perigos podem ser monitorados sistematicamente e continuamente, permitindo o estabelecimento de limites críticos para prevenir, eliminar ou reduzir o perigo a níveis toleráveis (AS/NZS, 2004).
2. **Pontos Críticos de Controle (PCC):** Pontos em que os perigos oferecem risco à saúde e que, embora possam ser monitorados com limites críticos e medidas de controle, não existem barreiras que reduzam a níveis toleráveis (AS/NZS, 2004).
3. **Pontos Críticos de Atenção (PCA):** Pontos onde os perigos que oferecem risco à saúde não podem ser monitorados por limites críticos, mas onde intervenções físicas e medidas de controle podem reduzir o perigo a níveis toleráveis (AS/NZS, 2004).
4. **Pontos de Atenção (PA):** Pontos onde os perigos à saúde não podem ser controlados de imediato ou são de difícil implementação, como na ampliação de estações de tratamento de esgoto ou no controle de fontes difusas de contaminação (AS/NZS, 2004).

Os pontos de controle em SAAs são onde a qualidade da água pode ser comprometida, representando riscos à saúde. Eles são gerenciados por regulamentações, monitoramento contínuo e boas práticas para a garantia da segurança da água. Os principais pontos incluem captação, estações de tratamento, rede de distribuição e armazenamento (WHO, 2018).

Na captação, a qualidade da água pode ser afetada por poluentes naturais ou provenientes de contaminantes de atividades humanas. Nas estações de tratamento, os processos como coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção são essenciais para a remoção de contaminantes da água e auxílio na garantia da segurança (WHO, 2018).

Por sua vez, na rede de distribuição, a água pode ser contaminada no transporte por vazamentos, infiltrações, corrosão de tubulações que distribuem a água e problemas estruturais. Por fim, no armazenamento, os reservatórios de água devem ser mantidos limpos e protegidos de contaminantes, como forma de controle de poluição da água (WHO, 2018).

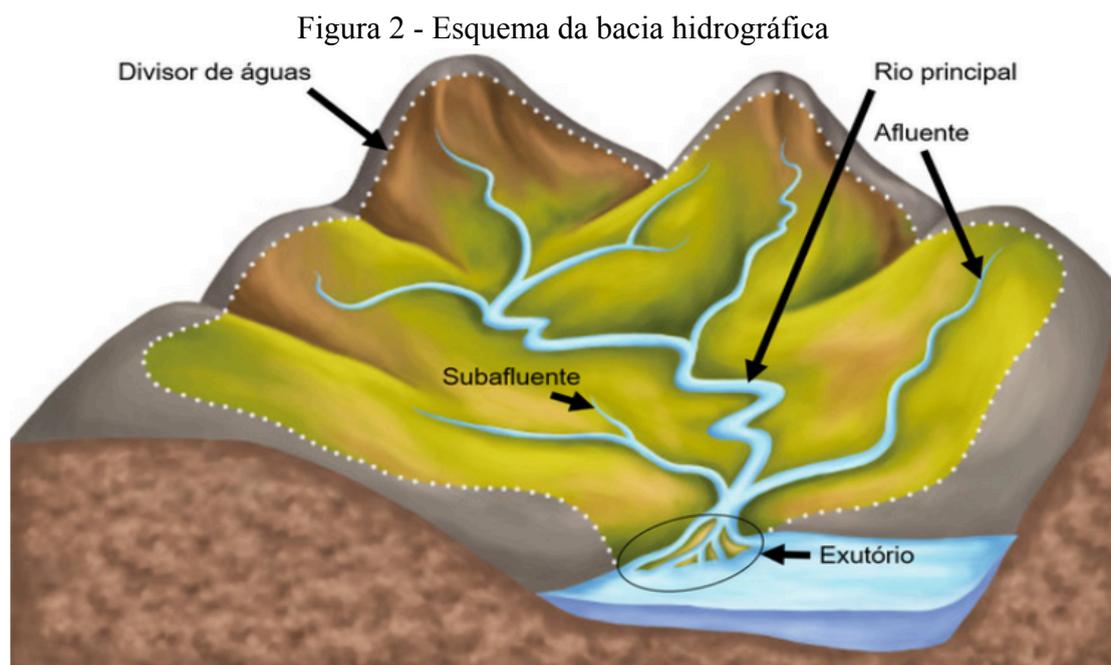
Neste trabalho, o foco está no controle dos riscos antes da chegada da água ao tratamento ao incluir a bacia de captação, o manancial e a captação superficial e subterrânea como unidades de planejamento dos SAAs, com o propósito de detectar e resolver os problemas antes da chegada da água ao tratamento. Dessa forma, melhora-se a eficácia do tratamento e, conseqüentemente, a segurança da água fornecida. Isso evita que os riscos sejam propagados ao decorrer dos SAAs.

## 2.5 BACIA DE CAPTAÇÃO COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO

A bacia hidrográfica é definida como um conjunto de drenagem que concentra toda a água precipitada em direção ao seu ponto mais baixo, o exutório, também chamado de foz (Azevedo; Barbosa, 2011). Por convenção, o rio principal é a maior linha de fluxo de água que conecta uma nascente, que é o início da bacia hidrográfica, ao exutório.

Os canais secundários, que direcionam a água para o rio principal, são chamados de afluentes, enquanto os rios que deságuam nos afluentes são considerados subafluentes do rio principal (Cruz; Tavares, 2009). Os divisores de água são estruturas com a função de dividir as áreas das bacias e são caracterizados, normalmente, como morros, serras, picos e montanhas.

A interação dos elementos na bacia hidrográfica forma uma rede de drenagem composta, no mínimo, por um rio principal e seus afluentes. Na Figura 2 é possível observar o esquema da bacia hidrográfica, com a indicação dos seus elementos, para melhor compreensão.



Fonte: Matias (2019).

O tempo de distribuição da água na bacia hidrográfica é chamado de tempo de concentração que, segundo Ven Te Chow (2001), é o intervalo necessário para que uma gota de chuva se desloque do ponto mais distante até a foz. O tempo de concentração é o momento em que toda a bacia começa a contribuir para o escoamento superficial, calculado a partir do tempo que leva para o fluxo escoar do ponto mais remoto ao local em questão (Mark; Marek, 2009).

É importante destacar a importância do tempo de concentração, visto que ele interfere na velocidade para que a poluição ocorrida em uma parte da bacia hidrográfica chegue ao local de captação da água. Dessa forma, quanto menor o tempo de concentração da bacia hidrográfica, mais rápido a contaminação chegará ao ponto de captação e, mais ágil deverá ser a ação do PSAA para evitar que os processos de tratamento da água sejam prejudicados.

Ao adotar a bacia de captação como unidade de planejamento em SAAs, é importante destacar que ela é a área da bacia hidrográfica a montante da captação e que possui a inclusão de terrenos e corpos d'água que abastecem uma fonte de água. Assim, a bacia de captação desempenha função na coleta e no direcionamento da precipitação. Ela assegura o abastecimento da água, ao ser composta por uma rede interconectada de rios, córregos, lagos e aquíferos.

As características da bacia de captação são influenciadas por questões como a topografia, a vegetação, o solo e o clima. Elas desempenham funções para o suprimento de água ao incluir a captação e o armazenamento, a filtragem e a purificação a partir da vegetação e do solo. Por fim, auxiliam na regulação do fluxo de água ao prevenir enchentes e secas.

Além disso, as bacias de captação são responsáveis pela recarga de aquíferos, que são fontes de água importantes para o consumo humano. Portanto, ao adotar a bacia de captação como unidade de planejamento, deve ser levado em consideração que são nessas áreas em que as ações antrópicas e a degradação manifestam seus efeitos (Bevilacqua, 2012).

As ações antrópicas na bacia de captação incluem o transporte de cargas perigosas próximas aos mananciais. De acordo com a resolução nº 420/04, da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), as substâncias são classificadas como perigosas quando representam riscos à saúde humana e ao meio ambiente. O transporte desses produtos, denominado Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP), traz ainda mais riscos em áreas ecologicamente vulneráveis (Pedro; Costa, 2009).

Os incidentes envolvendo veículos que transportam cargas perigosas são eventos que geram grande preocupação em relação aos SAAs, devido aos perigos desses materiais como inflamabilidade, toxicidade e corrosividade (Assumpção, 2012). No caso da ocorrência, os impactos

podem ser as perdas humanas, os danos materiais e os sérios prejuízos ambientais, como a contaminação da água e do solo (Rechkoska; Rechoski; Georgioska, 2012).

Além da circulação de veículos com cargas perigosas nas rodovias próximas aos mananciais, existem outros eventos perigosos que podem ocorrer na bacia de captação e causar riscos à segurança da água. Um deles é o uso inadequado de agroquímicos, especialmente em áreas de drenagem, que ameaçam a saúde e podem estar associados a intoxicações e ao desenvolvimento de doenças graves, incluindo o câncer (WHO, 2014).

As construções irregulares ao longo das bacias de captação também podem se caracterizar como um risco ao abastecimento de água, podendo ocasionar o desmatamento e a poluição. Nesse sentido, o Código Florestal estabelece as áreas de preservação permanente (APPs) ao redor de rios, lagos e nascentes, aplicando-se tanto a zonas rurais, quanto urbanas.

As margens de qualquer curso d'água natural devem respeitar as seguintes larguras mínimas, a partir da borda da calha do leito regular: 30 metros para cursos d'água com menos de 10 metros de largura, 50 metros para cursos d'água entre 10 e 50 metros de largura, 100 metros para cursos d'água com largura de 50 a 200 metros, 200 metros para cursos d'água com largura entre 200 e 600 metros e 500 metros para cursos d'água com largura superior a 600 metros. O estabelecimento dessas medidas visa a proteção da qualidade dos recursos hídricos e a biodiversidade local, visto que as construções irregulares comprometem o cumprimento da legislação ambiental e contribuem para o desmatamento (Brasil, 2012).

A falta de infraestrutura para a coleta e o tratamento de esgotos nas residências também pode resultar na contaminação da água utilizada no abastecimento. Diante da identificação desses riscos à segurança da água, provenientes de fontes potenciais de poluição, é fundamental adotar a bacia de captação como unidade de planejamento dos SAAs.

No entanto, é importante destacar que os dados disponíveis quanto às questões que envolvem a bacia de captação, como os dados pluviométricos e fluviométricos, geralmente se concentram na bacia hidrográfica. Isso pode prejudicar a gestão da bacia de captação, que demanda dados específicos sobre ela. Por isso, é essencial ter uma visão clara e precisa, para implementar um planejamento eficiente da bacia de captação.

## 2.6 MANANCIAL SUPERFICIAL COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO

O manancial superficial é uma importante unidade de planejamento na otimização dos SAAs, no funcionamento eficiente das ETAs e na detecção da deterioração da qualidade da água

bruta (Vieira, 2013). A partir do planejamento, é possível prever fenômenos como secas, caracterizadas pela ausência prolongada, deficiência acentuada ou baixa distribuição de precipitação, que se prolonga por tempo suficiente para causar sério desequilíbrio hidrológico pela falta de chuva.

Na perspectiva meteorológica, a seca é uma estiagem mais extensa, que resulta na redução das reservas hídricas (Brasil, 2002). O fenômeno é preocupante por suas consequências nos SAAs, podendo levar à insuficiência de água para o abastecimento e afetar a qualidade ao alterar parâmetros como turbidez, sabor e odor. Ainda, as secas podem causar riscos à saúde, devido aos patógenos (Wright *et al.*, 2013).

Em SC, a região Oeste é a mais afetada pelas secas (Santa Catarina, 2022). Diante disso, existe o Projeto “*Rio Chapecozinho*”, que busca solucionar os problemas na captação da água nos municípios de Chapecó, Xaxim, Xanxerê e Cordilheira Alta (CASAN, 2022). Para os municípios que enfrentam esse problema, a Defesa Civil (2021) fornece apoio com reservatórios e kits de transporte de água limpa. O Boletim Hidrometeorológico Integrado (2021) recomenda manobras, carros-pipa e comunicados para reduzir o consumo de água em períodos de seca.

Além das secas, as inundações são eventos que ocorrem quando há o transbordamento da água além do leito normal dos rios, mares, lagos e açudes ou, ainda, quando há acumulação de água devido à drenagem deficiente em áreas não habitualmente submersas (Espírito Santo, 2017). Em Santa Catarina, em dezembro do ano de 2022, 30 municípios decretaram situação de emergência devido às fortes chuvas (Santa Catarina, 2022).

Algumas das possíveis causas da situação de emergência são o assoreamento dos rios, a compactação e impermeabilização do solo, as ondas intensificadas, as precipitações intensas com marés elevadas, a drenagem inadequada de áreas a montante de aterros e o estrangulamento de rios por desmoronamentos (Brasil, 2002).

Ao adotar o manancial superficial como unidade de planejamento, deve-se realizar o controle do estabelecimento e da implementação de políticas e normativas para a conservação e restauração dos mananciais e das zonas ripárias, que surge da necessidade de ampliar a proteção e manutenção dos serviços ecossistêmicos (Andreoli, *et al.*, 2019).

Monitorar a implementação da proteção aos recursos em escalas menores, como a nível municipal, auxilia em políticas que integrem a conservação com o desenvolvimento socioeconômico. Para isso, podem ser aplicados mecanismos legais mais restritivos do que as APPs, instituídas em âmbito federal, pelo Código Florestal, e possibilitando o uso e a ocupação controlados do solo em áreas de mananciais superficiais (Grotto *et al.*, 2021).

Outra preocupação em relação aos mananciais é a floração de algas que, quando em altas concentrações, podem conferir sabor e odor à água. Nos processos de tratamento, podem provocar a menor eficiência na decantação e sobrecarregar os filtros (Oliveira; Molica, 2003). Além dos problemas operacionais, quando em grandes quantidades, algumas cianobactérias podem liberar cianotoxinas (Di Bernardo *et al.*, 2010).

O manancial superficial pode apresentar a floração de algas sem a liberação de cianotoxinas, mas o controle da floração é importante no auxílio da segurança, visto que a eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, podendo causar interferências no uso da água (Von Sperling, 2005). Dentre as variáveis limnológicas para a detecção da floração de algas nos mananciais, a clorofila-a, que pode ser encontrada na biomassa do fitoplâncton, é um elemento utilizado como indicador para avaliar os níveis de eutrofização, sendo uma variável importante para o controle dos mananciais (Harmann *et al.*, 2019).

As altas concentrações de sólidos em suspensão no manancial elevam a turbidez da água e podem causar dificuldades no tratamento. Além disso, a OMS recomenda que a turbidez da água, destinada ao consumo humano, não ultrapasse 1 unidade nefelométrica de turbidez (UT), para garantir a eliminação dos riscos microbiológicos (Vieira, 2018).

Ao atingir a concentração de sólidos dissolvidos de 600 mg/L, o sabor da água se torna desagradável. O sódio e cloreto causam esse sabor em concentrações superiores a 300 mg/L. Ademais, com níveis acima de 1.000 mg/L, o sabor é inaceitável (Vieira, 2018). No Brasil, o Valor Máximo Permitido (VMP) pela legislação, na água potável, é de 500 mg/L (Brasil, 2021).

Apesar das alterações organolépticas, os sólidos dissolvidos totais não prejudicam a saúde (Libânio, 2010), mas podem servir como veículos para a fixação de microrganismos e substâncias inorgânicas que representam riscos. Portanto, ao considerar a captação superficial como unidade de planejamento dos SAAs, deve-se também controlar a entrada de sólidos, levando-se em consideração os riscos à qualidade da água e estruturas de captação.

## 2.7 CAPTAÇÃO SUPERFICIAL COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO

A captação superficial é uma obra de engenharia para a retirada da água do manancial e condução à ETA. Dependendo das características do manancial, devem ser empregadas diferentes tecnologias na captação, como o uso de bombas e estações elevatórias (Bertolo *et al.*, 2015). Em SC, de acordo com o Decreto 1846/18, para os mananciais superficiais o PSAA deve monitorar e

manter as instalações de captação em boas condições de conservação e limpeza, com fácil acesso e equipamentos em funcionamento, incluindo os reservas (Santa Catarina, 2018).

Ainda, o Decreto aborda sobre a proteção dos pontos de captação contra o acesso não autorizado de pessoas e animais. A água superficial deve ser submetida aos processos de filtração e desinfecção e para a água com flúor natural, o PSAA deve monitorar mensalmente o íon fluoreto da água bruta e agir se os níveis estiverem fora dos limites estabelecidos na legislação. Na ausência de flúor natural, a fluoretação deve ser adotada como processo no tratamento da água, de acordo com as normas técnicas estabelecidas (Santa Catarina, 2018).

## 2.8 CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO

Os poços tubulares são as obras de engenharia mais usadas na captação da água subterrânea, que se encontra sob a superfície terrestre, nos poros das rochas e nos sedimentos, constituindo os aquíferos (Hirata *et al.*, 2019). Quando existe a facilidade na alocação dos poços próximos ao ponto de reservação, diminuem-se os custos com adutoras de água bruta e, dependendo da qualidade da água, é aplicado um determinado tratamento. Sabe-se que a água bruta de melhor qualidade demanda um tratamento simplificado, composto pela desinfecção (Mays, 2010; Brasil, 2021).

Para a captação subterrânea, conforme o Decreto nº 1846/18, o PSAA deve monitorar os poços e assegurar que a área ao redor esteja em boas condições, o que inclui o mantimento da captação a uma distância mínima de quinze metros de fossas sépticas, sumidouros ou outras fontes de contaminação. Deve-se também proteger contra o acesso não autorizado de pessoas e animais e manter equipamentos e instalações em condições operacionais adequadas (Santa Catarina, 2018).

O Decreto estabelece que a manutenção periódica e preventiva da captação subterrânea deve ser realizada a cada seis meses, no máximo, e que as casas de química devem ser cercadas, mantidas limpas e em boas condições. Para a água captada com flúor, deve-se monitorar mensalmente, e adotar medidas corretivas, caso os níveis estiverem além do limite. Na ausência de flúor, deve-se fluoretar a água conforme as normas (Santa Catarina, 2018).

A segurança da água pode ser comprometida por poluentes naturais e contaminantes provenientes das atividades humanas. Nesse contexto, é importante destacar que o tipo de poço utilizado na captação influencia na possibilidade de contaminação da água. Os poços instalados em formações rochosas sedimentares são, naturalmente, mais permeáveis, o que favorece a formação

de aquíferos. Devido à porosidade, necessitam de revestimento adequado e filtros, a fim de garantir a segurança da água captada e estabilidade estrutural do poço (ABAS, 2024).

Por sua vez, os poços em formações rochosas cristalinas requerem uma construção diferenciada. O revestimento é realizado, principalmente, na camada mais rasa, composta por solo e sedimentos, até alcançar a rocha sólida. O revestimento auxilia a evitar a infiltração de contaminantes e garantir a estabilidade da estrutura.

Os poços podem ser classificados em semi-artesianos que, geralmente, captam água em regiões de fraturas do embasamento cristalino. Esse é o caso de muitos poços em SC, em especial no planalto, até o extremo oeste, onde são perfurados em rochas basálticas. Para esse tipo, a recarga do aquífero ocorre nas proximidades do local de perfuração e a água infiltrada na superfície chega a partir de fraturas, podendo comprometer a qualidade da água (ABAS, 2024).

Os poços semi-artesianos podem ser, erroneamente, chamados de artesianos. Apenas o laudo de perfuração do poço é capaz de indicar as camadas atravessadas e o posicionamento da entrada de água, para determinar se o poço é, de fato, artesiano. O poço artesiano é, geralmente, mais profundo e tem a entrada de água em aquífero confinado, entre camadas impermeáveis. O ponto de recarga dos aquíferos costuma estar a grandes distâncias do local de perfuração o que, tendo em vista que o poço foi corretamente executado, contribui na minimização dos riscos de contaminação por infiltrações superficiais (ABAS, 2024).

Os poços artesianos e semi-artesianos permitem a captação em grandes profundidades, o que, no geral, decorre em uma qualidade da água superior por estarem mais protegidos de fontes de contaminação. Um exemplo de poço artesiano, em SC, são os perfurados no aquífero Guarani.

Os poços sedimentares são tubulares, perfurados em aquíferos livres, com formações sedimentares, como aluviões e sedimentos marinhos. Geralmente, não são muito profundos, variando entre vinte e cinquenta metros. Por estarem localizados em camadas mais superficiais, são vulneráveis à contaminação por infiltração (ABAS, 2024).

A ponteira também é utilizada no abastecimento embora, tecnicamente, não seja considerada poço. Uma tubulação é inserida no solo, atingindo profundidades entre quinze e trinta metros. Ela é implantada em aquíferos livres e formações sedimentares, apresentando vulnerabilidade à contaminação por infiltração próxima ao local de instalação. A ponteira não possui motobomba submersa, instalada acima da linha do terreno (ABAS, 2024).

Destaca-se que a água subterrânea é menos vulnerável à contaminação quando comparada à captação superficial, visto que, com a captação superficial, existe a preocupação em relação aos

municípios vizinhos. Toda contaminação proporcionada pelos municípios a montante, implicará na qualidade da água nas captações dos municípios a jusante.

Desse modo, a suposição de que toda água captada é passível de tratamento e que este pode resolver todos os problemas de potabilidade, deve ser revista. Deve-se considerar a viabilidade do tratamento, os custos envolvidos e a segurança da água tratada (Richter; Netto, 2017). Portanto, a captação é uma importante unidade de planejamento dos sistemas, de modo que o quanto antes as medidas de controle forem tomadas, evita-se que os riscos não sejam perpetuados para as próximas etapas dos SAAs.

## 2.9 MONITORAMENTO PREVENTIVO

O PSAA deve assegurar o fornecimento contínuo e seguro da água a partir de análises regulares dos parâmetros de qualidade da água bruta, para identificar a necessidade de processos preventivos ou corretivos no tratamento, que deve ser escolhido fundamentado em análises por um período adequado de tempo. O erro comum é a tomada de decisão com base em poucas análises, o que resulta em equívocos nos resultados.

A qualidade da água bruta é variável ao longo do tempo, o que exige análises em diferentes épocas do ano para o monitoramento preventivo efetivo. Portanto, a repetição é crucial para mitigar o impacto das flutuações nos resultados (Richter; Netto, 2017). Devem ser realizadas análises regulares da qualidade da água bruta para o monitoramento preventivo e a identificação de contaminantes, incluindo os níveis de poluentes e a presença de patógenos.

O monitoramento preventivo é trazido como um dos dez módulos do planejamento da segurança da água, na segunda edição do “*Manual do plano de segurança da água: Gestão de riscos passo a passo para fornecedores de água potável*” (WHO, 2023). No entanto, apesar da importância, o aspecto que prejudica o monitoramento preventivo da qualidade da água bruta é que os dados permanecem, com frequência, isolados nos registros do PSAA e não são compartilhados com os órgãos ambientais ou as agências reguladoras. No Brasil, o Sisagua exige que o PSAA informe seus dados. Contudo, a falta de integração com os órgãos ambientais e as agências reguladoras limita a interpretação para uma gestão de riscos eficaz (ABES, 2024).

