

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

MARCELA SAMADIAN DE CASTRO MARIMON

**POTENCIALIDADES DO APROVEITAMENTO DE ESGOTO TRATADO EM
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO PARA COMBATE A INCÊNDIO EM
FLORIANÓPOLIS/SC**

Florianópolis, Santa Catarina.

2022

MARCELA SAMADIAN DE CASTRO MARIMON

**POTENCIALIDADES DO APROVEITAMENTO DE ESGOTO TRATADO EM
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO PARA COMBATE A INCÊNDIO EM
FLORIANÓPOLIS/SC**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Heleno Sezerino.

Florianópolis, Santa Catarina.

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Marimon, Marcela Samadian

Potencialidades do aproveitamento de esgoto tratado em estações de tratamento para combate a incêndio em Florianópolis/SC / Marcela Samadian Marimon ; orientador, Pablo Heleno Serezino, 2022.

76 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Reuso de efluentes. 3. Estações de tratamento de esgoto. 4. Combate a incêndio. 5. Corpo de Bombeiros Militar. I. Serezino, Pablo Heleno. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. III. Título.

Marcela Samadian de Castro Marimon

**POTENCIALIDADES DO APROVEITAMENTO DE ESGOTO TRATADO EM
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO PARA COMBATE A INCÊNDIO EM
FLORIANÓPOLIS/SC**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenharia sanitária e Ambiental e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

Florianópolis, 26 de Julho de 2022

Prof. Dr. Maria Elisa Magri
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Pablo Heleno Sezerino
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Dr.(a) Maria Eliza Nagel Hassemer
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. MSc. Alexandre Bach Trevisan
Avaliador
Engenheiro da Companhia Catarinense de Água e Saneamento

Este trabalho é dedicado a todas as pessoas que de alguma forma tornaram este período mais leve, em especial a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais pela dedicação e energia despendida na minha criação. Agradeço em especial a minha mãe por todo carinho transmitido durante o período da graduação e por todo investimento feito na minha educação. Ao meu pai por toda troca e companheirismo, por ter me acompanhado nas coletas de dados deste trabalho e por sempre ser compreensivo com meus anseios acadêmicos. A minha família agradeço, aos meus avós por todo amor transmitido, cada um à sua maneira, com carinho, pipocas que regaram madrugadas de estudos, ligações preocupadas e muito amor. Ao meu tio por apesar de seu jeito peculiar sempre me apoiar. Agradeço a todos os meus irmãos, os pequenos por me trazerem leveza e amor a cada momento e ao Pedro que me acompanha a vida inteira nos bons e maus momentos.

Agradeço meu companheiro por me acompanhar nesta fase final da graduação, por sempre ser doce e compreensivo, por me resgatar da loucura e acreditar em mim. A minha amiga Martina que me acompanhou no início da graduação em muitas noites de estudo, a Déborah