Para a eficácia, é importante o acompanhamento das tendências ao longo da operação dos SAAs, ou seja, que os dados sejam visualizados de forma que possibilite o estabelecimento de relações entre os parâmetros de qualidade da água bruta, com determinadas épocas do ano e com as situações específicas da operação dos SAAs.

Vale ressaltar a diferença entre o monitoramento preventivo e o monitoramento corretivo. O monitoramento preventivo é aquele realizado de maneira a prevenir problemas. Ao contrário, o monitoramento corretivo é realizado de forma a corrigir os problemas já existentes. Nesse tocante, o monitoramento preventivo é mais eficaz na gestão dos riscos em SAAs.

Ao abordar sobre o monitoramento preventivo, é importante ressaltar os amostradores sentinelas, que auxiliam na detecção de contaminantes a partir de análises periódicas da qualidade da água. O termo "sentinela" é utilizado em analogia às fontes sentinelas e aos Sistemas de Vigilância Sentinela, amplamente empregados na epidemiologia. Segundo a Funasa (1998), quando bem selecionadas, as fontes sentinelas podem garantir a representatividade e a qualidade das informações geradas, mesmo quando não se busca compreender o universo completo.

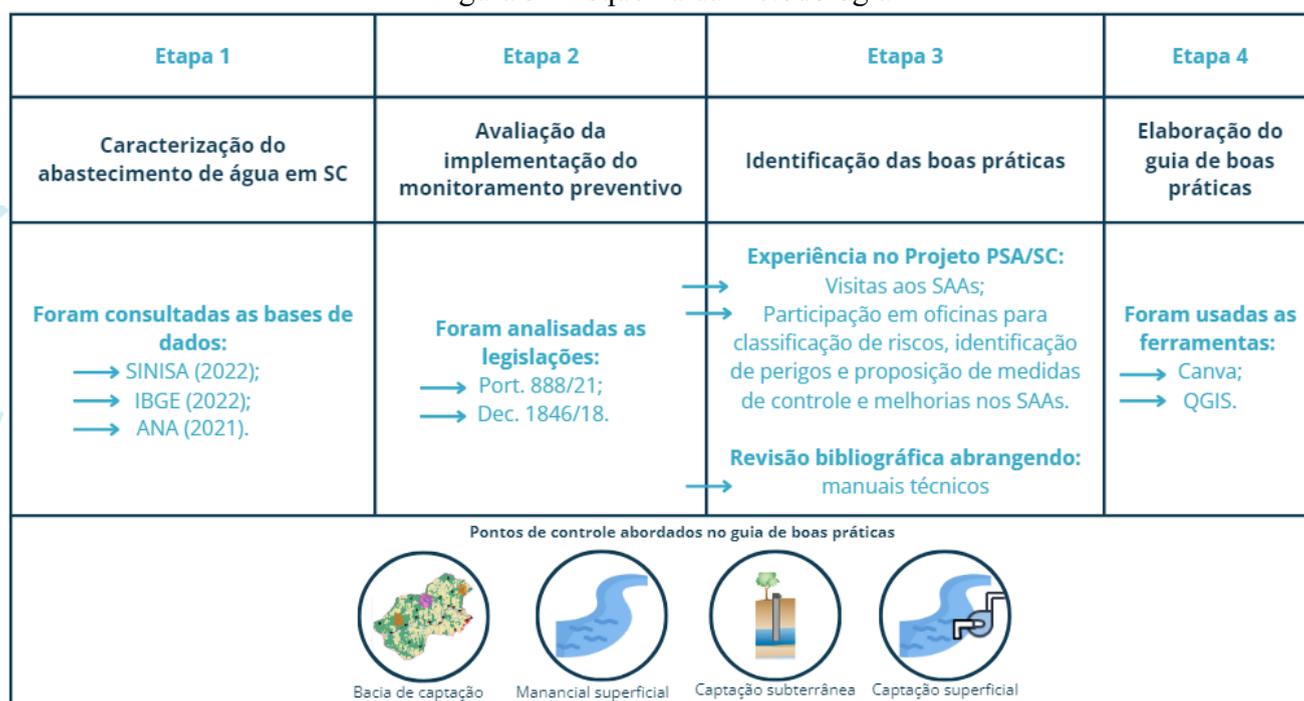
A Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância Ambiental em Saúde, relacionada à qualidade da água para o consumo humano, recomenda o uso de cloro residual livre e turbidez como indicadores sentinelas. Os parâmetros auxiliares como cloro residual combinado e pH podem ser considerados.

Em relação ao monitoramento preventivo da qualidade da água bruta, podem ser utilizados como indicadores sentinelas o nível do manancial superficial e a floração de algas, o gosto e o odor e a elevação da turbidez da água. Outro indicador sentinela a ser usado é a condutividade, que pode estabelecer relação com o aumento ao aporte de nutrientes no manancial, como fezes provenientes das atividades agropecuárias na bacia de captação.

### **3. METODOLOGIA**

Este trabalho foi conduzido em quatro etapas. Na etapa 1, caracterizou-se o abastecimento de água em Santa Catarina. Na etapa 2, avaliou-se a viabilidade da implementação do monitoramento preventivo a partir do que é estabelecido na Portaria nº 888/21 e no Decreto nº 1846/18. Na etapa 3, foram identificadas as boas práticas a serem implementadas, em conjunto com o monitoramento preventivo, na bacia hidrográfica, no manancial superficial, na captação superficial e na captação subterrânea. Por fim, a etapa 4 consistiu na elaboração do guia de boas práticas a ser utilizado pelo PSAA, na gestão do SAA. A Figura 3 ilustra as quatro etapas metodológicas seguidas para alcançar os quatro objetivos específicos deste trabalho.

Figura 3 - Esquema da metodologia



Fonte:Elaborado pela autora

### 3.1 ETAPA 1 - CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM SC

Na caracterização do abastecimento de água em Santa Catarina, foram consultadas bases de dados do IBGE, do SINISA e da ANA. No site do IBGE, foram verificadas as populações dos 295 municípios do estado de Santa Catarina, com dados referentes ao ano de 2022, a fim de identificar o porte dos municípios.

No SINISA, de forma online, foram consultados os índices catarinenses de abastecimento de água, de consumo, de macromedição, de hidrometração, de despesa total com os serviços por m<sup>3</sup> faturado (R\$/m<sup>3</sup>) e de tarifa média praticada (R\$/m<sup>3</sup>), também relativos ao ano de 2022.

O índice de abastecimento total de água avaliado envolve a metodologia de avaliação das informações:

1. **AG001:** População total atendida com abastecimento de água;
2. **G12A:** População total residente dos municípios com abastecimento de água, segundo o IBGE;
3. **POP\_TOT:** População total do município, do ano de referência, segundo o IBGE.

O cálculo do índice é realizado a partir da Equação 1:

$$\frac{AG001}{G12A} \times 100 \quad (1)$$

Por sua vez, o índice de consumo de água envolve a metodologia de análise dos elementos:

1. **AG006:** Volume de água produzido;
2. **AG010:** Volume de água consumido;
3. **AG018:** Volume de água tratada importado;
4. **AG024:** Volume de serviço.

E é calculado a partir da Equação 2:

$$\frac{AG010}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100 \quad (2)$$

O índice de hidrometração utiliza a metodologia de consideração dos dados:

1. **AG002:** Quantidade de ligações ativas de água;
2. **AG004:** Quantidade de ligações ativas de água micromedidas.

O cálculo é realizado pela Equação 3:

$$\frac{AG004}{AG002} \times 100 \quad (3)$$

Para AG004 e AG002 utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

Por fim, o índice de macromedição envolve a metodologia de avaliação das informações:

1. **AG006:** Volume de água produzido;
2. **AG012:** Volume de água macromedido;

3. **AG018:** Volume de água tratada importado;
4. **AG019:** Volume de água tratada exportado.

O cálculo é realizado a partir da Equação 4:

$$\frac{AG012 - AG019}{AG006 + AG018 - AG019} \times 100 \quad (4)$$

Ainda, foram consultados esses índices no SINISA, referentes também ao ano de 2022, para todas as cinco regiões do Brasil: Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Por meio da ferramenta Excel, foram elaborados gráficos comparativos dos resultados.

Foram consultados dados disponíveis no catálogo de metadados online da ANA, do ano de 2021, com foco na classificação dos sistemas produtores de água em SC. A avaliação se deu a partir da combinação de indicadores de vulnerabilidade dos mananciais e dos sistemas produtores, analisando a eficiência na produção de água.

A ANA utiliza três classificações para os sistemas produtores: ampliação do sistema, adequação do sistema e sistema satisfatório e cinco para a eficiência da produção de água: mínima, baixa, média, alta e máxima. A partir dos dados, também foi possível a elaboração de gráficos com o uso da ferramenta Excel, para comparar as classificações do sistema produtor e a eficiência na produção de água catarinense.

Foram consultados os tipos de captação de água utilizados em SC, ou seja, se subterrâneo, superficial ou a combinação de ambos. Em relação aos mananciais, foram identificados os tipos: açude, riacho, arroio, barragem, cachoeira, córrego, lago, lagoa, poço, represa, ribeirão ou rio.

Por fim, foi elaborado um quadro das informações obtidas a partir da caracterização do abastecimento de água no estado, de cada um dos 295 municípios de Santa Catarina, que pode ser observado no Apêndice A (pg. 70).

### 3.2 ETAPA 2 - AVALIAÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DO MONITORAMENTO

Na avaliação da viabilidade na implementação do monitoramento preventivo, foram consultadas a Portaria nº 888/21 e o Decreto nº 1846/18, a fim de entender as competências e responsabilidades do PSAA no monitoramento preventivo da qualidade da água bruta.

A análise das legislações, acerca das competências relacionadas ao monitoramento preventivo da qualidade da água bruta por parte dos PSAA's é fundamental, visto que o foco deste trabalho está na atuação do PSAA na implementação das boas práticas. Como o enfoque também está no estado de Santa Catarina, considerou-se a legislação nacional e estadual, levando-se em consideração que, para que o monitoramento preventivo seja efetivamente implementado, sua obrigatoriedade legal é um fator importante.

A caracterização do abastecimento de água no estado a partir dos indicadores do SINISA auxiliaram na avaliação da viabilidade na implementação do monitoramento em Santa Catarina. Ao identificar possíveis carências nos sistemas catarinenses, que podem inviabilizar a implementação do monitoramento preventivo no estado.

### 3.3 ETAPA 3 - IDENTIFICAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS

Na etapa 3, a experiência adquirida no Projeto PSA/SC auxiliou na identificação das boas práticas. A partir de visitas técnicas realizadas aos SAAs dos municípios contemplados no projeto e das oficinas de avaliação de riscos e identificação de perigos, foi possível o conhecimento das fragilidades existentes nos sistemas.

Com o conhecimento das fragilidades, possibilitou-se a elaboração de medidas de controle e de planos de melhorias a serem implementadas nos SAAs, o que auxiliou na identificação de boas práticas, com foco no monitoramento da qualidade da água bruta, a serem implementadas pelo PSAA antes do tratamento da água, ao incluir a bacia de captação, o manancial superficial, a captação superficial e subterrânea como unidades de planejamento do SAA.

Além da experiência adquirida com a participação no Projeto PSA/SC, foi realizada a consulta aos manuais de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs publicado em 2014 pela Funasa, e de gestão de riscos passo a passo para fornecedores de água potável, publicado em 2023 pela OMS e Associação Internacional da Água (IWA).

### 3.4 ETAPA 4 - ELABORAÇÃO DO GUIA DE BOAS PRÁTICAS

Na composição do guia de boas práticas, foi elaborado o exemplo de mapa da bacia de captação com as captações utilizadas, os pontos visitáveis, as placas de sinalização dos mananciais, os cemitérios, as indústrias, os postos de combustíveis, a circulação de veículos com carga perigosa

pelas rodovias próximas aos mananciais, além da hidrografia, da área de influência dos poços, das áreas em expansão na bacia de captação e do uso do solo.

Este mapa foi elaborado como forma de identificar e visualizar as características e fontes pontuais de poluição do SAA em questão. O mapa foi realizado com o auxílio do Software QGIS, onde os símbolos foram incluídos a partir de imagens retiradas da internet, a hidrografia foi retirada do Portal Hidroweb da ANA e o uso do solo do MapBiomias, usando a classificação de nível 1 com floresta, agropecuária e área não vegetada.

Além disso, foi elaborado um calendário agrícola, com uso da Ferramenta Canva. Neste calendário contém os tipos de culturas hipotéticas e os meses do ano do respectivo plantio e colheita de cada cultura, com a identificação do tipo de agrotóxico utilizado. O calendário agrícola foi elaborado como forma de auxiliar os PSAAs. Por fim, foi realizada a estrutura do guia de boas práticas no Canva.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO EM SANTA CATARINA

O abastecimento de água catarinense pode ser avaliado por indicadores, que podem ser observados na Tabela 1.

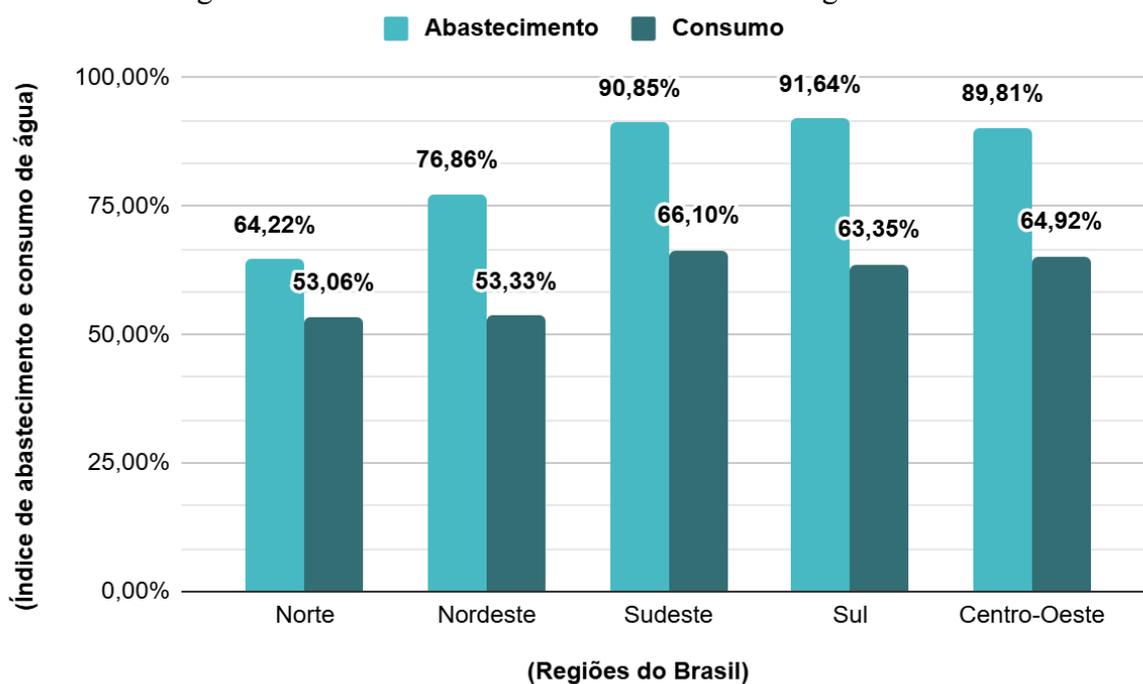
Tabela 1 - Indicadores operacionais de água

Parâmetro	Índice Estadual (SINISA 2022)
Índice de abastecimento total de água (IN055)	89,56%
Índice de consumo de água (IN052)	65,32%
Índice de macromedicação (IN011)	91,70%
Índice de hidrometração (IN009)	99,09%

Fonte: Elaborado pela autora

Com base nos dados apresentados na Tabela 1, o índice de abastecimento total de água em Santa Catarina é de 89,56%. Quando comparado com os dados levantados para a região sul do Brasil, encontra-se abaixo da média da região sul (91,64%). No entanto, é considerado alto em comparação com outras regiões do Brasil, especialmente a Região Norte, que apresenta o menor índice (64,22%). Na Figura 4 pode ser observado o resultado dos indicadores de abastecimento e consumo de água por região do Brasil.

Figura 4 - Índice de abastecimento e consumo de água brasileiro

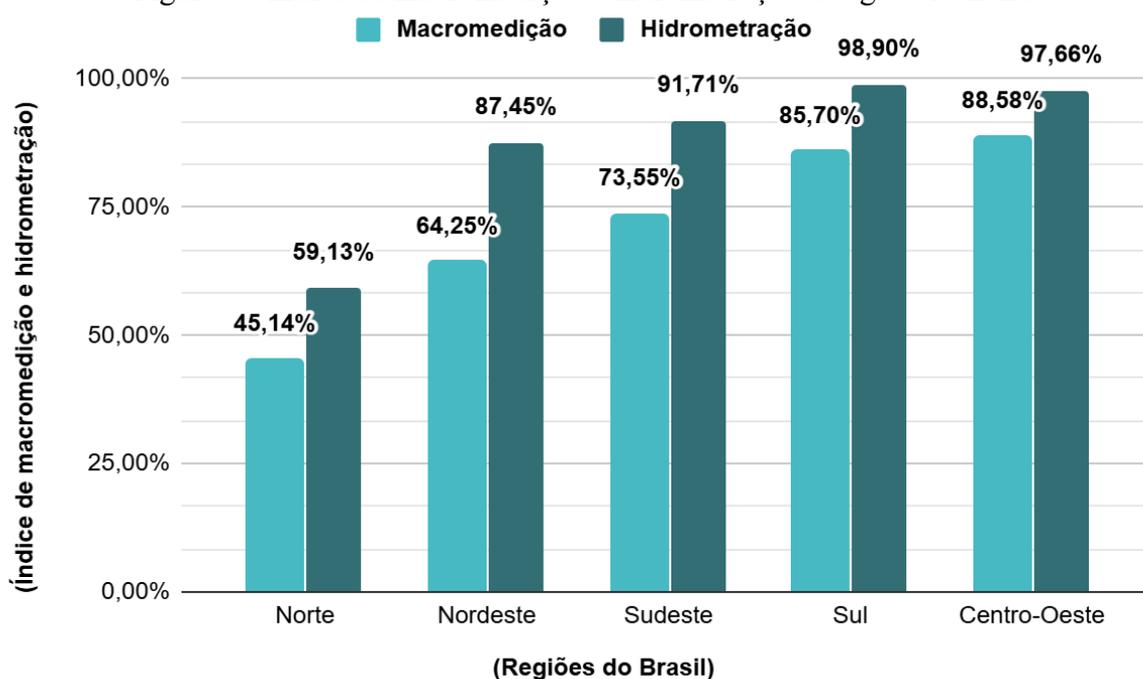


(Regiões do Brasil)

Fonte: Elaborado pela autora

O estado apresenta um índice de macromedição de 91,70% e de hidrometração de 99,09%. A Região Sul possui 85,70% de macromedição e 98,90% de hidrometração (inferiores aos índices catarinenses). Na Figura 5 encontra-se os indicadores por região do Brasil.

Figura 5 - Índice de macromedição e hidrometração de água brasileiro



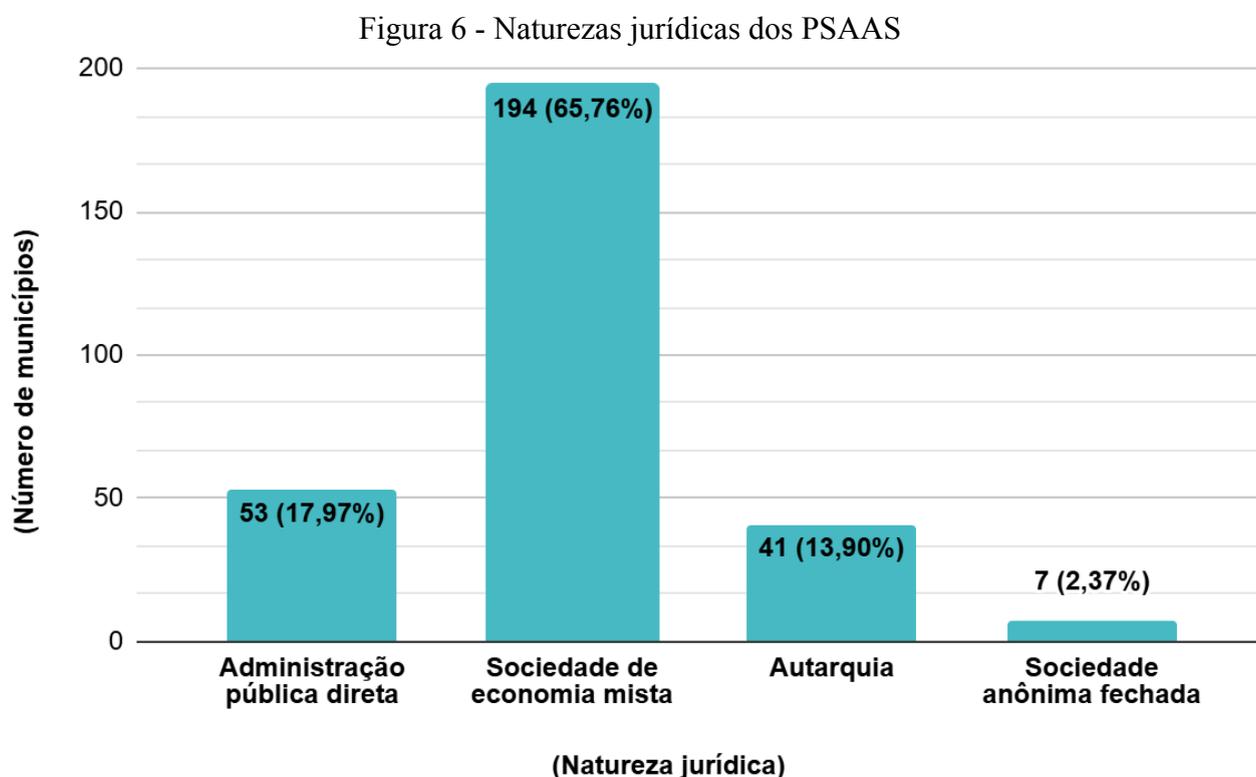
(Regiões do Brasil)

Fonte: Elaborado pela autora

Esses índices são fundamentais no controle da quantidade de água fornecida e consumida, pois permitem a gestão eficiente dos SAAs, visto que o controle adequado facilita a implementação de investimentos por parte do PSAA, uma vez que a gestão bem estruturada gera lucro, essencial nos investimentos, na aquisição de equipamentos e na manutenção dos sistemas. Isso contribui para garantir a qualidade e a segurança da água fornecida.

Destaca-se que o PSAA com deficiências na hidrometração e macromedição da água tem uma preocupação maior com a questão quantitativa, o que exige investimentos em equipamentos, como hidrômetros e macromedidores. Por outro lado, o PSAA que já tem a questão quantitativa resolvida pode direcionar seus esforços para a parte qualitativa da água, focando em melhorias que favoreçam a qualidade e a segurança da água distribuída.

Uma vez que o tipo de administração, o tamanho da empresa e o orçamento exercem influência nos investimentos no SAA, ao afetar a aquisição de insumos e equipamentos e contratos de serviços, é imprescindível identificar as naturezas jurídicas ao caracterizar o abastecimento de água. Na Figura 6 é possível observar as naturezas jurídicas administradas pelos PSAAs catarinenses, destacando-se a grande quantidade de sociedades de economia mista no estado, por conta da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

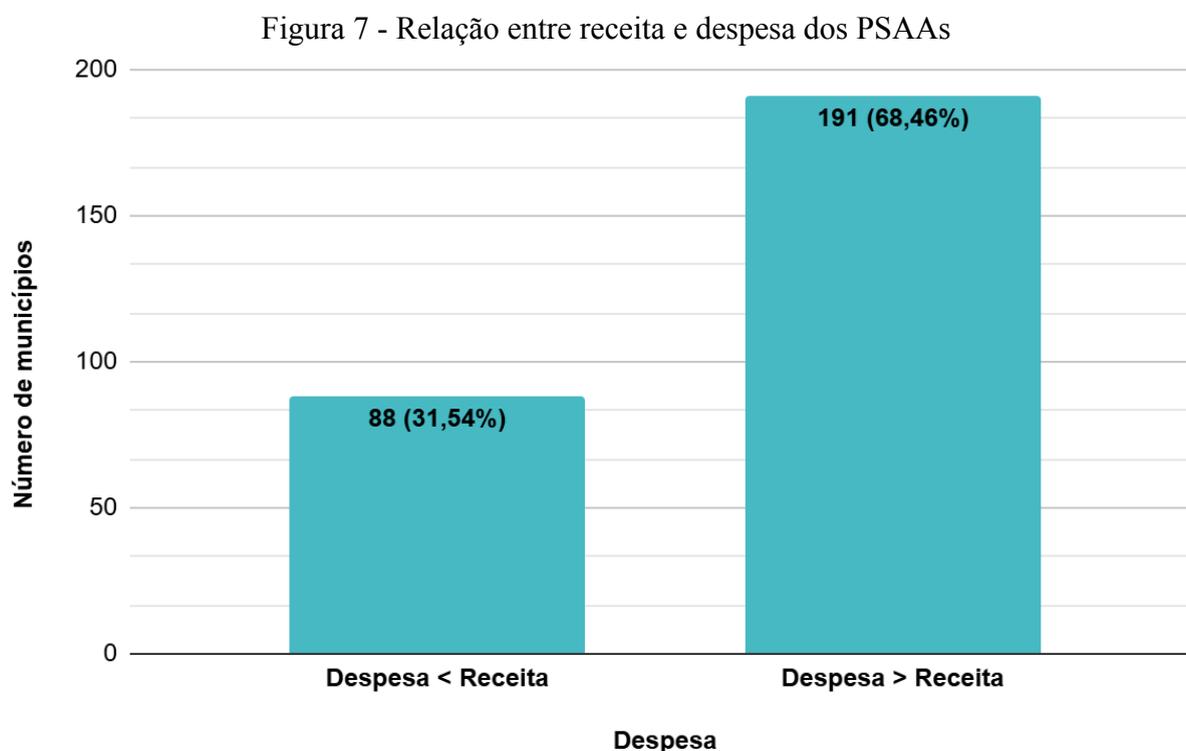


Fonte: Elaborado pela autora

A CASAN opera a maioria dos SAAs em Santa Catarina, fornecendo água potável e serviços de saneamento em 193 dos 295 municípios. A companhia gerencia uma extensa rede de captação, tratamento e distribuição de água, atendendo tanto áreas urbanas quanto rurais. O município de Porto União possui a mesma administração, apesar de operado pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). Em relação aos resultados, a sociedade de economia mista totaliza 65,76% da administração dos SAAs no estado, ou seja, 194 municípios. A Administração Pública abrange 17,97% (53 dos municípios), as autarquias, 13,90% (41 municípios) e, por fim, apenas 2,37% (7 municípios) possuem PSAAs de natureza jurídica de sociedade anônima fechada.

Sabe-se que as receitas operacionais maiores que as despesas, indicam sustentabilidade econômico-financeira da prestação de serviços de saneamento básico. Assim, uma das formas de analisar a sustentabilidade do PSAA é a partir da avaliação de indicadores de despesa total com os serviços por m<sup>3</sup> faturado (R\$/m<sup>3</sup>) e tarifa média praticada (R\$/m<sup>3</sup>).

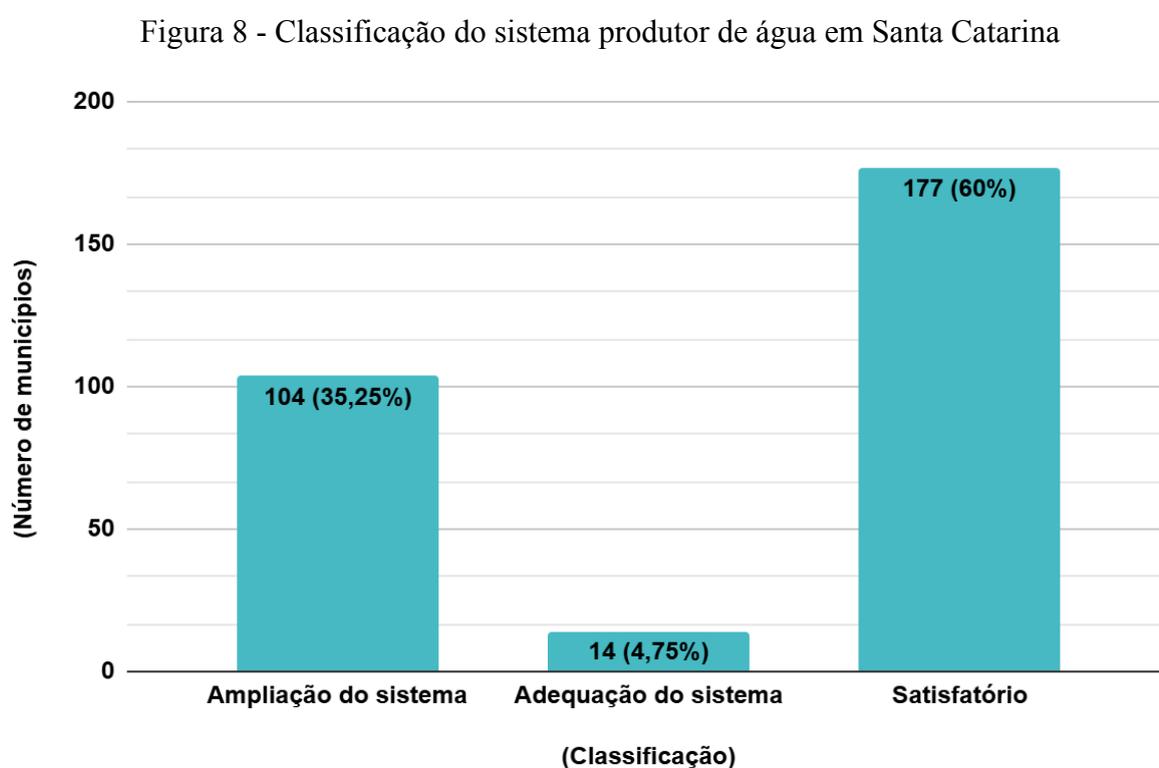
Observa-se que 68,46% (Figura 7) dos municípios catarinenses (excluindo-se 16 municípios em que esses dados não estavam disponíveis) possuem despesa maior do que a arrecadação, o que dificulta a implementação de investimentos, por parte do PSAA, no SAA. Foi realizado um levantamento dos 295 municípios catarinenses (Apêndice A, pg. 70), no qual os valores desses indicadores podem ser visualizados.



Fonte: Elaborado pela autora

De acordo com o IBGE (2022), em Santa Catarina, apenas 32 dos 295 municípios possuem mais de 50.000 habitantes. A partir disso e sabendo que a maioria dos municípios do estado são de pequeno porte, o tamanho do município pode influenciar na capacidade de investimentos. Ainda, ao saber que Funasa oferece apoio técnico e financeiro em municípios com até 50 mil habitantes, é possível constatar que ela fornece apoio aos municípios catarinenses, por serem de pequeno porte.

Classificou-se o sistema produtor de água catarinense a partir da combinação dos indicadores de vulnerabilidade do manancial e do sistema produtor, avaliando a eficiência na produção de água, que pode ser observada na Figura 8.

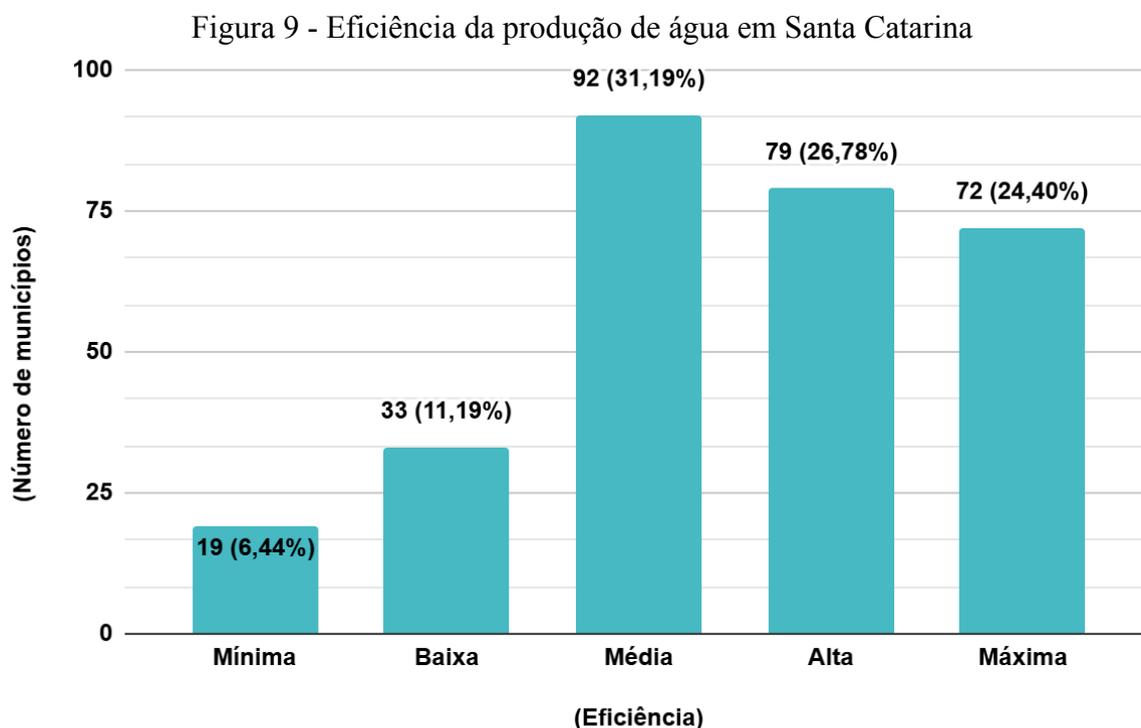


Fonte:Elaborado pela autora

Com base nos resultados, sabe-se que 35,25% dos municípios catarinenses necessitam de ampliação no sistema produtor de água, o que totaliza 104 dos 295 municípios. Dos 295 municípios, 177 possuem um sistema produtor satisfatório, o que representa 60% do estado. Apenas 4,75% (14 municípios), necessitam de adequação no sistema produtor de água. Portanto, Santa Catarina possui, no geral, um sistema produtor de água satisfatório, apesar do grande número de sistemas que necessitam de ampliação.

Além do levantamento da classificação do sistema produtor de água, a ANA também realizou um levantamento quanto à eficiência na produção. Com base nos dados apresentados na

Figura 9, constata-se que a eficiência média da produção de água em Santa Catarina foi a mais encontrada, com 31,19%. Em seguida, a eficiência alta (26,78%) e máxima (24,40%) contemplaram mais municípios do estado

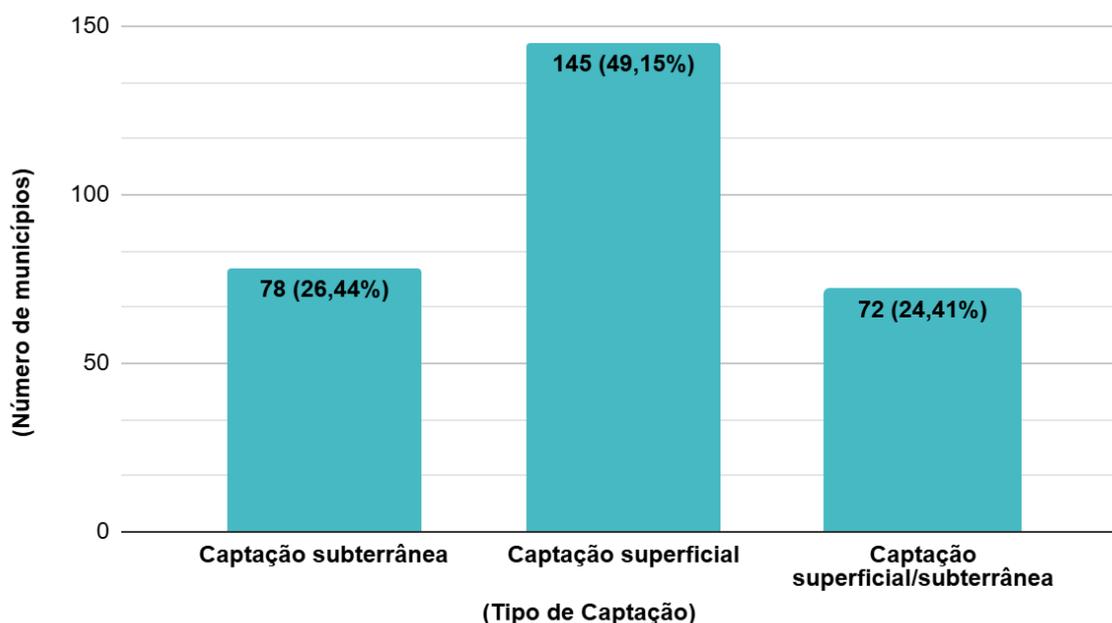


Fonte: Elaborado pela autora

Constata-se, ao estabelecer uma relação entre os gráficos apresentados anteriormente, que os municípios catarinenses podem apresentar dificuldades em relação à implementação das boas práticas de gestão, em conjunto com o monitoramento preventivo, em seus SAAs. Com os resultados, é evidenciado o elevado número de municípios que necessitam de ampliação em seus SAAs (35,25%), além do pequeno porte da maioria dos municípios (apenas 32 com população acima de 50.000 habitantes). Ainda, 191 municípios, dos 279 que apresentaram os indicadores de despesa total com os serviços por m<sup>3</sup> faturado (R\$/m<sup>3</sup>) e tarifa média praticada (R\$/m<sup>3</sup>) possuem despesa maior do que receita. Dessa forma, fica clara a dificuldade que pode ser encontrada pelos PSAAs na execução de investimentos nos sistemas, necessários na distribuição de uma água segura.

Para a caracterização do abastecimento de água em Santa Catarina, neste trabalho, com foco na qualidade da água bruta e no processo antes da chegada da água ao tratamento, é imprescindível identificar os tipos de captação. A partir da visualização da Figura 10, é possível observar os tipos de captação de água dos SAAs catarinenses.

Figura 10 - Tipos de captação de água em Santa Catarina



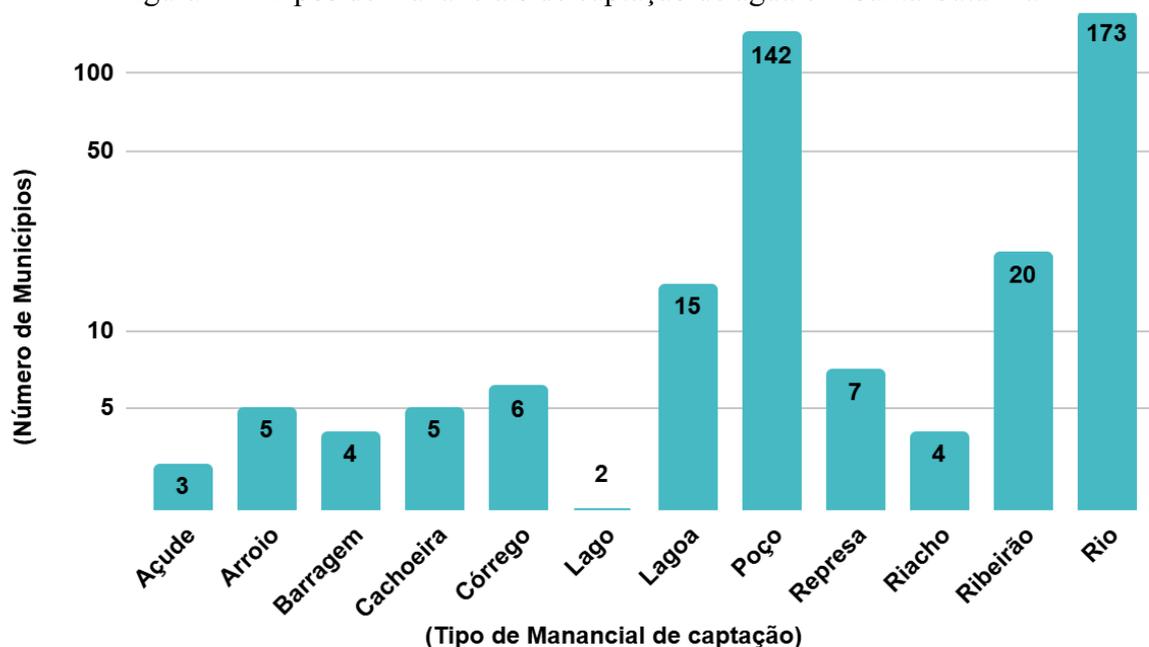
Fonte: Elaborado pela autora

Constata-se que a maior parte da captação de água para abastecimento público no estado de Santa Catarina se dá pelas águas superficiais, totalizando 145 dos 295 municípios com uso desse tipo de captação de água. O número representa que 49,15% dos municípios possuem captação superficial de água como forma de abastecimento.

Por sua vez, a captação subterrânea ocorre em 78 dos 295 municípios, o que equivale a 26,44% de abastecimento de água do tipo subterrâneo no estado de Santa Catarina. Por fim, a captação subterrânea e superficial concomitantemente é utilizada em 72 municípios, o que corresponde a 24,41%. Na Figura 11, é possível observar os tipos de mananciais de captação utilizados no estado de Santa Catarina, sendo que muitos municípios possuem mais de uma fonte de abastecimento de água.

O maior número de municípios é abastecido por rio como manancial, totalizando 173. Em seguida está o poço de captação, correspondendo a 142 municípios com o uso de poços de captação de água. O menor número se dá pelo uso de lagos como forma de abastecimento, abrangendo apenas 2 municípios com uso desse tipo de manancial. Portanto, os resultados obtidos destacam a importância da adoção de boas práticas, em conjunto com o monitoramento preventivo, tanto da captação superficial quanto da captação subterrânea. Embora a captação superficial seja a mais empregada no estado, o uso da água subterrânea também é amplamente comum.

Figura 11 - Tipos de mananciais de captação de água em Santa Catarina



Fonte: Autoria própria (2024).

#### 4.2 AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO MONITORAMENTO

Na implementação do monitoramento preventivo da qualidade da água bruta, é fundamental compreender as competências e responsabilidades, por parte do PSAA, abordadas nas legislações em vigor. Na Portaria nº 888/21 as competências e responsabilidades do PSAA possuem relação com a avaliação dos riscos à saúde, com base nos critérios de uso da bacia contribuinte ao manancial e no histórico das características da água.

Além disso, abrangem a comunicação dos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos sobre a qualidade da água do manancial, especialmente quando os parâmetros estão fora dos limites ou das condições estabelecidas pela classe de enquadramento. Ademais, são consideradas as alterações na qualidade da água que possam indicar risco à saúde e as ações necessárias para proteger os mananciais e as bacias. Foram compiladas as competências e responsabilidades em relação ao monitoramento da qualidade da água bruta, por parte do PSAA, trazidas na Portaria nº 888/21 e que podem ser visualizadas no Quadro 2.

As competências e responsabilidades do PSAA, pelo Decreto nº 1846/18, podem ser visualizadas no Quadro 3. Quando comparadas com a legislação nacional, abordam mais o monitoramento preventivo da água bruta, trazendo sobre o mantimento das placas de identificação e cercamento, elaboração do PSA e monitoramento das instalações e da água bruta.

Quadro 2 - Competências e responsabilidades do PSAA (888/21)

Relação	Competência e responsabilidade (Portaria n° 888/21)
Qualidade da água	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exercer o controle da qualidade da água para o consumo humano;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encaminhar à autoridade de saúde pública, anualmente e sempre que solicitado, o plano de amostragem de cada SAA para a avaliação da vigilância;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar o monitoramento da qualidade da água, conforme plano de amostragem;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registrar no Sisagua dados de cadastro de abastecimento e qualidade da água;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assegurar pontos de amostragem: saída de cada filtro ou após a mistura da água filtrada, saída do tratamento, reservatórios, rede de distribuição e captação;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicar à autoridade de saúde pública municipal e à população a detecção de situações de risco, bem como as medidas adotadas;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avaliar os riscos à saúde com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, histórico das características das águas, características físicas do SAA, condições de operação e manutenção e qualidade da água distribuída;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encaminhar à autoridade de saúde pública dos dados de cadastro das formas de abastecimento e relatórios de controle da qualidade da água;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporcionar mecanismos para recebimento de reclamações e manter registros atualizados sobre qualidade e limpezas de reservatórios, disponibilizando-os;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicar à autoridade de saúde alterações na qualidade da água dos mananciais;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fornecer à autoridade dados de controle da qualidade da água quando solicitados;</li> </ul>
Proteção de manancial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicar aos órgãos ambientais e aos gestores de recursos hídricos as características da qualidade da água dos mananciais em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contribuir com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, por meio de ações cabíveis para proteção dos mananciais e das bacias hidrográficas.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 3 - Competências e responsabilidades do PSAA (1846/18)

Tipo de manancial	Competência conforme a Portaria n° 888/21
Geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manter identificadas todas unidades do SAA, afixando placas com as advertências necessárias à segurança da unidade;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar o PSA;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manter cercamento para garantir isolamento nas unidades do SAA;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispor de reserva operacional mínima de 1/3 do consumo máximo diário no SAA para garantir a continuidade do funcionamento das unidades operacionais;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encaminhar à Vigilância Sanitária Municipal até 15 de janeiro de cada ano e sempre que houver mudança do responsável técnico: Cadastro de SAA preenchido ou efetuar a atualização do cadastro diretamente no Sisagua e documento emitido pelo Conselho de Classe referente à responsabilidade técnica.</li> </ul>
Superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitorar as instalações de captação e mantê-las em condições de conservação e limpeza com fácil acesso e equipamentos funcionando, inclusive os de reserva;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Na presença natural de flúor, monitorar mensalmente o íon fluoreto na água bruta e, caso ultrapasse o valor máximo permitido ou não atinja o valor mínimo, adotar medidas corretivas para a adequação ao valor estabelecido na legislação em vigor;</li> </ul>
Subterrâneo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitorar os poços em que opera, mantendo a área adjacente ao poço em condições adequadas a fim de evitar contaminações;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Na presença natural de flúor, monitorar mensalmente o íon fluoreto na água bruta e, caso ultrapasse o valor máximo permitido ou não atinja o valor mínimo, adotar medidas corretivas para a adequação ao valor estabelecido na legislação em vigor.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora

Identifica-se que a Portaria nº 888 concentra sua atenção no monitoramento da qualidade da água tratada, enquanto o monitoramento da qualidade da água bruta possui abordagem limitada. Conforme ilustrado no Quadro 1 (pg. 19), a análise da condutividade elétrica, Cor Verdadeira, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, turbidez, pH, DQO, DBO, OD, substâncias orgânicas e inorgânicas, além de parâmetros organolépticos, é realizada semestralmente.

A presença de *Escherichia coli* e clorofila-a é monitorada mensalmente, enquanto as cianobactérias são analisadas trimestralmente, com monitoramento mensal para contagens de até 10.000 células/mL e semanal quando ultrapassam esse limite. Para o fitoplâncton, a análise ocorre quando a concentração de clorofila-a atinge ou supera 10 µg/L. As cianotoxinas são monitoradas semanalmente quando a contagem de cianobactérias exceder 20.000 células/mL ou, alternativamente, ao monitoramento de cianobactérias e clorofila-a.

A frequência de análises revela uma fragilidade no monitoramento preventivo da qualidade da água bruta, pelo longo espaço de tempo entre uma análise e outra, o que impede uma série histórica mais sólida para ser analisada e serem estabelecidas relações entre os parâmetros e eventos ocorridos nos SAAs. Além disso, existe o agravante pelas consequências da floração de algas nos mananciais, comentadas no subtópico “*Manancial como Unidade de Planejamento*” do referencial teórico deste trabalho.

Em relação ao Decreto nº 1846/18 é fixado que para a garantia do controle, ficam assegurados pontos de coleta de água na saída do tratamento e na rede de distribuição, não especificando pontos de coleta de água bruta, o que reforça a limitação no monitoramento preventivo, apesar de abordar mais sobre a água bruta em relação às competências do PSAA, comparado com o que é trazido na legislação nacional.

O Decreto discute sobre a água bruta que, caso contenha a presença natural de flúor, o PSAA deverá fazer o monitoramento mensal do íon fluoreto e, se ultrapassar o valor máximo permitido ou não atingir o valor mínimo, deverá adotar medidas corretivas para a adequação ao valor estabelecido na legislação em vigor. Ademais, sabe-se que a compatibilidade do tratamento da água com as características do manancial deve estar em conformidade com as normas técnicas da ABNT, com o PSA e o Plano de Bacias, entretanto, isso só é possível com a realização do monitoramento preventivo da qualidade da água bruta.

Portanto, ao avaliar as legislações, nota-se que a obrigatoriedade das análises se concentram após o tratamento e no sistema de distribuição, enquanto o monitoramento da qualidade da água bruta é limitado. Isso preocupa, pois esse monitoramento pode auxiliar na identificação de

correlações nos SAAs, auxiliando na melhora do tratamento da água e ao evitar riscos antes da chegada da água ao tratamento.

Dessa forma, destaca-se a importância do monitoramento preventivo da qualidade da água bruta e da necessidade de uma abordagem mais rigorosa pelas legislações vigentes para que haja obrigatoriedade e para que, de fato, o monitoramento preventivo ocorra, colaborando na gestão eficaz de riscos nos SAAs e na segurança da água.

Como constatado anteriormente, existem deficiências nos SAAs catarinenses que podem levar à inviabilidade na implementação do monitoramento preventivo no estado, por parte dos PSAAs. Na implementação, são necessários investimentos, que podem ser impossibilitados pelas deficiências encontradas. Portanto, é imprescindível o auxílio aos municípios, como os técnicos e financeiros fornecidos pela Funasa, para que as boas práticas de gestão, em conjunto com o monitoramento preventivo, possam ser implementadas nos SAAs como instrumentos de apoio na entrega da água segura à população.

#### 4.3 BOAS PRÁTICAS IDENTIFICADAS

A segunda edição do “*Manual do plano de segurança da água: Gestão de riscos passo a passo para fornecedores de água potável*” aborda sobre práticas otimizadas de monitoramento da qualidade da água (WHO, 2023). Neste trabalho foram identificadas boas práticas, abordadas neste tópico, e voltadas à qualidade da água bruta. Portanto foram discutidas boas práticas para serem implementadas com o monitoramento preventivo na bacia de captação, manancial superficial e captação superficial e subterrânea, como unidades de planejamento dos SAAs.

##### 4.3.1 Monitoramento das Placas de Sinalização de Mananciais

Uma boa prática a ser implementada nas bacias de captação é o monitoramento das placas de sinalização de mananciais. Nas rodovias, elas desempenham papel importante na proteção contra os riscos associados ao transporte de cargas perigosas, como ferramentas eficazes de conscientização e comunicação, ao informar sobre a importância da área e estimular a necessidade de protegê-la, assim como auxiliar na comunicação em casos de acidentes.

Desse modo, manter a visibilidade e a integridade das placas nos pontos de interseção entre a rodovia e o manancial é essencial para prevenir a contaminação da água por substâncias tóxicas ou que possam comprometer o tratamento (Brasil, 2006). A sinalização ajuda a evitar práticas

prejudiciais na área, como o uso de agroquímicos, a construção irregular e o desmatamento. Como resultado, contribui para a redução dos custos com o tratamento da água, uma vez que a menor exposição a contaminantes diminui a necessidade de intervenções e garante a continuidade do abastecimento, minimizando interrupções.

Essa abordagem está alinhada a um plano de gestão de riscos, focado na segurança da água. Portanto, recomenda-se que o monitoramento das placas de sinalização dos mananciais deve ser realizado mensalmente pelo PSAA, garantindo a verificação da integridade física das placas e sua visibilidade. Caso alguma placa esteja danificada, o PSAA deve realizar o registro fotográfico e providenciar a sua remoção e substituição. Caso sejam retiradas, as placas devem ser repostas o mais rápido possível.

#### **4.3.2 Monitoramento das Áreas de Nascentes e Marginais ao Manancial**

Outra boa prática importante é o monitoramento das áreas de nascentes e marginais ao manancial, para identificar áreas com surgimento ou expansão de ocupação. A preservação da vegetação ao redor das nascentes é fundamental para favorecer a infiltração de água no solo, alimentação dos aquíferos e corpos d'água superficiais, resultando em uma melhora na qualidade da água ao reduzir o risco de contaminação por sedimentos, produtos químicos e resíduos urbanos (WHO, 2023). Isso diminui a necessidade de tratamentos mais complexos da água e auxilia na manutenção da vazão constante dos mananciais, o que garante oferta contínua de água.

Para garantir a eficácia dos programas de proteção, é essencial monitorar sua implementação e identificar possíveis expansões em áreas sensíveis, mesmo quando esses programas estão em vigor. Recomenda-se o monitoramento preventivo semestral ou anual, realizado pelo PSAA, com visitas e observação de possíveis mudanças, como o surgimento de fontes potenciais de poluição próximas ao manancial ou de seus afluentes. Caso essas áreas sejam identificadas, é necessário acionar os órgãos ambientais responsáveis para a adoção de medidas.

Adicionalmente, recomenda-se o estabelecimento de pontos estratégicos de monitoramento das margens dos rios, preferencialmente em morros que permitam uma boa visibilidade para detectar alterações, como o aparecimento de novas ocupações ou a degradação da mata ciliar. Sugere-se o monitoramento mensal, com registro fotográfico pelo PSAA, para contribuir na garantia da continuidade da preservação e detecção de qualquer mudança relevante que possa colocar a segurança da água em risco.

### 4.3.3 Monitoramento do Surgimento/Expansão de Áreas de Ocupação

Em conformidade com a identificação dos perigos e eventos perigosos na bacia de captação, é fundamental monitorar o surgimento ou a expansão de ocupação ao longo da bacia, visto que a contaminação da água é a principal responsável pela elevação dos custos relacionados ao tratamento e pela ineficiência na remoção de substâncias, que podem afetar a saúde humana (FIA *et al.*, 2015).

Nesse sentido, o monitoramento preventivo das potenciais fontes pontuais de poluição como indústrias, cemitérios, postos de combustíveis, novas construções que podem não apresentar sistemas adequados de coleta e tratamento de esgotos, e atividades agrícolas e pecuárias intensivas, é trazido no “*Manual do plano de segurança da água: Gestão de riscos passo a passo para fornecedores de água potável*” (WHO, 2023) e caracteriza-se como uma boa prática a ser implementada na bacia de captação, visto que, ao monitorar preventivamente essas fontes, a água captada terá uma menor carga de contaminantes.

Quando identificadas, a partir do monitoramento preventivo, novas construções que não apresentarem sistemas adequados de coleta e tratamento de esgotos, os órgãos ambientais responsáveis devem ser acionados pelo PSAA para tomar as medidas cabíveis. É crucial implementar campanhas de conscientização e educação ambiental para os geradores dos efluentes, a fim de sensibilizá-los sobre os benefícios ambientais e das condições sanitárias ao se adequarem (WHO, 2023).

Em relação à identificação do uso de agrotóxicos, é recomendável um monitoramento seletivo, o que deve considerar a sazonalidade das plantações, os agrotóxicos mais utilizados e os limites legais estabelecidos (Ministério da Saúde, 2024). Uma estratégia eficaz é a criação de um calendário agrícola, que indique os períodos de aplicação de agrotóxicos nas diferentes culturas.

Para auxiliar na elaboração do calendário agrícola, por parte do PSAA, e focado no SAA, é recomendado o apoio de um profissional habilitado. Como forma de facilitar na elaboração do calendário agrícola, foi desenvolvido um modelo fictício, que está exemplificado na Figura 12.

Figura 12 - Calendário agrícola a ser confeccionado pelo PSAA

CULTIVO					
MESES	ARROZ	CITRICOS	FUMO	MAÇA	MILHO
JAN					
FEV					
MAR					
ABR					
MAI					
JUN					
JUL					
AGO			AGROTÓXICO 1		AGROTÓXICO 2
SET	AGROTÓXICO 1				
OUT		AGROTÓXICO 2			
NOV					
DEZ				AGROTÓXICO 3	

LEGENDA: ● PLANTIO ● COLHEITA

AGROTÓXICO 1: carbofurano AGROTÓXICO 2: Rund Up AGROTÓXICO 3: Glifosato

Fonte: Elaborado pela autora

O calendário deve ser adaptado aos tipos de cultivo, na bacia de captação do SAA em questão, e aos meses de plantio e colheita de cada cultura. Com isso, será possível a identificação dos agrotóxicos utilizados em cada cultivo e os impactos potenciais no abastecimento de água.

O calendário agrícola deve ser acessível à equipe do PSAA, impresso e colocado em local visível. Ainda, o calendário deve ser atualizado sempre que houver alterações nos tipos de cultivo, ou períodos de plantio e colheita de cada cultivo, para representarem a realidade e a potencial influência no SAA, e ser usado de forma efetiva na prevenção de riscos.

Para que o monitoramento preventivo das fontes potenciais de poluição seja eficaz, é essencial a identificação de unidades de planejamento na bacia de captação. O diagnóstico e a avaliação desses pontos auxiliam na segurança da água. Uma boa prática adicional é a criação de um mapa da bacia de captação (Figura 13), a ser elaborado pelo PSAA.

A elaboração e observação do mapa facilitará a visualização, por parte do SAA, dos pontos de controle presentes na bacia de captação, ao incluir as indústrias, postos de combustíveis, cemitérios, áreas agrícolas e rotas de veículos com cargas perigosas que possam colocar a segurança da água em risco. Ainda, contém os pontos visitáveis nas rondas pela bacia de captação, a serem realizadas pelo PSAA, como as placas de sinalização dos mananciais, a área de influência dos poços e o surgimento ou a expansão de atividades na bacia de captação.

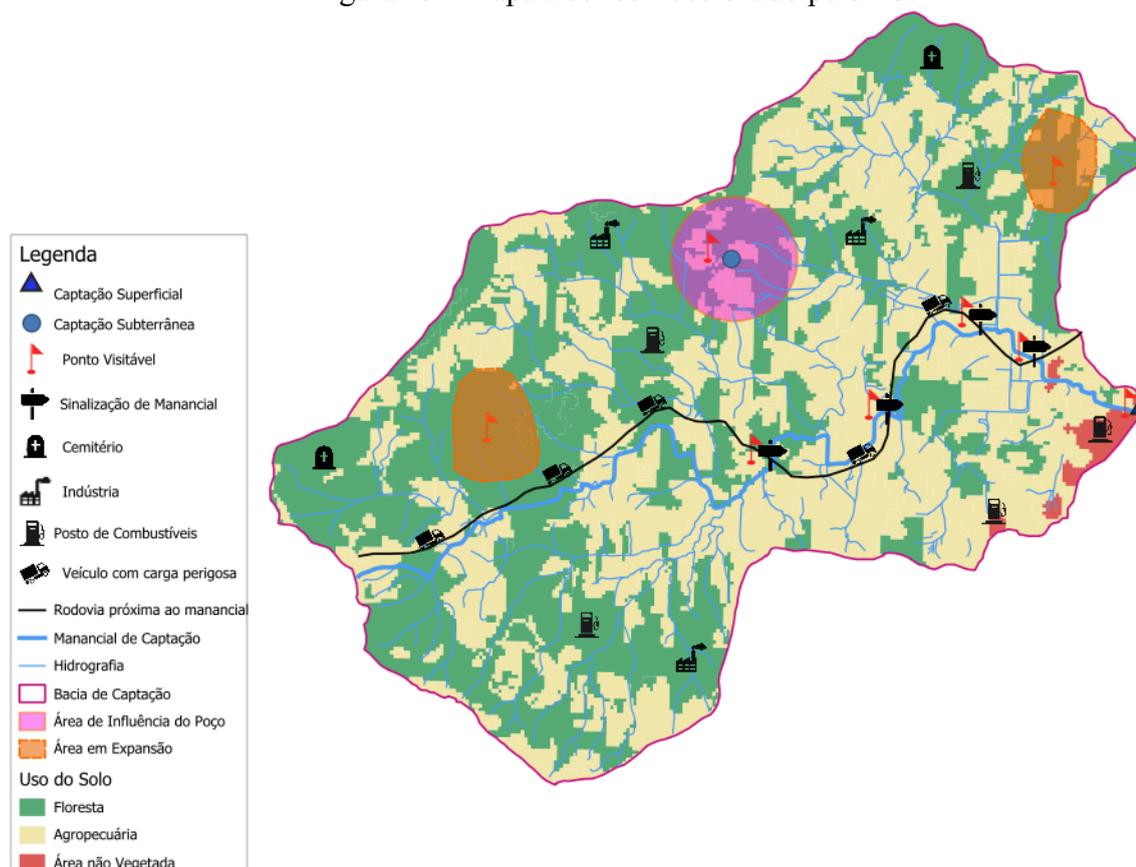
Com o mapa em mãos, é possível realizar as rondas periódicas de monitoramento, ao longo da bacia de captação. Recomenda-se que o monitoramento preventivo das captações seja realizado diariamente, enquanto as placas de sinalização de mananciais devem ser verificadas mensalmente. Também é indicado monitorar, mensalmente, os pontos de avistamento das margens dos rios e a área de influência dos poços. Para as áreas com surgimento ou expansão de ocupação na bacia de captação, recomenda-se o monitoramento semestral ou anual. O mapa (Figura 13) deve ser atualizado, sempre que novos pontos de controle forem identificados, ou quando algum ponto previamente mapeado deixar de representar risco para o abastecimento.

Na atualização eficaz do mapa da bacia de captação (Figura 13) e na implementação de um monitoramento preventivo eficiente, precisa-se estabelecer um canal de comunicação entre os setores operacional e comercial do PSAA, o que permitirá, por exemplo, que, ao solicitar uma nova ligação de água no setor comercial, o setor operacional possa identificar o surgimento de uma nova possível fonte de poluição a ser monitorada.

Além disso, é importante manter uma linha de comunicação constante do PSAA com a prefeitura e os órgãos ambientais sobre a aprovação de novos empreendimentos como loteamentos, indústrias, postos de combustíveis, atividades de extração mineral, madeireira e outras atividades potencialmente poluidoras e que possam colocar a segurança da água em risco (WHO, 2023).

Ressalta-se que o PSAA deve se posicionar e tomar as medidas necessárias ao identificar, a partir do monitoramento preventivo da bacia de captação, o surgimento de novas potenciais fontes de poluição da água na área da bacia de captação. Para o mapa (Figura 13) que auxiliará no monitoramento preventivo foi criado um modelo, que será utilizado para a confecção do mapa pelo PSAA, conforme as informações do SAA em questão. O exemplo criado pode ser visualizado na Figura 13.

Figura 13 - Mapa a ser confeccionado pelo PSAA



Fonte: Elaborado pela autora

#### 4.3.4 Monitoramento da Área de Influência dos Poços

O monitoramento da área de influência dos poços é importante, pois a localização dos poços em áreas seguras minimiza o risco de contaminação da água por poluentes industriais, agrícolas ou residenciais. Ademais, a distância de áreas propensas a desastres naturais, como enchentes e deslizamentos de terra, reduz a probabilidade de danos às estruturas dos poços.

O monitoramento da área de influência dos poços pode ser complementado por registros fotográficos, permitindo a identificação de novas fontes pontuais de poluição. Ao identificar essas novas fontes, o mapa da bacia de captação (Figura 13), com a representação da área de influência dos poços, deve ser atualizado como forma de torná-lo mais fidedigno à realidade presente do SAA. Recomenda-se o acompanhamento mensal, por parte do PSAA, para auxiliar na garantia da segurança da água ao monitorar preventivamente as condições da área de influência dos poços.

### **4.3.5 Monitoramento da Quantidade de Água Disponível no Manancial**

O monitoramento preventivo da quantidade de água disponível no manancial auxilia no fornecimento contínuo, evitando interrupções que possam afetar o abastecimento. Isso reduz a dependência de fontes alternativas, que podem ser mais caras, menos seguras e ambientalmente prejudiciais. Por meio de um manancial estável ao longo do ano, as ETAs podem operar de forma consistente, evitando adaptações frequentes e variações extremas na quantidade ou qualidade da água, o que resulta em maior eficiência e menores custos no tratamento.

O monitoramento da quantidade pode ser viabilizado pela implementação de programa de medição do nível do manancial. Para implementar o programa de medição de nível, o PSAA deve identificar estações fluviométricas existentes, ou, quando não existentes, providenciar medições de nível no manancial. As medições devem ser realizadas diariamente e, para a visualização dos dados, é recomendada a elaboração de gráficos de acompanhamento do nível para correlacionar com parâmetros de qualidade da água, como a turbidez da água bruta.

Com base nos dados obtidos pelas estações fluviométricas ou pela medição de nível do manancial, gráficos de tendências do manancial superficial, ao longo dos meses do ano, devem ser gerados pelo PSAA para possibilitar o monitoramento preventivo (WHO, 2023). Esses gráficos devem ser disponibilizados em locais acessíveis, para que o PSAA possa monitorar e agir preventivamente.

### **4.3.6 Monitoramento da Qualidade e Cumprimento do Plano de Monitoramento**

O monitoramento da qualidade da água bruta é uma boa prática para auxiliar na garantia da segurança do abastecimento, pois permite a detecção precoce de contaminantes e possibilita a adoção de medidas antes da chegada à ETA, o que facilita os processos de tratamento e contribui para evitar crises no abastecimento, decorrentes da variação na qualidade da água.

O parâmetro de clorofila-a, como parte do monitoramento da qualidade da água bruta, é uma prática importante na detecção da floração de algas no manancial. Essa abordagem, identificada na legislação nacional em vigor, ajuda a prevenir a eutrofização e a reduzir, ou até mesmo eliminar, os riscos associados à presença de algas nos mananciais, que é abordada no manual de controle da qualidade da água (Fusana, 2014).

Para viabilizar o monitoramento preventivo, é fundamental manter registros dos dados de qualidade da água, além de buscar associações com eventos sazonais, regime de chuvas, períodos

de seca e o calendário agrícola. Essas associações podem ser representadas visualmente por meio de gráficos e devem ser disponibilizadas para o controle operacional do PSAA.

O cumprimento do plano de amostragem, conforme exigido pela legislação, é importante para assegurar a conformidade legal e garantir o monitoramento da qualidade da água, além da detecção precoce de riscos, entretanto, o simples cumprimento do plano de amostragem não garante um monitoramento eficaz no sentido de visualização e análise dos dados, sendo necessário o plano de monitoramento.

O plano de amostragem e o plano de monitoramento da qualidade da água têm propósitos distintos, embora complementares. O plano de amostragem, objetiva definir a metodologia de coleta das amostras de água, detalhando aspectos como número de amostras, locais, frequência e os parâmetros a serem analisados. Sua principal importância é garantir que as amostras coletadas sejam representativas do corpo d'água, assegurando a confiabilidade dos dados obtidos.

Por outro lado, o plano de monitoramento visa o acompanhamento contínuo e a avaliação da qualidade da água, ao longo do tempo. Seu foco é no uso dos dados, obtidos no plano de amostragem, para identificar tendências, avaliar a conformidade com os padrões estabelecidos e orientar a tomada de decisão na gestão da água. Sua principal importância está em contribuir para a proteção dos recursos hídricos, identificar problemas de poluição e fornecer subsídios para a implementação de ações corretivas, com o objetivo de garantir a qualidade da água fornecida.

Dessa forma, na boa prática de monitoramento da qualidade da água bruta e cumprimento do plano de monitoramento, é recomendada a frequência diária de coleta de amostras de água bruta pelo PSAA para o estabelecimento de relações, a partir das associações identificadas com o plano de monitoramento, entre os dados de qualidade da água e eventos como chuvas ou períodos de seca.

Destaca-se que é crucial adotar medidas adequadas para mitigar os riscos associados a eventos adversos. Essas medidas podem incluir, conforme a situação, a inclusão de produtos e processos auxiliares ao tratamento da água, a redução da vazão de captação ou, ainda, a utilização de fontes alternativas de captação da água.

#### **4.3.7 Monitoramento da Captação Superficial e da Qualidade da Água Bruta**

O monitoramento da captação superficial inclui o monitoramento da restrição do acesso às áreas de captação. Ao verificar o cumprimento dessa restrição, contribui-se para a preservação da área e aprimora-se a gestão de riscos. A implementação do monitoramento da restrição do acesso fortalece a segurança hídrica e garante a conformidade com as exigências legais, visto que, de

acordo com o Decreto nº 1846/18, todos os pontos de captação devem estar devidamente protegidos contra o acesso de pessoas não autorizadas, e de animais (Santa Catarina, 2018).

No monitoramento da captação e da qualidade da água bruta, verifica-se o funcionamento da proteção contra a entrada de sólidos na captação e da tomada de água, para que esteja ajustável ao nível do manancial, discutidos no manual de controle da qualidade da água (Funasa, 2014), além do estado de conservação de estruturas e equipamentos, como motobombas, válvulas, registros, manômetros e quadros de comandos elétricos.

Ao adotar a boa prática de monitoramento, minimizam-se riscos operacionais e prolonga-se a vida útil dos equipamentos. É recomendada a instalação de crivos, que filtram areia e detritos, garantindo uma água mais límpida e protegendo o sistema de bombeamento, o que prolonga a vida útil. Além disso, a tomada de água ajustável ao nível do manancial auxilia na melhora da qualidade da água captada, garantindo eficiência na operação. No entanto, vale ressaltar que deve ser monitorada e ajustada frequentemente.

Como forma de monitorar a captação e a qualidade da água bruta captada, recomenda-se que sejam realizadas visitas diárias na captação, para que sejam verificadas as condições de acesso e a restrição ao acesso, além da integridade física das instalações, como o funcionamento da proteção contra a entrada de sólidos e a tomada de água, para que esteja ajustável ao nível do manancial. Também devem ser monitorados ruídos e a temperatura dos equipamentos.

O bom estado de conservação das estruturas e equipamentos de captação contribui para a eficiência operacional, visto que estruturas e equipamentos bem conservados funcionam de maneira eficiente, reduzindo o risco de falhas operacionais, auxiliando na redução dos custos de manutenção e prevenindo problemas maiores, o que reduz os custos com reparos e substituições.

Caso o acesso não esteja restrito, o PSAA deverá restringi-lo. Se as condições de acesso não forem satisfatórias, o PSAA deve ajustá-las. Caso as instalações não estejam em boas condições de uso, o PSAA deve implementar melhorias na proteção contra a entrada de sólidos e ajustar a captação de água. Caso os equipamentos não estiverem funcionando corretamente, o PSAA deve encaminhá-los para manutenção e, após o reparo, recolocá-los em operação.

#### **4.3.8 Monitoramento dos Poços**

O monitoramento dos poços tem início com o monitoramento da restrição de acesso às áreas de captação que, como visto anteriormente, é fundamental para proteger a qualidade da água, reduzir riscos sanitários e aumentar a segurança operacional. Ainda, ajuda a preservar a área da

captação e melhorar a gestão de riscos. Além disso, assegura a conformidade com a legislação, conforme o Decreto catarinense nº 1846/18, que exige a proteção dos pontos de captação contra o acesso de pessoas não autorizadas e de animais.

O monitoramento da estrutura das captações subterrâneas e dos equipamentos associados, como motobombas, válvulas, registros, manômetros e quadros de comandos elétricos, é uma boa prática recomendada, pois a conservação desses equipamentos auxilia no seu funcionamento eficiente, resultando em melhor desempenho.

A conservação dos equipamentos também assegura o controle preciso do fluxo e da pressão da água, especialmente com válvulas e manômetros em boas condições. Ao monitorar a integridade física das instalações, deve-se observar aspectos como a acessibilidade, medidas de segurança, níveis de ruído e a temperatura dos equipamentos. Recomenda-se que os poços sejam visitados diariamente para garantir que as condições de operação permaneçam adequadas.

O monitoramento da instalação da laje de proteção do poço também deve ser realizado, por impedir a entrada de água da chuva, resíduos e poluentes. A laje protege as estruturas do poço contra danos físicos, como impactos de objetos, e contra a erosão do solo. A proteção, proporcionada pela laje, pode aumentar a vida útil do poço e das suas estruturas.

Para o monitoramento dos poços, é importante o acesso à documentação, que inclui o laudo de perfuração e fornece informações cruciais sobre a qualidade da água. O laudo contém dados sobre as características geológicas, como os tipos de solo e rochas, além de informações sobre a vazão do poço. Com base nele, é possível identificar riscos potenciais associados à perfuração e operação do poço, o que ajuda a prevenir problemas, que possam comprometer a segurança da água. O documento também pode incluir recomendações para a manutenção do poço, contribuindo para a longevidade e eficiência da captação subterrânea.

#### 4.4 GUIA DE BOAS PRÁTICAS

O Guia de Boas Práticas foi estruturado de forma a proporcionar uma abordagem completa e didática. Inicialmente, apresenta-se breve descrição dos autores, do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENS) da UFSC, do Laboratório de Potabilização das Águas (Lapoá) da UFSC e do Projeto PSA/SC. Em seguida, é apresentado o Lapoalito, o mascote do Lapoá, que foi utilizado para tornar o guia mais dinâmico e animado.

O objetivo do guia é apresentado logo após essa introdução, delineando claramente sua finalidade. Além disso, são abordados tópicos relacionados às boas práticas, começando pelas

práticas na bacia de captação. Entre elas, destacam-se: o monitoramento das placas de sinalização de mananciais ao longo da bacia de captação, o monitoramento do surgimento ou expansão de ocupações na bacia, o monitoramento das áreas de nascentes e margens ao longo do manancial e o monitoramento da área de influência dos poços. Para auxiliar na compreensão, são incluídos um mapa da bacia de captação e um calendário agrícola fictício.

A seguir, o guia apresenta as boas práticas específicas para o manancial superficial. Entre as principais práticas, estão o monitoramento da quantidade de água disponível no manancial e o monitoramento da qualidade da água e cumprimento do plano de monitoramento. Em sequência, são detalhadas as boas práticas a serem implementadas na captação superficial, como o monitoramento da captação superficial e da qualidade da água bruta captada. Por fim, no que se refere à captação subterrânea, destaca-se o monitoramento dos poços.

O Quadro 4 exemplifica como as boas práticas são apresentadas no guia, com ênfase no que o PSAA deve observar durante o monitoramento, a frequência recomendada para a realização das medições e as ações a serem tomadas com base no monitoramento preventivo.

Quadro 4 – Exemplo de abordagem da boa prática no guia

O que observar?	Com qual frequência?	Como agir?
Integridade e legibilidade	Mensal	Fazer registro de imagens para acompanhamento
		Providenciar limpeza/reparo/substituição (caso ilegível ou danificada)
Visibilidade	Mensal	Fazer registro de imagens para acompanhamento
		Providenciar limpeza do local/relocação das placas (caso visibilidade comprometida)

Fonte: Elaborado pela autora

## 5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos no desenvolvimento deste estudo, ficou evidente a importância do PSA e do monitoramento preventivo da qualidade da água bruta, como instrumentos para a minimização de riscos à segurança da água, uma vez que a análise de ocorrências, ao longo do tempo, permite avaliar o desempenho dos SAAs e identificar problemas recorrentes para agir preventivamente.

Foi constatado um elevado número de municípios catarinenses com menos de 50 mil habitantes, sendo que apenas 32 municípios possuem uma população acima desse valor. Esses municípios menores tendem a enfrentar maiores carências em termos de infraestrutura. Isso ficou evidente no levantamento dos indicadores de despesa total com os serviços por m<sup>3</sup> faturado (R\$/m<sup>3</sup>) e tarifa média praticada (R\$/m<sup>3</sup>), em que 68% dos municípios possuem uma despesa maior do que a receita, o que dificulta a implementação de investimentos.

Dessa forma, com o guia de boas práticas, elaborado neste trabalho, é possível auxiliar esses municípios na implementação de boas práticas, antes que a água chegue ao tratamento, em conjunto com o monitoramento preventivo, visando a melhoria contínua na gestão eficaz de riscos dos SAAs e auxiliando no alcance da segurança da água fornecida ao abastecimento público.

Dentre as boas práticas identificadas, destacaram-se ações relacionadas à proteção da bacia de captação, ao controle da qualidade do manancial e das captações superficiais e subterrâneas. Na bacia de captação, foi enfatizado o monitoramento das potenciais fontes pontuais de poluição da água. No manancial, as boas práticas identificadas se relacionam ao controle da qualidade da água bruta e à medição do nível. Na captação superficial, foram destacadas boas práticas de proteção contra inundações e prevenção da entrada de sólidos. Na captação subterrânea, as boas práticas incluíram o monitoramento dos poços e da sua área de influência.

Com base nas boas práticas levantadas, foi possível elaborar o guia rápido de boas práticas, que auxiliam na gestão eficiente dos SAAs, antes do tratamento da água. Este guia elaborado é relevante devido à escassez de materiais elaborados com foco no monitoramento preventivo da qualidade da água bruta. Dessa forma, o guia elaborado neste trabalho, tem um potencial significativo para a implementação do monitoramento preventivo nos SAAs, oferecendo um importante suporte na melhoria da gestão e segurança da água.

## REFERÊNCIAS

ABAS. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Disponível em: <<https://www.abas.org/educacao/pocos-para-captacao-de-agua/>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ABES-DN. *A importância do monitoramento integrado de dados de abastecimento de água na gestão de risco.* Disponível em: <<https://abes-dn.org.br/a-importancia-do-monitoramento-integrado-de-dados-de-abastecimento-d-e-agua-na-gestao-de-risco/>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 17080.** Plano de segurança da água - Princípios e diretrizes para elaboração e implementação. [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: <[www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)>. Acesso em: 06 jun. 2024.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR ISO 31000: Gestão de riscos - Diretrizes.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018.

Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE). (2023). *Avaliação de Investimentos: Resumo (Rev. 01).* Disponível em: <[https://aesbe.org.br/novo/wp-content/uploads/2023/05/avaliacao\\_investimentos\\_Resumo\\_Rev01\\_Entr.pdf](https://aesbe.org.br/novo/wp-content/uploads/2023/05/avaliacao_investimentos_Resumo_Rev01_Entr.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2024.

ASSUMPCÃO, Edson Eli. **Acidente de Transporte de Carga com Produto Perigoso em Rodovia tendo como Causa principal o motorista/condutor.** 2012. 78 p. Monografia (Especialização) – Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Curitiba, 2012.

AZEVEDO, H. A. M. A.; BARBOSA, R. P. **Gestão de recursos hídricos no Distrito Federal: uma análise da gestão dos Comitês de Bacia Hidrográfica.** Ateliê Geográfico, Goiânia, v. 5, n. 13, p. 162-182, 2011.

Barlow, Maude. *Futuro Azul.* São Paulo: M. Brooks do Brasil Editora Ltda, 2015.

BASTOS, R.K.X; GELLER, Leo (org.); PRINCE, Aloísio de A. (org.); BRANDÃO, C.C.S. (org.); COSTA, S. S. (org.); BEVILACQUA, P. D. (org.); ALVES, R. M. de S. (org.) **Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde.**

Brasília: MSOS, 2006. 252p. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/boas\\_praticas\\_agua.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/boas_praticas_agua.pdf)> Acesso em: 21 out. 2024.

BEVILACQUA, A. F. **A bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e desenvolvimento sustentável.** In: Anais... VI Encontro Nacional da ANPPAS, Belém, 2012. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro6/anais/ARQUIVOS/GT9-117-41.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2024.

BERTOLO, R.; HIRATA, R.; CONICELLI, B.; SIMONATO, M.; PINHATTI, A.; FERNANDES, A. **Água subterrânea para abastecimento público na Região Metropolitana de São Paulo: é possível utilizá-la em larga escala?.** Revista Dae, [S.L.], v. 63, n. 199, p. 6-77, 2015. Revista DAE. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/dae.2014.148>>. Acesso em: 24 out. 2024.

BEZERRA, N. R. **Aplicação de redes Bayesianas na identificação de perigos em sistemas de abastecimento de água para consumo humano: estudo de caso no município de Viçosa – Minas Gerais.** 2011. 183f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental.** 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

Brasil. **Capacitação em controle da qualidade da água para os técnicos dos municípios: modelo metodológico/Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde.** - Brasília: Funasa, 2014. 80 p.

Brasil. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).** Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Estabelece a Classificação das Águas Doces, Salobras e Salgadas do País e as Condições e Padrões para seu Uso. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 mar. 2005. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/agua/resolucao-no-357-do-conama-para-a-qualidade-da-agua/#:~:text=A%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20N%C2%B0%20357%2C%20de%2017%20de%20mar%C3%A7o,qualidade%20da%20%C3%A1gua%20para%20uso%20dom%C3%A9stico%20e%20industrial>>. Acesso em: 21 out. 2024.

Brasil. **Decreto n.º 5.440, de 04 de maio de 2005.** Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e

instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 de maio de 2005.

Brasil. **Lei 12651, de 25 de maio de 2012.** Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato20112014/2012/Lei/L12654.htm#art83](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12654.htm#art83)>. Acesso em: 18 out. 2024.

Brasil. **Ministério das Cidades.** Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA). Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa>>. Acesso em: 17 jul. 2024.

Brasil. **Portaria n.º 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 dez. 2011.

Brasil. **Ministério da Saúde.** Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5/2017, alterado pela Portaria GM/MS n.º 888/21. 2021.

Brasil. **Ministério da Saúde.** Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Plano de Segurança da Água: Garantindo a qualidade e promovendo a saúde: um olhar do SUS. Brasília: Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/GDWQ2004web.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2024.

Brasil. **Presidência da República.** Decreto n.º 5.440, de 4 de maio de 2005. [S. l.: s. n.], 2005. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm)>. Acesso em: 06 jun. 2024.

Brasil. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006.

Brasil. **Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador (DSAST).** Plano de Segurança da Água: Garantindo a qualidade e promovendo a saúde - Um olhar do SUS. Brasília: DSAST, 2012. 61 p.

Brasil. **Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação n.º 5: Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.** Brasília, 2017.

Brasil. **Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021 - DOU - Imprensa Nacional.** In.gov.br, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portariagm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 06 jun. 2024.

CALHEIROS, R. O. **Preservação e Recuperação das nascentes. Comitê das Bacias Hidrográficas.** Piracicaba, 2004.

CARVALHO, Luiz Guilherme; ROSA, Rosana Gomes da; MIRANDA, João Paulo Rocha. **O novo constitucionalismo latino-americano e a constitucionalização da água enquanto um direito humano fundamental: Os estados-constitucionais do Brasil, Uruguai, Equador e Bolívia em foco.** In: MARCONATTO, Alessandra; XAVIER, Alexandre Vicentine; MIRANDA, João Paulo Rocha de (Org.). **Direitos Fundamentais: análises da fronteira da paz até a Amazônia.** Universidade Federal do Pampa, Campus Santana do Livramento, Curso de Direito, 2020, p. 8-44.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017.** São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorio>. Acesso em: 21 out. 2024.

CHANG, Z. K.; CHONG, M.L; BARTRAM, J. **Analysis of water safety plan costs from case studies in the western pacific region.** Water Supply, [S.L.], v. 13, n.5, p. 1358-1366, 1 set. 2013. IWA Publishing. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2166/ws.2013.146>.

Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). **Municípios atendidos.** Disponível em: <https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/municipios-atendidos#0>. Acesso em: 19 jul. 2024.

COSTA SILVA, T. H.; GONÇALVES DA SILVA, D.; DONIZETE RIBEIRO, D. **Conflitos, soberania hídrica e os fins da água: efeitos sobre famílias camponesas e geraizeiras de Petrolina (PE) e Correntina (BA).** Revista da Faculdade de Direito da UFG, Goiânia, v. 47, n. 1, 2023.

CBN. **Polícia Civil e MP investigam vazamento que causou contaminação da água no Rio.**

Disponível em:

<<https://cbn.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2024/04/05/policia-civil-e-mp-investigam-vazamento-que-causou-contaminacao-da-agua-no-rio.ghtml>>. Acesso em: 17 jul. 2024.

CNN Brasil. **Ácido sulfônico: saiba o que é a substância que vazou em rio após acidente com caminhão em SC.** Disponível em:

<<https://www.cnnBrasil.com.br/nacional/acido-sulfonico-saiba-o-que-e-a-substancia-que-vazou-em-rio-apos-acidente-com-caminhao-em-sc/>>. Acesso em: 17 jul. 2024.

CORRÊA, Rony Felipe Marcelino; VENTURA, Katia Sakihama. **Plano de Segurança da Água: modelo conceitual para monitoramento de riscos à contaminação de água em comunidades rurais.** Engenharia Sanitária e Ambiental, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 369-379, abr.

2021. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220190394>>. Acesso em: 17 jul. 2024.

CRUZ, R. C.; TAVARES, I. S. **Bacia hidrográfica: aspectos conceituais e práticos.** In: RIGHES, A. A. (Org.); BURIOL, G. A. (Org.); BOER, N. (Org.). **Água e educação: princípios e estratégias de uso e conservação.** Santa Maria, RS: Centro Universitário Franciscano, 2009. cap. 3.

Defesa Civil. Santa Catarina relembra um ano da maior tragédia do estado. 2009. Disponível em:

<<https://www.defesacivil.sc.gov.br/noticias/Santa>

Catarina-relembra-um-ano-da-maior-tragedia-do-estado/>. Acesso em: 21 out 2024.

DI BERNARDO, L., MINILLO, A., DANTAS, A. D. B. **Florações de Algas e de Cianobactérias: suas influências na Qualidade da Água e nas Tecnologias de Tratamento.**

São Carlos, [s.n.], 2010.

Diretoria de Vigilância Sanitária do estado de Santa Catarina (DIVS). **Informativo VSPEA [recurso eletrônico].** Informativo, n. 1, março, 2023.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE Santa Catarina S.A. **Água da Fonte: Proteção de fonte Modelo Caxambu - Como fazer a proteção.** EPAGRI/GMC, Florianópolis, 2002.

ESPÍRITO SANTO. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **PROCESSOS HIDROLÓGICOS: inundações, enchentes, enxurradas e alagamentos na geração de áreas de risco.** Vitória, 2017. 49 slides, color. Disponível em: <<https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Capacitacao/Material%20Did%C3%A1tica/CBPRG%20-%202017/Processos%20Hidro%C3%B3gicos%20%20%20Inunda%C3%A7%C3%B5es,%20Enchentes,%20Enxurradas%20e%20Alagamentos%20na%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%81reas%20de%20Risco.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2024.

FERNANDES, K. D. A. N. **Uso de carvão ativado de endocarpo de coco no tratamento de água.** Revista da Graduação, v. 3, n. 2, 17 nov. 2010.

FIA et al., 2015 FIA, R.; TADEU, H. C.; MENEZES, J. P. C.; FIA, F. R. L.; OLIVEIRA, L. F. C. (2015). **Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos ,v. 20, n. 1.).

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.** 2020. 32 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Gestão e Políticas Públicas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo, 2020.

FREITAS, Carlos Machado de; XIMENES, Elisa Francioli. **Enchentes e saúde pública: uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação.** Ciência & Saúde Coletiva, [S.L.], v. 17, n. 6, p. 1601- 1616, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-81232012000600023>>. Acesso em: 22 out. 2024.

FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. **A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde.** Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 993-1004, 2005.

Fundação Nacional de Saúde (Funasa). (2014). **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs.** Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4321633/mod\\_resource/content/1/Manual%20cont\\_quali\\_agua\\_tecnicos\\_trab\\_emetas.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4321633/mod_resource/content/1/Manual%20cont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf)>. Acesso em: 6 nov. 2024.

Fundação Nacional de Saúde (Funasa). (n.d.). **Perfil da organização no Portal de Dados Abertos**. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dados/organizacoes/visualizar/fundacao-nacional-de-saude-Funasa>>. Acesso em: 15 ago. 2024.

GRAC - GRUPO DE AÇÕES COORDENADAS. (org.). **RELATÓRIO INFORMATIVO Nº 059.2022 - CIOP/DIGD-DC CHUVAS INTENSAS E PROLONGADAS: novembro e dezembro de 2022**. Santa Catarina, 2022. 18 p.

GROTTO, B. de D.; FIALHO, A.M.; PROTTI, A. F.; RUGGIERO, M. H.; MOSCHINI, L. E. A **LEI DA APREM EM SÃO CARLOS-SP: análise de sua efetividade na bacia do Ribeirão Feijão**. Guia Universitário de Informações Ambientais, São Carlos, v. 2, n. 1, p.61-64, 14 de jun. de 2021.

HELLER, Leonardo. *Os Direitos Humanos à Água e ao Saneamento*. São Paulo: Editora Fiocruz, 2022.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. DE (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2016. 2 v.

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, Q. V; MARCELLINI, S. S.; VILLAR, P. C.; MARCELLINI, L. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2019. 38p. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/002928658>>. Acesso em: 21 out. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2022. **Tabelas - Prévia da População dos Municípios com base nos dados do Censo Demográfico 2022 coletados até 25/12/2022**. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=35938&t=resultados>>. Acesso em: 4 jun. 2024.

IBGE. **Santa Catarina**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc.html>>. Acesso em: 19 jul. 2024.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3 ed. Campinas: Editora Átomo, 2010. 486p.

LUCAS, A. A. T.; SANTANA, M. B. S.; MAGALHÃES, L. T. S.; NETO, A. O. A.; FACIOLI, G. G. **Classificação de nascente e análise física do solo na microbacia do Riacho do Timbó, região Nordeste**. Juazeiro(BA)/Petrolina(PE), 2009.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona, Ediciones Omega, 1983. 1010 p.

MARK A. MAREK, P.E., 2009. **Hydraulic Design Manual**. Disponível em: <[http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/hyd/time\\_of\\_concentration.htm](http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/hyd/time_of_concentration.htm)>. Acesso em: 04 nov. 2024.

MAYS, L. W. **Water transmission and distribution: Distribution Principles and Practices of Water Supply Operations**. American water works association. 4 edição, 2010.

Ministério da Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <[https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.p](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.p)>. Acesso em: 19 abr. 2024.

Ministério da Saúde. **Diretrizes para o Monitoramento de Agrotóxicos em Água para Consumo Humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/agrotoxicos/diretrizes-para-o-monitoramento-de-agrotoxicos-em-agua-para-consumo-humano>>. Acesso em: 08 dez. 2024.

MOCCIA, Maria Herminia Penteadó Pacheco e Silva. Sociedade de economia mista. Enciclopédia jurídica da PUC-SP. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga e André Luiz Freire (coords.). **Tomo: Direito Comercial**. Fábio Ulhoa Coelho, Marcus Elidius Michelli de Almeida (coord. de tomo). 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/227/edicao-1/sociedade-de-economia-mista>>. Acesso em: 19 jul. 2024.

MORAIS, C. **Plano de Segurança da Água, por que ele é tão importante**. In: D'ÁVILA BENSOSAN, M. (Org.). Plano de Segurança da Água na visão de especialistas. 1 ed. São Paulo: Setri, 2015. p. 107-121. Disponível em: <<https://abes-es-org.br/acesseoo-livro-plano-de-seguranca-da-agua-na-visao-de-especialistas/>> Acesso em: 21 out. 2024.

MORAES, Daniela Marques. **O acesso à justiça no Brasil, a expansão judicial e as garantias fundamentais.** In: SOUSA JÚNIOR, José Geraldo de [et al.]. *O direito achado na rua: introdução crítica ao direito como liberdade.* OAB Editora; Editora Universidade de Brasília. V. 10, Brasília, 2021, p. 453-458. OCTAVIANO, Carolina. Muito além da tecnologia: os impactos da Revolução Verde. *ComCiência* [online]. 2010, n.120, p.1-3.

OLIVEIRA, C. M. de SOUSA, I. C. N. de; ZANQUIM JUNIOR, J. W.; COLENCI, P. L. (org.). **CIDADES (I)LEGAIS: análise comparativa dos conflitos ambientais urbanísticos em São Carlos, Brasil e Coimbra, Portugal.** São Carlos: UFSCAR/CPOI, 2019. 275 p. 2019b.

Organização das Nações Unidas no Brasil. **Crise global de água é iminente, alerta Organização Meteorológica Mundial.** Disponível em: <<https://Brasil.un.org/pt-br/150314-crise-global-de-%C3%A1gua-%C3%A9-iminente-alerta-org-aniza%C3%A7%C3%A3o-meteorol%C3%B3gica-mundial>>. Acesso em: 16 ago. 2024.

PEDRO, Fábio Giardini, COSTA, Diógenes Cortijo. **Vulnerabilidade e Gravidade ambiental devido a acidentes com transporte rodoviários de combustíveis no município de Campinas – SP.** *Revista Brasileira de Cartografia*, Monte Carmelo, v.4, n.61, p. 301-320, 2009.

Petrella, Riccardo. *Manifesto da água: Argumentos para um contrato mundial.* São Paulo: Editora Vozes, 2004.

PINHEIRO, Jonison Vieira; MIORANDO, Priscila Saikoski; LIMA, Thaís Feijão. **Qualidade da água para consumo humano em dois sistemas de abastecimento público no município de Oriximiná-PA, Brasil.** *FapUNIFESP (SciELO)*, 14 fev. 2023. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/scielopreprints.5556>>. Acesso em: 17 jul. 2024.

QUADROS RÜCKERT, F. **O abastecimento de água na perspectiva da historiografia europeia e hispano-americana.** *Revista História: Debates e Tendências*, Passo Fundo, v. 17, n. 1, p. 157, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.5335/hdtv.17n.1.7241>>. Acesso em: 17 jul. 2024.

RECHKOSKA, Gordana; RECHKOSKI, Risto; GEORGIOSKA, Maja. **Transport of dangerous substances in the Republic of Macedonia.** *Procedia social and Behavioral Sciences*, v.44, p. 289-300, 2012.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. *Tratamento de Água: Tecnologia Atualizada*. São Paulo: Editora Blucher, 2017

Santa Catarina. Decreto n.º 1846, de 20 de dezembro de 2018. **Regulamenta o serviço de abastecimento de água para consumo humano no estado de Santa Catarina e estabelece outras providências.** Florianópolis, 2018. Disponível em: <<http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2018/001846-005-0-2018-004.ht>>. Acesso em: 04 jun. 2024.

SANTOS, I.; FILL H.D.; SUGAI, M.R.V.; BUBA, H.; KISHI, R.T.; MARONE, E.; WANIELISTA, M. KERSTEN, R. EAGLIN, R, R. **Hydrology: water quantity and quality control.** new york. John Wiley & Sons, 1997.

SILVA, José Iivaldo Alves de Oliveira; CUNHA, Belinda Pereira. **Água, democracia e a construção da cidadania: linhas para uma análise sociojurídica complexa.** Veredas do Direito, Belo Horizonte, v.14, n.30, p. 269-291, setembro/dezembro de 2017.

SOUZA FILHO, Carlos Frederico Marés. **A função social da terra.** Arte & Letra. 2. ed. Curitiba, 2021, 252 p.

SZIKSZAY, Maria. **Geoquímica das Águas.** São Paulo: [s. n.], 1992.

TANGERINO, E. P., DI BERNARDO, L. **REMOÇÃO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS POR MEIO DA OXIDAÇÃO COM OZÔNIO E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E FIME REMOVAL OF HUMIC SUBSTANCES BY MEANS OF OXIDATION WITH OZONE AND HYDROGEN PEROXIDE AND FIME RESUMO,** Engenharia sanitária ambiental, v. 10, n. 4, p. 290–298, dez. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522005000400005&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522005000400005&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 21 out. 2024.

TEDESCO, Adriana Maria; OLIVEIRA, Gilson Adamczuk; TROJAN, Flávio. **Avaliação da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas por meio dos métodos AHP e TOPSIS.** Engenharia Sanitária e Ambiental, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 401-407, jun. 2021. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220190322>>. Acesso em: 24 out. 2024.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.** 3a edição, 2006.

TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T. **Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre (RS), v.2, n.1: p.135-152, 1997.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION - UNESCO. **Declaração Universal dos Direitos Humanos.** Paris, 1948. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001394/139423por.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2024.

VENTURA, K. S.; VAZ FILHO, P.; NASCIMENTO, S. G. **Plano de segurança da água implementado na estação de tratamento de água de Guaraú, em São Paulo.** Engenharia Sanitária e Ambiental, [S.L.], v. 24, n. 1, p.109-119, fev. 2019. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019169771>>. Acesso em: 21 out. 2024.

VIEIRA, J.M.P. **Água e Saúde Pública.** 1th ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2018. 459p.

VILLAR, P. C. **As águas subterrâneas e o direito à água em um contexto de crise.** Ambiente & Sociedade [en linea]. 2016, XIX (1), 83-100. ISSN: 1414-753X. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31745308009>>. Acesso em: 21 out. 2024.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. 3ª edição, volume 1. Belo Horizonte, 2005.

WHO. **Water safety plan. a field guide to improving drinking-water safety in small communities.** Marmorvej, p. 100. 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum.** Geneva: WHO, 2017. 631 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for drinking-water quality.** Vol. 1. 3rd ed.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers.** 2023.

## APÊNDICE A - INFORMAÇÕES DO ABASTECIMENTO EM SC

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Abdon Batista	PM	Adm.pública	2.598	4,55	2,34	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
Abelardo Luz	CASAN	Economia mista	17.392	7,60	7,98	Superficial	Rio Chapecó	Satisfatório	Alta	Convencional
Agrolândia	CASAN	Economia mista	10.990	7,28	8,22	Superficial	Ribeirão da Garganta	Satisfatório	Máxima	Convencional
Agronômica	CASAN	Economia mista	6.055	8,12	8,23	Superficial	Rio Itajaí do Sul	Ampliação	Média	Convencional
Água Doce	CASAN	Economia mista	6.508	9,25	7,85	Superficial	Rio Água Doce	Satisfatório	Baixa	Convencional
Águas de Chapecó	CASAN	Economia mista	6.036	7,69	8,07	Superficial	Rio Chapecó	Satisfatório	Máxima	Convencional
Águas Frias	CASAN	Economia mista	2.839	11,33	8,51	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Águas Mornas	CASAN	Economia mista	6.743	6,45	8,48	Superficial	Rio Caldas da Imperatriz/Santa Cruz	Ampliação	Média	Simples Des./ Filtração Dir.
Alfredo Wagner	CASAN	Economia mista	10.481	8,45	8,31	Superficial	Rio Caeté	Satisfatório	Alta	Convencional
Alto Bela Vista	PM	Adm. pública	1.856	4,15	4,72	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Simples Des.
Anchieta	CASAN	Economia mista	5.943	13,05	8,64	Superficial/ Subterrânea	Arroio Primeiro Grande/ Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir./ Convencional
Angelina	CASAN	Economia mista	5.358	9,94	8,93	Superficial	Cachoeira Miguel Souza	Ampliação	Média	Convencional
Anita Garibaldi	CASAN	Economia mista	8.285	8,50	7,91	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Anitápolis	DAE	Autarquia	3.593	1,10	2,16	Superficial	Rio do Ouro	Satisfatório	Alta	Convencional
Antônio Carlos	CASAN	Economia mista	11.224	8,35	8,24	Superficial	Rio Farias	Satisfatório	Máxima	Convencional
Apiúna	CASAN	Economia mista	9.811	7,14	8,54	Superficial	Rio Itajaí Açu	Satisfatório	Alta	Convencional
Arabutã	PM	Adm. pública	4.378	2,44	5,33	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Araquari	CASAN	Economia mista	45.283	10,36	8,34	Superficial/Subterrânea	Ribeirão das Carpas/Rio das Areias/Pirai/Subterrâneo	Ampliação	Mínima	Simple Des./Convencional/Filtração Dir.
Araranguá	SAMAE	Autarquia	71.922	4,01	5,05	Superficial	Açude Belinzoni/Lagoa da Serra/dos Bichos	Ampliação	Média	Convencional
Armazém	CASAN	Economia mista	8.834	7,96	7,81	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Arroio Trinta	CASAN	Economia mista	3.556	2,37	3,59	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional
Arvoredo	PM	Adm. pública	2.510	9,13	8,00	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Simple Des./Filtração Dir.
Ascurra	CASAN	Economia mista	8.319	1,34	1,86	Superficial	Rio Itajaí Açú	Satisfatório	Alta	Convencional
Atalanta	CASAN	Economia mista	3.227	10,90	8,25	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Simple Des.
Aurora	CASAN	Economia mista	6.780	8,89	8,30	Superficial	Rio Itajaí do Sul	Ampliação	Média	Convencional
Balneário Arroio do Silva	PM	Adm. pública	15.820	6,61	8,68	Superficial	Lagoa da Serra	Adequação	Alta	Convencional
Balneário Barra do Sul	CASAN	Economia mista	14.912	3,08	4,67	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional
Balneário Camboriú	EMAS	Autarquia	139.155	9,12	9,02	Superficial	Rio Camboriú	Ampliação	Média	Convencional
Balneário Gaivota	Gaivota S.	Sociedade anônima fechada	15.669	N.I	N.I	Superficial	Lagoa do rodeio	Ampliação	Média	Convencional
Balneário Piçarras	CASAN	Economia mista	27.127	10,01	10,2	Superficial	Rio Piçarras	Ampliação	Média	Convencional
Balneário Rincão	PM	Adm. pública	15.981	1,77	1,58	Superficial	Lagoa do Faxinal	Satisfatório	Alta	Convencional
Bandeirante	CASAN	Economia mista	3.144	17,63	8,87	Superficial	Rio Bandeirantes	Satisfatório	Alta	Convencional
Barra Bonita	CASAN	Economia mista	1.668	9,11	8,50	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Barra Velha	CASAN	Economia mista	45.369	7,97	8,68	Superficial	Rio Itinga	Adequação	Baixa	Convencional
Bela Vista do Toldo	CASAN	Economia mista	5.872	10,42	8,19	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir./ Simples Des.
Belmonte	CASAN	Economia mista	2.658	11,93	8,09	Superficial	Rio Famoso	Satisfatório	Baixa	Convencional
Benedito Novo	CASAN	Economia mista	10.520	9,03	8,5	Superficial/ Subterrânea	Ribeirão Carvão/ Ferro/Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir./ Simples Des./ Convencional
Biguaçu	CASAN	Economia mista	76.773	6,84	7,84	Superficial	Cachoeira São Miguel/ Rio Cubatão/Vargem do Braço	Satisfatório	Média	Simples Des./ Convencional
Blumenau	SAMAE	Autarquia	361.261	3,63	4,79	Superficial	Ribeirão Garcia/Itoupava Rega/Rio Itajaí-Açu	Adequação	Alta	Convencional/ Simples Des.
Bocaina do Sul	CASAN	Economia mista	3.515	14,61	8,65	Superficial/ Subterrânea	Córrego Assink/Subterrâneo	Ampliação	Mínima	Filtração Dir.
Bom Jardim da Serra	CASAN	Economia mista	4.026	10,26	8,66	Superficial	Rio Baú	Satisfatório	Alta	Simples Des.
Bom Jesus	CASAN	Economia mista	2.777	9,20	8,38	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Bom Jesus do Oeste	CASAN	Economia mista	2.187	11,67	8,21	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Bom Retiro	CASAN	Economia mista	8.418	8,66	7,82	Superficial	Rio Matador	Ampliação	Mínima	Convencional
Bombinhas	Águas de Bombinhas	Sociedade anônima fechada	25.058	N.I	N.I	Superficial	Represa de Zimbros/Rio Tijucas	Satisfatório	Máxima	Convencional
Botuverá	CASAN	Economia mista	5.363	16,11	8,00	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional
Braço do Norte	CASAN	Economia mista	33.773	10,17	7,90	Superficial	Rio Braço do Norte	Ampliação	Média	Convencional
Braço do Trombudo	PM	Adm. pública	4.026	3,73	4,29	Superficial/ Subterrânea	Rio Braço Novo/ Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional/ Filtração Dir.

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Brunópolis	PM	Adm. pública	2.489	3,19	1,07	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Brusque	SAMAE	Autarquia	141.385	4,78	5,53	Superficial/ Subterrânea	Ribeirão Campestre/ Kreidlow do Zantão//Rio Itajaí Mirim/Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional/ Simples Des.
Caçador	BRK Amb.	Soc. anônima fechada	73.720	N.I	N.I	Superficial/ Subterrânea	Rio do Peixe/ Subterrâneo	Adequação	Alta	Convencional/ Filtração Dir.
Caibi	CASAN	Economia mista	6.304	10,26	7,95	Superficial	Rio São Domingos	Satisfatório	Máxima	Convencional
Calmon	CASAN	Economia mista	3.443	9,88	7,83	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Camboriú	CAC	Adm. pública	103.074	N.I	N.I	Superficial	Rio Camboriú	Ampliação	Média	Convencional
Campo Alegre	PM	Adm. pública	12.501	3,86	4,27	Superficial/ Subterrânea	Rio Turvo/Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional/ Filtração Dir.
Campo Belo do Sul	CASAN	Economia mista	7.257	7,33	7,90	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
Campo Erê	CASAN	Economia mista	9.623	8,74	8,07	Superficial	Rio Bicudo	Satisfatório	Alta	Convencional
Campos Novos	SAMAE	Autarquia	36.932	4,46	4,98	Superficial	Rio Lajeado-Restingão	Satisfatório	Alta	Convencional
Canelinha	SMAIS	Autarquia	12.821	3,18	3,06	Superficial	Ribeirão do Rolador/ Papagaios	Satisfatório	Alta	Simples Des.
Canoinhas	CASAN	Economia mista	55.016	9,50	8,61	Superficial/ Subterrânea	Rio Canoinhas/ Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Convencional/ Filtração Dir.
Capão Alto	CASAN	Economia mista	2.625	11,13	8,74	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Capinzal	SIMAE	Adm. pública	23.314	5,92	7,78	Superficial	Rio do Peixe	Satisfatório	Máxima	Convencional
Capivari de Baixo	PM	Adm. pública	23.975	4,49	4,33	Superficial	Rio Tubarão	Satisfatório	Alta	Convencional
Catanduvas	CASAN	Economia mista	10.566	9,59	7,71	Superficial/ Subterrânea	Rio Catanduvas/ Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Convencional/ Filtração Dir.
Caxambu do Sul	CASAN	Economia mista	4.614	10,88	8,25	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Celso Ramos	CASAN	Economia mista	2.805	9,32	7,98	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir./ Simples Des.
Cerro Negro	CASAN	Economia mista	3.317	10,49	8,1	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Chapadão do Lageado	CASAN	Economia mista	2.950	14,31	9,43	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Simples Des.
Chapecó	CASAN	Economia mista	254.785	8,31	8,12	Superficial/ Subterrânea	Represa Rio Tigre/Lajeado São José/Subterrâneo	Ampliação	Mínima	Filtração Dir./ Convencional
Cocal do Sul	SAMAE	Autarquia	17.240	4,15	4,62	Superficial/ Subterrânea	Barragem Cocal/ Tigre/Subterrâneo	Satisfatório	Baixa	Convencional
Concórdia	CASAN	Economia mista	81.646	9,38	7,99	Superficial	Rio Jacutinga/ Suruvi	Ampliação	Mínima	Convencional
Cordilheira Alta	PM	Adm. pública	4.781	6,27	5,05	Superficial/ Subterrânea	Rio Lajeado São José/Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional/ Filtração Dir.
Coronel Freitas	CASAN	Economia mista	10.388	9,14	7,89	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Coronel Martins	CASAN	Economia mista	2.065	10,42	8,58	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Correia Pinto	CASAN	Economia mista	15.727	9,29	7,66	Superficial	Rio das Pombas	Satisfatório	Baixa	Convencional
Corupá	PM	Adm. pública	15.267	4,43	6,61	Superficial	Rio Ano Bom	Ampliação	Média	Convencional
Criciúma	CASAN	Economia mista	214.493	7,54	7,97	Superficial	Rio São Bento	Satisfatório	Alta	Convencional
Cunha Porã	CASAN	Economia mista	10.953	12,29	8,09	Superficial	Rio São Domingos	Satisfatório	Alta	Convencional
Cunhataí	CASAN	Economia mista	1.968	14,85	8,96	Superficial	Rio Barra Grande	Satisfatório	Alta	Convencional
Curitibanos	CASAN	Economia mista	40.045	10,72	7,89	Superficial/ Subterrânea	Rio Marombas/ Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional
Descanso	CASAN	Economia mista	8.530	11,23	8,29	Superficial/ Subterrânea	Rio Famoso/ Subterrâneo	Satisfatório	Baixa	Filtração Dir./ Convencional
Dionísio Cerqueira	CASAN	Economia mista	15.008	8,72	8,09	Superficial	Rio Toldo	Satisfatório	Baixa	Convencional

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Dona Emma	CASAN	Economia mista	4.221	10,59	8,11	Superficial	Rio Dona Emma	Satisfatório	Máxima	Convencional
Doutor Pedrinho	CASAN	Economia mista	3.637	9,60	8,06	Superficial	Riacho Moser/Capivari Uber	Ampliação	Média	Simples Des.
Entre Rios	CASAN	Economia mista	3.402	10,01	9,13	Superficial	Riacho Toldinho	Ampliação	Mínima	Simples Des.
Ermo	CASAN	Economia mista	2.269	7,59	7,85	Superficial	Rio do Salto	Satisfatório	Baixa	Convencional
Ercal Velho	CASAN	Economia mista	4.885	8,80	7,93	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Faxinal dos Guedes	CASAN	Economia mista	11.192	8,70	7,95	Superficial	Arroio Burro Magro/Rio Chico Forte	Satisfatório	Alta	Convencional
Flor do Sertão	PM	Adm. pública	1.783	2,02	2,3	Superficial	Rio Sargento	Satisfatório	Máxima	Convencional
Florianópolis	CASAN	Economia mista	537.211	7,18	8,52	Superficial/Subterrânea	Lagoa do Peri/Rio Cubatão/Vargem do Braço/Subterrâneo	Satisfatório	Baixa	Simples Des./ Filtração Dir./ Convencional
Formosa do Sul	CASAN	Economia mista	2.682	14,07	8,23	Superficial	Rio Governador João Emílio	Satisfatório	Alta	Convencional
Forquilha	CASAN	Economia mista	31.431	8,29	6,65	Superficial	Rio São Bento	Satisfatório	Alta	Convencional
Fraiburgo	AMS	Autarquia	33.481	3,61	4,57	Superficial/Subterrânea	Rio Mansinho/Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir./ Simples Des.
Frei Rogério	CASAN	Economia mista	2.411	N.I	N.I	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Galvão	CASAN	Economia mista	3.210	11,24	8,85	Superficial	Rio Saudades	Satisfatório	Alta	Convencional
Garopaba	CASAN	Economia mista	29.959	8,11	8,87	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
Garuva	PM	Adm. pública	18.545	2,03	3,32	Superficial	Rio do Braço	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Gaspar	SAMAE	Autarquia	72.570	4,70	4,87	Superficial	Rio Itajaí-Açu	Adequação	Alta	Convencional

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Governador Celso Ramos	SAMAE	Autarquia	16.915	4,07	4,12	Superficial	Represa Anougueiro/Betão/Caieira do Norte/Calheiros/Costeira/Dona Lucinda/Jordão I/II /Mangal/Nagib/Palmas1/2/Perenga/Vava/Wollinger	Satisfatório	Baixa	Filtração Dir./ Simples Des.
Grão-Pará	SAMAE	Autarquia	6.277	9,81	8,51	Superficial/ Subterrânea	Represa GrãoPará/ Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir./ Simples Des.
Gravatal	Gravatal San.	Sociedade anônima fechada	12.435	N.I	N.I	Superficial	Rio São Miguel	Satisfatório	Alta	Convencional
Guabiruba	Guabiruba San.	Adm. pública	24.543	N.I	N.I	Superficial	Ribeirão Lajeado Alto/Rio Guabiruba do Sul	Ampliação	Média	Convencional
Guaraciaba	CASAN	Economia mista	10.796	9,11	8,14	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Guaramirim	PM	Adm. pública	46.711	N.I	N.I	Superficial/ Subterrânea	Rio Itapocuzinho/ Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir./ Convencional
Guarujá do Sul	CASAN	Economia mista	4.829	11,32	7,99	Superficial/ Subterrânea	Rio das Flores/ Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir./ Convencional
Guatambu	CASAN	Economia mista	8.425	6,90	7,97	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
Herval d'Oeste	SIMAE	Adm. pública	21.724	4,41	5,49	Superficial	Rio do Peixe	Ampliação	Média	Convencional
Ibiam	CASAN	Economia mista	2.008	9,44	8,15	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Ibicaré	CASAN	Economia mista	3.269	16,13	8,41	Superficial/ Subterrânea	Rio São Bento/ Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Convencional
Ibirama	CASAN	Economia mista	19.862	8,60	8,27	Superficial	Rio Selin	Satisfatório	Máxima	Convencional
Içara	CASAN	Economia mista	59.035	9,10	7,8	Superficial	Rio São Bento/ Lagoa do Faxinal	Satisfatório	Alta	Convencional
Ilhota	SAMAE	Autarquia	17.046	6,53	5,56	Superficial	Lagoa Usati/Rio Itajaí-Açu	Adequação	Alta	Convencional
Imaruí	PM	Adm. pública	11.881	N.I	N.I	Superficial	Córrego Tombo D'Água	Ampliação	Média	Sem tratamento
Imbituba	PM	Adm. pública	52.579	3,84	4,97	Superficial	Rio D'Una	Satisfatório	Alta	Convencional

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Imbuia	CASAN	Economia mista	5.982	10,98	8,69	Superficial	Rio Bonito	Satisfatório	Baixa	Convencional
Indaial	CASAN	Economia mista	71.549	6,93	8,04	Superficial	Rio Itajaí-Açú	Ampliação	Média	Convencional
Iomerê	CASAN	Economia mista	2.877	11,09	8,44	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
Ipira	CASAN	Economia mista	4.578	9,04	8,04	Superficial/ Subterrânea	Rio do Peixe/ Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional
Iporã do Oeste	CASAN	Economia mista	9.335	9,90	8,5	Superficial/ Subterrânea	Rio Pirapó/ Subterrâneo	Adequação	Alta	Convencional/ Filtração Dir.
Ipuacu	CASAN	Economia mista	7.730	9,72	8,27	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Ipumirim	CASAN	Economia mista	7.816	8,45	7,97	Superficial/ Subterrânea	Rio Engano/ Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional/ Filtração Dir.
Iraceminha	CASAN	Economia mista	3.986	11,08	7,99	Superficial	Rio Iraceminha	Satisfatório	Alta	Simples Des.
Irani	CASAN	Economia mista	10.195	7,17	7,89	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Irati	PM	Adm. pública	2.069	6,01	4,72	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Irineópolis	CASAN	Economia mista	10.285	8,47	8,29	Superficial/ Subterrânea	Rio Iguacu/ Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional
Itá	CASAN	Economia mista	7.067	9,29	8,42	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Itaiópolis	CASAN	Economia mista	22.051	10,66	8,24	Superficial/ Subterrânea	Rio São Lourenço/ Subterrâneo	Ampliação	Mínima	Filtração Dir./ Convencional
Itajaí	SMAIS	Autarquia	264.054	3,11	4,33	Superficial	Rio Itajaí Mirim	Ampliação	Mínima	Convencional
Itapema	Águas de Itapema	Soc. anônima fechada	75.940	N.I	N.I	Superficial	Rio Areal/Mata Camboriú/ São Paulinho	Satisfatório	Média	Convencional
Itapiranga	PM	Adm. pública	16.638	4,45	4,42	Superficial	Rio Uruguai	Satisfatório	Máxima	Convencional
Itapoá	Itapoá San.	Sociedade anônima fechada	30.750	N.I	N.I	Superficial	Rio Saí-Mirim	Ampliação	Média	Convencional

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Ituporanga	CASAN	Economia mista	26.525	8,97	8,23	Superficial/Subterrânea	Rio Itajaí do Sul/Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional/Filtração Dir.
Jaborá	CASAN	Economia mista	4.310	11,24	7,8	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Jacinto Machado	PM	Adm. pública	10.624	2,69	2,91	Superficial	Rio Engenho Velho	Satisfatório	Máxima	Convencional
Jaguaruna	SAMAE	Autarquia	20.375	2,02	4,32	Superficial	Lagoa Arroio Corrente	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
Jaraguá do Sul	SAMAE	Autarquia	182.660	4,81	5,38	Superficial	Ribeirão Santa Luzia/Rio Itapocú/Jaraguá	Satisfatório	Máxima	Convencional/Simples Des.
Jardinópolis	CASAN	Economia mista	1.776	11,56	8,52	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Joaçaba	SIMAE	Adm. pública	30.146	4,48	5,71	Superficial	Rio do Peixe	Ampliação	Média	Convencional
Joinville	CAJ	Adm. pública	616.317	N.I	N.I	Superficial	Rio Cubatão/Rio Pirai	Ampliação	Baixa	Convencional
José Boiteux	CASAN	Economia mista	5.985	10,07	8,23	Superficial	Rio Volta Grande	Satisfatório	Alta	Convencional
Jupia	CASAN	Economia mista	2.555	11,58	8,44	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
Lacerdópolis	CASAN	Economia mista	2.248	11,73	8,07	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Lages	SMAS	Autarquia	164.981	4,88	4,35	Superficial	Rio Caveiras	Satisfatório	Alta	Convencional
Laguna	CASAN	Economia mista	42.785	14,56	8,26	Superficial/Subterrânea	Rio do Gi/Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Convencional/Filtração Dir.
Lajeado Grande	CASAN	Economia mista	1.702	8,93	8,59	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Laurentino	CASAN	Economia mista	7.932	7,80	8,45	Superficial	Rio Itajaí do Sul	Ampliação	Média	Convencional
Lauro Muller	CASAN	Economia mista	14.381	13,60	7,77	Superficial	Rio Bonito Alto	Satisfatório	Baixa	Simples Des.
Lebon Régis	CASAN	Economia mista	11.472	10,75	8,08	Superficial/Subterrânea	Rio dos Patos/Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir./Simples Des.
Leoberto Leal	CASAN	Economia mista	3.330	12,16	8,59	Superficial	Rio Areia	Satisfatório	Alta	Convencional

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Lindóia do Sul	CASAN	Economia mista	4.549	8,61	8,12	Superficial/Subterrânea	Rio Joanino/Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Convencional/Filtração Dir.
Lontras	CASAN	Economia mista	12.873	8,45	8,12	Superficial	Rio Itajaí do Sul	Ampliação	Média	Convencional
Luiz Alves	CASAN	Economia mista	11.684	13,12	8,54	Superficial	Rio Luiz Alves	Adequação	Alta	Convencional/Filtração Dir.
Luzerna	SIMAE	Adm. pública	5.794	4,73	6,35	Superficial	Rio do Peixe	Ampliação	Média	Convencional
Macieira	CASAN	Economia mista	1.778	14,54	8,22	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Mafra	CASAN	Economia mista	55.286	7,1	8,15	Superficial	Rio Negro	Satisfatório	Máxima	Convencional
Major Gercino	CASAN	Economia mista	3.214	15,52	8,16	Superficial	Rio Água Fria	Ampliação	Média	Convencional
Major Vieira	CASAN	Economia mista	7.425	10,07	8,52	Superficial	Rio Canoinhas	Satisfatório	Alta	Convencional
Maracajá	CASAN	Economia mista	7.815	6,66	8,23	Superficial	Rio São Bento	Satisfatório	Alta	Convencional
Maravilha	CASAN	Economia mista	28.251	8,09	7,98	Superficial	Rio Jundiá	Ampliação	Mínima	Convencional
Marema	CASAN	Economia mista	2.184	12,07	8,49	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Massaranduba	PM	Adm. pública	17.162	5,67	6,37	Superficial	Rio 7 de Janeiro	Adequação	Alta	Convencional
Matos Costa	CASAN	Economia mista	2.761	12,21	8,07	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir./Simples Des.
Meleiro	SAMAE	Autarquia	7.006	5,75	5,73	Superficial	Rio Manoel Alves	Satisfatório	Alta	Convencional
Mirim Doce	CASAN	Economia mista	2.511	12,80	8,29	Superficial	Rio Mirinzinho	Satisfatório	Alta	Simples Des.
Modelo	CASAN	Economia mista	4.080	7,80	8,29	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Mondai	CASAN	Economia mista	10.066	7,66	8,08	Superficial/Subterrânea	Rio Uruguai/Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional/Filtração Dir.

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Monte Carlo	PM	Adm. pública	9.117	6,66	6,87	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Monte Castelo	CASAN	Economia mista	7.736	10,60	8,26	Superficial/Subterrânea	Rio Passa Quatro/Subterrâneo	Satisfatório	Baixa	Simples Des./Convencional
Morro da Fumaça	SAMAE	Autarquia	18.537	3,87	5,06	Superficial	Córrego Hercílio Nieiro/Rio Vargedo	Satisfatório	Baixa	Convencional
Morro Grande	PM	Adm. pública	3.010	0,66	0,79	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Navegantes	PM	Adm. pública	86.401	5,65	4,93	Superficial	Rio Itajaí Mirim	Ampliação	Mínima	Convencional
Nova Erechim	CASAN	Economia mista	5.155	12,95	8,07	Superficial/Subterrânea	Rio Barreiro/Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional
Nova Itaberaba	PM	Adm. pública	4.536	10,38	5,26	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional/Filtração Dir.
Nova Trento	SAMAE	Autarquia	13.727	2,41	3,59	Superficial	Ribeirão Vasca/Tirol	Ampliação	Mínima	Simples Des.
Nova Veneza	CASAN	Economia mista	13.664	7,48	8,59	Superficial	Rio São Bento	Satisfatório	Alta	Convencional
Novo Horizonte	CASAN	Economia mista	2.643	11,52	8,25	Superficial / Subterrânea	Rio Macaco/Subterrâneo	Satisfatório	Baixa	Convencional
Orleans	SAMAE	Autarquia	23.661	2,83	3,1	Superficial	Rio Laranjeiras - Novo	Satisfatório	Alta	Convencional
Otacílio Costa	CASAN	Economia mista	17.312	11,60	7,72	Superficial	Rio Desquite	Ampliação	Média	Convencional
Ouro	SIMAE	Adm. pública	7.032	2,80	6,05	Superficial	Rio do Peixe	Satisfatório	Máxima	Convencional
Ouro Verde	CASAN	Economia mista	2.181	10,04	8,56	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Paial	PM	Adm. pública	1.927	N.I	N.I	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
Painel	CASAN	Economia mista	2.215	15,59	8,45	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Palhoça	PM	Adm. pública	222.598	2,68	5,17	Superficial/Subterrânea	Rio Cambirela/Cubatão/Vargem do Braço/Subterrâneo	Satisfatório	Média	Filtração Dir./Simples Des.

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Palma Sola	CASAN	Economia mista	7.605	9,81	8,04	Superficial	Rio Chicão	Satisfatório	Baixa	Convencional
Palmeira	CASAN	Economia mista	2.561	12,52	8,21	Superficial/Subterrânea	Rio Palmeiras/Subterrâneo	Satisfatório	Baixa	Convencional
Palmitos	CASAN	Economia mista	15.626	9,57	8,04	Superficial	Rio São Domingos	Satisfatório	Máxima	Convencional
Papanduva	SAMAE	Autarquia	19.150	4,92	5,14	Superficial	Rio São João/Paulo	Adequação	Alta	Convencional
Paraíso	CASAN	Economia mista	4.267	14,01	8,68	Superficial	Rio das Flores	Satisfatório	Máxima	Convencional
Passo de Torres	CASAN	Economia mista	12.897	13,38	8,98	Superficial/Subterrânea	Córrego Estiva do Rodrigues/Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional
Passos Maia	CASAN	Economia mista	4.034	7,75	8,20	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Paulo Lopes	CASAN	Economia mista	9.063	10,00	8,37	Superficial/Subterrânea	Cachoeira Morro Agudo/Subterrâneo	Ampliação	Mínima	Filtração Dir.
Pedras Grandes	PM	Adm. pública	4.245	5,30	5,28	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional
Penha	CAP	Adm. pública	33.663	N.I	N.I	Superficial/Subterrânea	Lagoa da Baltt/Rio Piçarras/Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional/ Filtração Dir.
Peritiba	CASAN	Economia mista	2.992	13,13	8,43	Superficial	Rio Formigas	Satisfatório	Baixa	Convencional
Pescaria Brava	CASAN	Economia mista	10.190	10,07	8,49	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Petrolândia	CASAN	Economia mista	34.161	10,98	8,17	Superficial	Rio de Dentro	Satisfatório	Alta	Convencional
Pinhalzinho	CASAN	Economia mista	21.972	8,25	7,96	Superficial	Rio Burro Branco	Satisfatório	Máxima	Convencional
Pinheiro Preto	CASAN	Economia mista	3.473	9,53	8,39	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
Piratuba	CASAN	Economia mista	5.769	10,02	8,54	Superficial/Subterrânea	Rio do Peixe/Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Planalto Alegre	PM	Adm. pública	2.946	6,47	2,00	Superficial/Subterrânea	Rio Chapecó/Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Convencional/Filtração Dir.
Pomerode	SAMAE	Autarquia	34.289	3,57	4,89	Superficial	Ribeirão Clara/Salto/Testo	Ampliação	Média	Convencional
Ponte Alta	CASAN	Economia mista	4.437	14,34	7,92	Superficial	Rio Ponte Alta	Satisfatório	Alta	Simples Des.
Ponte Alta do Norte	CASAN	Economia mista	3.210	7,72	7,76	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Ponte Serrada	CASAN	Economia mista	10.649	8,95	8,08	Superficial/Subterrânea	Rio do Mato/Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional/Filtração Dir.
Porto Belo	PM	Adm. pública	27.688	7,29	8,00	Superficial	Rio Perequê	Satisfatório	Média	Convencional
Porto União	SANEP AR	Economia mista	32.970	10,17	8,44	Superficial/Subterrânea	Rio Iguaçu/Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir./Convencional
Pouso Redondo	CASAN	Economia mista	17.123	9,38	8,30	Superficial	Rio Lageado Grande	Satisfatório	Baixa	Convencional
Praia Grande	SAMAE	Autarquia	8.270	4,34	4,54	Superficial	Rio Mampituba	Ampliação	Média	Convencional
Presidente Castello Branco	CASAN	Economia mista	1.689	12,13	8,25	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Presidente Getúlio	SAATE	Autarquia	20.010	5,54	4,84	Superficial	Rio Hercílio/Krauel	Ampliação	Média	Convencional
Presidente Nereu	CASAN	Economia mista	2.301	12,22	8,17	Superficial	Arroio Tatete	Satisfatório	Máxima	Convencional
Princesa	PM	Adm. pública	2.964	7,07	5,48	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Quilombo	CASAN	Economia mista	11.022	14,26	8,6	Superficial/Subterrânea	Rio Chapecó/Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Convencional/Filtração Dir.
Rancho Queimado	CASAN	Economia mista	3.279	13,86	8,67	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir./Convencional
Rio das Antas	CASAN	Economia mista	6.253	13,35	8,07	Superficial/Subterrânea	Rio das Antas/Subterrâneo	Satisfatório	Baixa	Convencional/Filtração Dir.
Rio do Campo	CASAN	Economia mista	6.452	10,33	7,99	Superficial/Subterrânea	Ribeirão Caçador/Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Simples Des./Convencional
Rio do Oeste	CASAN	Economia mista	7.747	7,76	8,24	Superficial	Ribeirão Pisetta	Satisfatório	Baixa	Convencional

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Rio do Sul	CASAN	Economia mista	72.587	8,36	8,10	Superficial	Rio Itajaí do Sul	Ampliação	Média	Convencional
Rio dos Cedros	CASAN	Economia mista	10.865	8,01	8,36	Superficial/Subterrânea	Ribeirão São Bernardo/Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir./ Simples Des.
Rio Fortuna	CASAN	Economia mista	4.847	9,37	8,39	Superficial	Córrego São Marcos	Satisfatório	Alta	Simples Des.
Rio Negrinho	SASB	Autarquia	39.261	2,46	3,82	Superficial	Rio Negrinho	Satisfatório	Máxima	Convencional
Rio Rufino	SASB	Autarquia	2.397	4,80	4,7	Superficial	Afluente Rufino	Satisfatório	Baixa	Simples Des.
Riqueza	CASAN	Economia mista	4.768	9,30	8,07	Superficial/Subterrânea	Rio Iracema/Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional/ Filtração Dir.
Rodeio	CASAN	Economia mista	12.757	7,71	8,37	Superficial	Rio Itajaí Açu	Satisfatório	Alta	Convencional
Romelândia	CASAN	Economia mista	4.823	13,34	8,75	Superficial	Rio 1º de Janeiro	Satisfatório	Máxima	Convencional
Salete	CASAN	Economia mista	7.489	9,70	8,02	Superficial	Rio Panela	Satisfatório	Baixa	Convencional
Saltinho	CASAN	Economia mista	3.632	10,33	8,70	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Simples Des.
Salto Veloso	CASAN	Economia mista	4.390	10,54	7,92	Superficial	Rio Salto Veloso	Satisfatório	Alta	Convencional
Sangão	SAMAE	Autarquia	12.882	2,25	1,36	Superficial/Subterrânea	Represa/Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional/ Filtração Dir.
Santa Cecília	CASAN	Economia mista	15.546	10,34	7,95	Superficial/Subterrânea	Lago Ubatã/Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional/ Filtração Dir.
Santa Helena	PM	Adm. pública	2.425	4,59	3,88	Superficial/Subterrânea	Riacho ETA/Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Convencional/ Filtração Dir.
Santa Rosa de Lima	CASAN	Economia mista	2.088	16,43	8,31	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Santa Rosa do Sul	SAMAE	Autarquia	9.792	1,26	1,55	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
Santa Terezinha	CASAN	Economia mista	8.066	13,03	8,55	Superficial/Subterrânea	Ribeirão Beigher/Subterrâneo	Satisfatório	Baixa	Convencional/ Filtração Dir.
Santa Terezinha do Progresso	CASAN	Economia mista	2.576	10,00	11,07	Superficial	Rio Cafundó	Adequação	Alta	Convencional
Santiago do Sul	PM	Adm. pública	1.651	1,40	1,99	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Santo Amaro da Imperatriz	CASAN	Economia mista	27.272	9,05	7,76	Superficial	Rio Caldas da Imperatriz/ Cubatão/Vargem do Braço	Satisfatório	Média	Simples Des./ Filtração Dir.
São Bento do Sul	SAMAE	Autarquia	83.277	5,30	6,46	Superficial	Rio Vermelho	Ampliação	Média	Convencional
São Bernardino	CASAN	Economia mista	2.684	6,93	8,54	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
São Bonifácio	CASAN	Economia mista	2.946	16,16	8,91	Superficial	Córrego João Roesnier	Satisfatório	Máxima	Convencional
São Carlos	CASAN	Economia mista	10.282	7,90	8,16	Superficial	Rio Chapecó	Satisfatório	Máxima	Convencional
São Cristóvão do Sul	CASAN	Economia mista	6.084	8,96	9,38	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
São Domingos	CASAN	Economia mista	9.226	9,87	8,08	Superficial/ Subterrânea	Rio Bonito/Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Convencional/ Filtração Dir.
São Francisco do Sul	Águas de SFS	Adm. pública	52.674	N.I	N.I	Superficial	Rio Alegre/Cardoso/ Rita/ Laranjeiras/Olaria/Saí Mirim/Saí Mirinzinho	Ampliação	Mínima	Convencional
São João Batista	SMAIS	Autarquia	32.687	2,49	3,61	Superficial	Cachoeira Vargem Pequena	Satisfatório	Máxima	Simples Des.
São João do Itaperiú	CASAN	Economia mista	4.463	10,31	8,45	Superficial/ Subterrânea	Rio Itinga/Subterrâneo	Ampliação	Mínima	Convencional/ Filtração Dir.
São João do Oeste	PM	Adm. pública	6.295	4,69	5,1	Superficial	Açude LacLelo/ETA/ Baixada de Beato Roque/ Represa ETA Centro/ETA Ipiranga	Adequação	Baixa	Convencional
São João do Sul	CASAN	Economia mista	8.668	13,24	8,53	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
São Joaquim	CASAN	Economia mista	25.939	12,42	8,19	Superficial/ Subterrânea	Rio Antonina/ Subterrâneo	Ampliação	Mínima	Convencional/ Filtração Dir.
São José	CASAN	Economia mista	270.299	5,96	7,89	Superficial	Rio Cubatão/ Vargem do Braço	Satisfatório	Média	Simples Des.
São José do Cedro	PM	Adm. pública	14.167	3,39	3,88	Superficial/ Subterrânea	Rio das Flores Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional/ Filtração Dir.

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (R\$/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
São José do Cerrito	CASAN	Economia mista	8.708	11,93	8,33	Superficial/Subterrânea	Rio Antunes/Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Convencional/Filtração Dir.
São Lourenço do Oeste	CASAN	Economia mista	24.791	9,05	8,44	Superficial/Subterrânea	Rio Macaco/Subterrâneo	Satisfatório	Baixa	Convencional
São Ludgero	SAMAE	Autarquia	13.509	3,25	3,96	Superficial	Represa Gruta/Moraes/Reinoldo Schmolter/Ribeirão Tigre	Satisfatório	Alta	Convencional
São Martinho	CASAN	Economia mista	3.405	11,84	8,19	Superficial/Subterrânea	Rio Cachoeira/Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir./Simples Des.
São Miguel da Boa Vista	PM	Adm. pública	1.781	6,40	9,64	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
São Miguel do Oeste	CASAN	Economia mista	44.330	12,02	8,20	Superficial/Subterrânea	Lagoa Wünsch/Rio Cambuí/Rio das Flores/Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Convencional
São Pedro de Alcântara	SAMAE	Autarquia	5.776	9,18	1,81	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Saudades	SAMAE	Autarquia	10.265	4,05	4,52	Superficial/Subterrânea	Rio Saudades/Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional/Filtração Dir.
Schroeder	PM	Adm. pública	20.061	3,18	4,93	Superficial	Ribeirão CELESC/Rio Macaquinho	Ampliação	Média	Convencional
Seara	CASAN	Economia mista	18.620	14,53	8,05	Superficial/Subterrânea	Rio Caçador/Subterrâneo	Ampliação	Mínima	Convencional/Filtração Dir.
Serra Alta	PM	Adm. pública	3.303	6,74	5,44	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Convencional
Siderópolis	CASAN	Economia mista	13.714	9,28	8,08	Superficial	Rio São Bento	Satisfatório	Alta	Convencional
Sombrio	Sombrio San.	Adm. pública	29.991	3,75	2,27	Superficial	Lagoa Água da Guarita	Ampliação	Média	Convencional
Sul Brasil	PM	Adm. pública	2.832	9,19	8,24	Superficial	Rio Burro Branco	Satisfatório	Máxima	Convencional
Taió	CASAN	Economia mista	18.310	8,84	8,20	Superficial	Ribeirão Pechincha/Rio Taió	Satisfatório	Alta	Convencional
Tangará	CASAN	Economia mista	8.143	7,23	8,84	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Tigrinhos	CASAN	Economia mista	2.329	2,14	2,98	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Tijucas	SAMAE	Autarquia	51.592	5,24	5,12	Superficial/ Subterrânea	Rio Itinga/Tijucas/ Subterrâneo	Adequação	Baixa	Simples Des.
Timbé do Sul	SAMAE	Autarquia	5.386	4,51	4,90	Superficial	Represa	Satisfatório	Alta	Simples Des.
Timbó	SAMAE	Autarquia	46.099	8,71	7,90	Superficial	Rio Benedito	Ampliação	Média	Convencional
Timbó Grande	CASAN	Economia mista	7.342	5,59	6,17	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Três Barras	SAMAS A	Autarquia	19.746	4,39	3,91	Superficial	Rio Negro	Ampliação	Média	Convencional
Treviso	SAMAE	Autarquia	3.782	8,62	8,04	Superficial	Rio Tomazo	Ampliação	Mínima	Simples Des.
Treze de Maio	CASAN	Economia mista	7.362	7,83	7,68	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional
Treze Tilias	CASAN	Economia mista	8.787	8,90	7,96	Superficial/ Subterrânea	Arroio da Pedreira/Subterrâneo	Satisfatório	Média	Filtração Dir./ Simples Des.
Trombudo Central	CASAN	Economia mista	7.274	2,49	3,61	Superficial	Ribeirão Hercílio	Satisfatório	Baixa	Convencional
Tubarão	Tubarão San.	Sociedade anônima fechada	110.088	N.I	N.I	Superficial	Rio Tubarão	Satisfatório	Alta	Convencional
Tunápolis	PM	Adm. pública	4.916	5,52	5,36	Superficial/ Subterrânea	Açude/Rio PeperiGuaçu/ Subterrâneo	Adequação	Baixa	Convencional/ Filtração Dir.
Turvo	CASAN	Economia mista	13.043	10,87	7,68	Superficial/ Subterrânea	Rio do Salto/Subterrâneo	Satisfatório	Baixa	Convencional/ Filtração Dir.
União do Oeste	CASAN	Economia mista	2.774	9,36	8,85	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Filtração Dir.
Urubici	CASAN	Economia mista	10.834	9,40	8,49	Superficial	Rio Capoeiras	Ampliação	Média	Convencional
Urupema	CASAN	Economia mista	2.656	10,85	8,31	Superficial/ Subterrânea	Rio Caronas/Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir./ Simples Des.
Urussanga	SAMAE	Autarquia	20.919	2,12	2,14	Superficial	Rio Barro Vermelho	Satisfatório	Baixa	Convencional
Vargeão	CASAN	Economia mista	3.634	9,20	8,11	Superficial/ Subterrânea	Riacho Lageado Taboão/ Subterrâneo	Ampliação	Mínima	Filtração Dir./ Simples Des.
Vargem	PM	Adm. pública	2.627	6,19	1,23	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Alta	Filtração Dir.
Vargem Bonita	CASAN	Economia mista	4.576	9,25	8,97	Superficial/ Subterrânea	Arroio do Agrião/Lago da Divisa/Subterrâneo	Satisfatório	Média	Convencional/ Filtração Dir.

Município (ANA 2021)	PSAA (ANA 2021)	Natureza jurídica (ANA 2021)	População (IBGE 2022)	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tarifa média praticada (RS/m <sup>3</sup> ) (SINISA 2022)	Tipo de captação (ANA 2021)	Manancial de Captação (ANA 2021)	Classificação do sistema produtor (ANA 2021)	Eficiência da Produção de Água (ANA 2021)	Tipo de tratamento (ANA 2021)
Vidal Ramos	CASAN	Economia mista	6.189	11,95	8,74	Superficial	Cachoeira Santa Cruz	Satisfatório	Máxima	Convencional
Videira	SAMAE	Autarquia	55.466	4,25	5,82	Superficial/Subterrânea	Rio do Peixe/Subterrâneo	Ampliação	Média	Convencional/ Filtração Dir.
Vitor Meireles	CASAN	Economia mista	5.370	9,40	8,18	Superficial	Ribeirão Palmito/ Sabugueiro	Ampliação	Média	Simples Des.
Witmarsum	CASAN	Economia mista	4.255	9,50	8,38	Subterrânea	Subterrâneo	Satisfatório	Máxima	Simples Des.
Xanxerê	CASAN	Economia mista	51.607	8,24	8,22	Superficial/Subterrânea	Rio Ditinho/Subterrâneo	Satisfatório	Baixa	Convencional/ Filtração Dir.
Xavantina	CASAN	Economia mista	3.653	10,98	8,27	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.
Xaxim	CASAN	Economia mista	31.918	8,05	7,95	Superficial/Subterrânea	Rio Jacú/Subterrâneo	Ampliação	Mínima	Convencional/ Filtração Dir.
Zortéa	PM	Adm. pública	3.930	2,39	1,43	Subterrânea	Subterrâneo	Ampliação	Média	Filtração Dir.

Legenda: “N.I” - Não Informado; “AMS” - Autarquia Municipal de Saneamento; “CAC” - Companhia Águas de Camboriú; CAJ: Companhia Águas de Joinville; “CAP” - Companhia Águas de Penha; “DAE” - Departamento de Água e Esgoto; “EMAS” - Empresa Municipal de Água e Saneamento; “PM” - Prefeitura Municipal; “SAATE” - Serviço de Abastecimento de Água e Tratamento de Esgotos; “SAMAE” - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto; “SIMAE” - Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto; “SMAIS” - Serviço Municipal de Água, Infra-Estrutura e Saneamento; “SAMASA” - Serviço Autônomo Municipal de Água e Saneamento Ambiental; “SASB” Serviço Autônomo de Saneamento Básico.

Fonte: Elaborado pela autora

## APÊNDICE B – GUIA DE BOAS PRÁTICAS

# **Guia de Boas Práticas**

**COMO INSTRUMENTO NA IMPLEMENTAÇÃO  
DO MONITORAMENTO PREVENTIVO EM  
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
COM FOCO NO MONITORAMENTO DA  
QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA**

**Autores:**

**Maria Eduarda Gonçalves**

**Dr. Ramon Lucas Dalsasso**

# APRESENTAÇÃO

## Maria Eduarda Gonçalves



Graduando-se em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (2024), possui formação técnica em Saneamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) (2019). Atualmente, integra a equipe do Projeto Planos de Segurança da Água em Santa Catarina (PSA/SC).

## Ramon Lucas Dalsasso



Engenheiro Sanitarista (1986) pela UFSC, com Doutorado pela mesma instituição em Engenharia Ambiental (2005) na área de tratamento de água para abastecimento. É professor associado da UFSC, atuando em pesquisas sobre sistemas de abastecimento de água, incluindo o tratamento. Também compõe a equipe do Projeto PSA/SC.

## Departamento ENS (UFSC)



O Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENS) da UFSC oferece disciplinas de graduação e pós-graduação, com pesquisas voltadas às áreas de planejamento e gestão ambiental, além do controle da poluição e sistemas participativos.

## Laboratório LAPOÁ



O LAPOÁ integra o Departamento ENS da UFSC, com um grupo de pesquisa dedicado à potabilização das águas. Entre suas atividades, destacam-se a criação de soluções alternativas para pequenas comunidades, assim como áreas rurais e populações de baixa renda.

## Projeto PSA/SC

O Projeto PSA/SC, desenvolvido em parceria entre a UFSC e a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), objetiva a elaboração de Planos de Segurança da Água para sistemas de abastecimento de água no meio urbano de 17 municípios do estado de Santa Catarina. As atividades do projeto são coordenadas por uma equipe técnica da UFSC, composta pelos professores: Dr. Maurício Luiz Sens, Dr. Ramon Lucas Dalsasso e Dr. Bruno Segalla Pizzolatti, além dos doutores Fernando Hymnô de Souza e Renata Iza Mondardo, da mestra Giulianna Baron e dos graduandos Maria Eduarda Gonçalves, Larissa Pasin e Christian Strack.

## MASCOTE

Olá! Eu sou o **Lapoalito**, o **mascote** do **Laboratório de Potabilização das Águas (LAPOÁ)** da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Com muito **entusiasmo**, vou acompanhar você ao longo deste **guia de boas práticas**, instrumento na implementação do **monitoramento preventivo** em sistemas de abastecimento de água, com foco no monitoramento da **qualidade da água bruta**.

Espero trazer um toque de **animação** e **diversão**!



# OBJETIVO DO GUIA DE BOAS PRÁTICAS



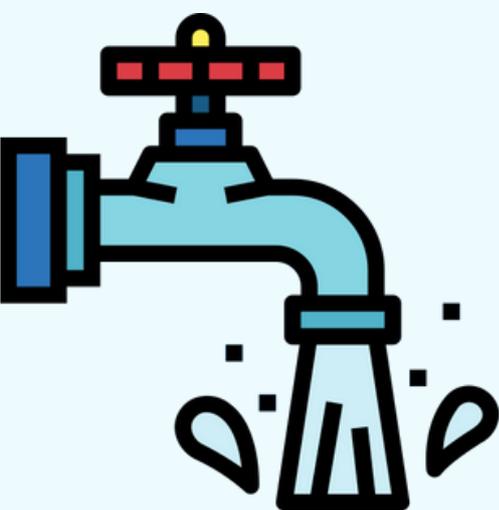
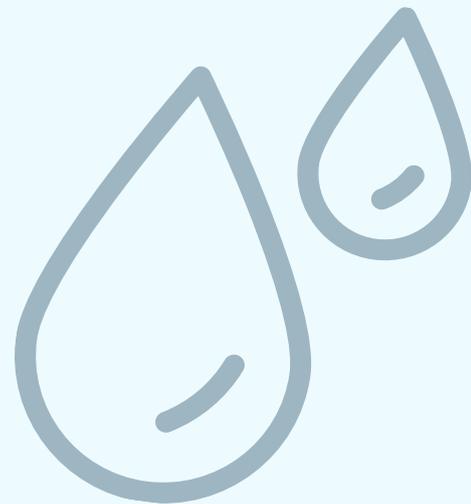
O **monitoramento preventivo** nos sistemas de abastecimento de água (SAAs) auxilia na mitigação de riscos, funcionando como **instrumento** para garantir a **segurança da água**.

O **registro** e a **visualização dos dados** coletados de qualidade da água permitem estabelecer **relações entre os parâmetros** de qualidade da água e os **eventos** ocorridos ao longo dos SAAs.

A visualização dos dados possibilita a **identificação de tendências** ao longo do processo, em diferentes **períodos do ano** ou em **resposta a situações** específicas na operação dos SAAs. Assim, é viável **prever riscos** e **adotar medidas**, minimizando ou eliminando potenciais perigos.

Este **guia de boas práticas** foi elaborado com foco no monitoramento da qualidade da água bruta e destina-se a **apoiar os prestadores de serviços de abastecimento de água** (PSAAs) na **implementação do monitoramento preventivo**.

O objetivo é destacar as boas práticas a serem implementadas **antes da chegada da água à Estação de Tratamento de Água (ETA)** ao abranger a **bacia de captação**, que é a área da bacia hidrográfica a montante da captação, os **mananciais** e as **captações superficiais e subterrâneas**, como forma de reduzir ou eliminar riscos e auxiliar na garantia da segurança da água.



## TÓPICOS

Bacia de Captação	6
Manancial Superficial	9
Captação Superficial	10
Captação Subterrânea	11



# BOAS PRÁTICAS NA BACIA DE CAPTAÇÃO



## Monitoramento das Placas de Sinalização de Mananciais ao Longo da Bacia de Captação

O que observar?	Com qual frequência?	Como agir?
Integridade e legibilidade	Mensal	Fazer registro de imagens para acompanhamento
		Providenciar limpeza/reparo/substituição (caso ilegível ou danificada)
Visibilidade		Fazer registro de imagens para acompanhamento
Providenciar limpeza do local/realocação das placas (caso visibilidade comprometida)		



## Monitoramento do Surgimento/Expansão de Ocupação ao Longo da Bacia de Captação

O que observar?	Com qual frequência?	Como agir?
Surgimento/expansão de áreas* de ocupação, com potenciais fontes de poluição	Semestral/anual	Fazer registro de imagens para acompanhamento
		Atualizar mapas e calendário agrícola (caso identificado surgimento/expansão de áreas)
		Solicitar informações/providências aos órgãos responsáveis* (caso identificado surgimento/expansão de áreas de ocupação)

**\*obs.: Escolher um ou mais locais da bacia de captação que permitam o avistamento do surgimento/expansão de ocupação;**

**\*obs.: Órgãos responsáveis pela aprovação: Prefeitura/órgãos ambientais.**

Para implementar o monitoramento preventivo na bacia de captação, é necessário manter a comunicação constante com a prefeitura e órgãos ambientais sobre a aprovação de novos empreendimentos e ocupação de novas áreas.



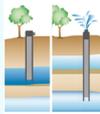
# BOAS PRÁTICAS NA BACIA DE CAPTAÇÃO



## Monitoramento das Áreas de Nascentes e Marginais ao Manancial

O que observar?	Com qual frequência?	Como agir?
Cumprimento dos planos de proteção*	Semestral/ anual	Fazer registro de imagens para acompanhamento
		Solicitar informações/providências aos órgãos responsáveis* (caso identificado surgimento/expansão em áreas de nascentes e marginais ao manancial)

**\*obs.: Escolher um ou mais locais que permitam o avistamento da maior extensão possível das áreas de nascentes e marginais ao manancial;**  
**\*obs.: órgãos responsáveis pela aprovação: Prefeitura/órgãos ambientais.**



## Monitoramento da Área de Influência dos Poços

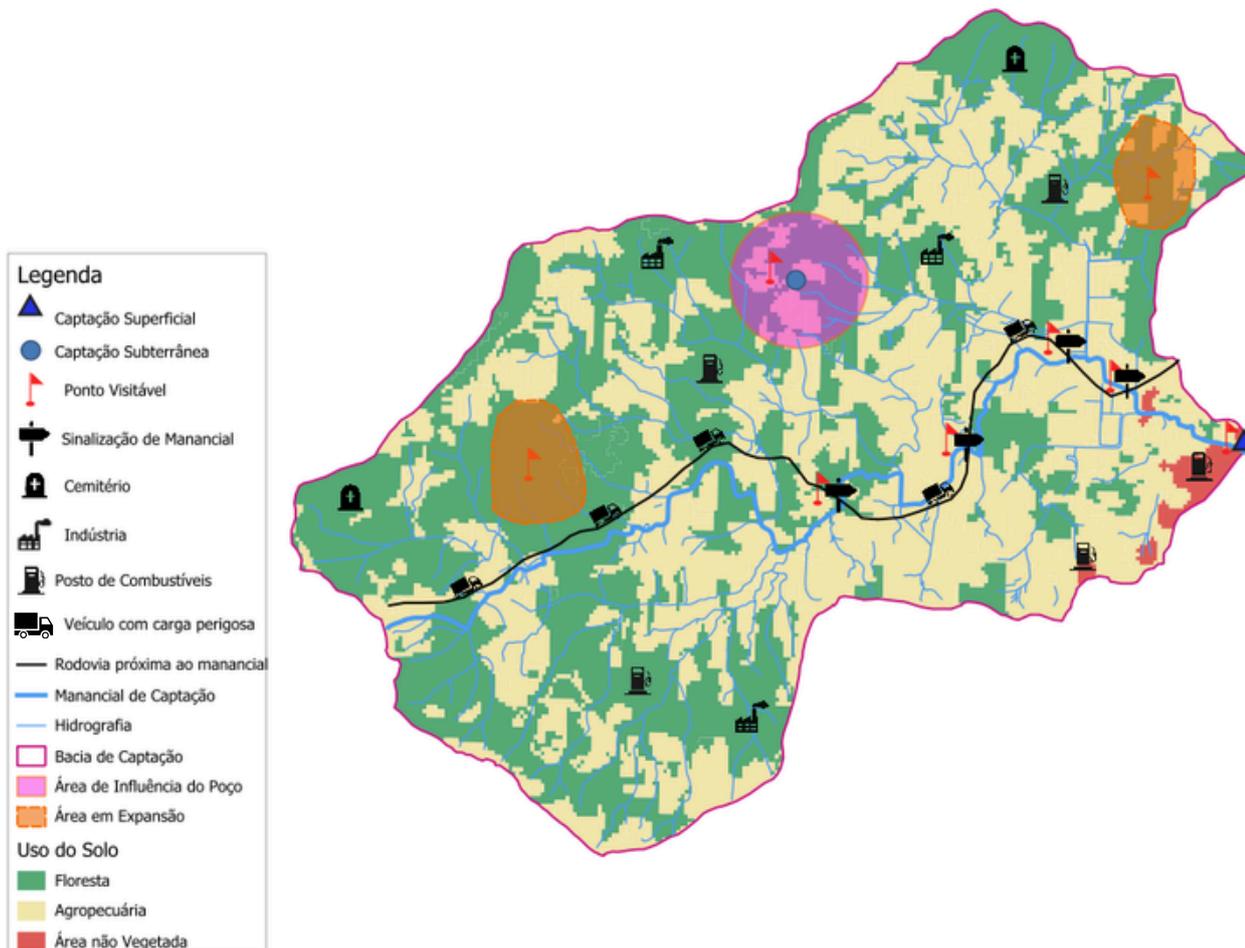
O que observar?	Com qual frequência?	Como agir?
Surgimento/ expansão de potenciais fontes de poluição	Mensal	Fazer registro de imagens para acompanhamento
		Atualizar mapas e calendário agrícola (caso identificado surgimento/expansão de potenciais fontes de poluição na área de influência dos poços)
		Solicitar informações/providências junto aos órgãos responsáveis* (caso identificado surgimento/expansão de potenciais fontes de poluição na área de influência dos poços)

**\*obs.: órgãos responsáveis pela aprovação: Prefeitura/órgãos ambientais.**



# PARA CONFEÇÃO PELO PSAA

Mapa da bacia de captação com possíveis fontes pontuais de poluição e calendário agrícola com agrotóxicos usados na bacia de captação:



CULTIVO					
MESES	ARROZ	CÍTRICOS	FUMO	MAÇA	MILHO
JAN					
FEV					
MAR					
ABR					
MAI					
JUN					
JUL					
AGO			AGROTÓXICO 1		AGROTÓXICO 2
SET	AGROTÓXICO 1				
OUT		AGROTÓXICO 2			
NOV					
DEZ				AGROTÓXICO 3	

LEGENDA: ● PLANTIO ● COLHEITA  
Fonte: Elaborado pelos autores

AGROTÓXICO 1: carbofurano AGROTÓXICO 2: Rund Up AGROTÓXICO 3: Glifosato

# BOAS PRÁTICAS NO MANANCIAL SUPERFICIAL



## Monitoramento da Quantidade de Água Disponível no Manancial

O que observar?	Com qual frequência?	Como agir?
Nível do manancial	Diária	Realizar medição de nível do manancial
		Manter registro atualizado dos dados de nível coletados
		Elaborar gráficos de acompanhamento do nível
		Avaliar associação do nível com parâmetros de qualidade da água como: turbidez, odores, entre outros



## Monitoramento da Qualidade de água e Cumprimento do Plano de Monitoramento

O que observar?	Com qual frequência?	Como agir?
Valores de parâmetros da qualidade da água e cumprimento do plano de monitoramento*	Diária	Realizar coletas de amostras e análises de qualidade da água
		Manter registro atualizado dos dados de qualidade da água coletada e analisada
		Elaborar gráficos de acompanhamento da qualidade da água coletada e analisada
		Avaliar associação da qualidade da água analisada com fatores como: sazonalidade, regime de chuvas, variações de temperatura, ciclo das culturas na bacia de captação, entre outros.
		Desativar/reduzir a vazão de captação, em função de limites críticos dos parâmetros de qualidade da água (caso necessário)

**\*Obs.: o plano de amostragem define os parâmetros de qualidade da água e as frequências/datas de coleta, considerando as especificidades do manancial. O plano de monitoramento possibilita o acompanhamento contínuo e a avaliação da qualidade da água ao longo do tempo.**



# BOAS PRÁTICAS NA CAPTAÇÃO SUPERFICIAL

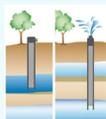


## Monitoramento da Captação Superficial e da Qualidade da Água Bruta Captada

Controle de Acesso		
O que observar?	Com qual frequência?	Como agir?
Existência e condições de conservação, visibilidade e legibilidade de placa de sinalização/restrição ao acesso não autorizado	Diária	Providenciar limpeza/reparo/substituição/reposição/alocação (caso necessário)
Existência e Integridade física e funcional de: cercas, portas, janelas, portões, cadeados, fechaduras e câmeras		Fazer registro de imagens (caso violados/furtados)
		Providenciar reparo/substituição (caso necessário)
Integridade Física e Condição Funcional das Instalações		
Grades/telas/peneiras e unidades de remoção de areia; Válvulas/registros/comporta/adufas; Conjuntos motobomba, quadro de comandos elétricos/telemedição; Talhas/monovias; Horímetros/manômetros/vacuômetro, termômetros e outros acessórios; Refrigeração de ambiente, ruídos ou aquecimentos anormais em componentes mecânicos/elétricos/eletrônicos	Diária	Fazer registro de imagens (caso violados/furtados)
viabilidade da tomada de água em função do nível do manancial		Providenciar comutação operacional de equipamentos reservas (caso aplicável)
		Selecionar posição de tomada em função do nível (caso necessário)



# BOAS PRÁTICAS NA CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA



## Monitoramento dos Poços

Controle do Acesso		
O que observar?	Com qual frequência?	Como agir?
Conservação, visibilidade e legibilidade de placas de sinalização/restrição ao acesso não autorizado	Diária	Providenciar limpeza/reparo/substituição/alocação (caso necessário)
Existência e Integridade física e funcional de cercas, portas, janelas, portões, cadeados, fechaduras e câmeras		Fazer registro de imagens (caso violados/furtados)
		Providenciar reparo/substituição (caso necessário)
Integridade Física e Condição Funcional das Instalações		
Válvulas, registros, conjunto motobomba e quadro de comandos elétricos; Telemedição, horímetro, manômetro, termômetro, controle de nível e outros; Ruídos ou aquecimentos anormais em componentes mecânicos/elétricos/eletrônicos	Diária	Fazer registro de imagens (caso violados/furtados)
Alagamentos/deslizamentos		Providenciar limpeza/reparo/regulagem/lubrificação/substituição/reposição de componentes (caso necessário)
		Desativar a captação, mantendo inoperante até que seja comprovada condição de reativação (caso necessário)
Quantidade e Qualidade de Água Disponível		
Nível de água no poço	Diária	Medir nível dinâmico da água
		Desativar/reduzir a vazão de captação (caso necessário)
Cumprimento do plano de monitoramento e valores de parâmetros de controle da qualidade da água bruta		Realizar coletas de amostras e análises de qualidade da água
		Manter registro de dados de qualidade da água atualizado
		Elaborar gráficos de acompanhamento da qualidade da água analisada
		Avaliar associação de qualidade da água com: sazonalidade, regime de chuvas, variações de temperatura, ciclo das culturas e atividades na área de influência

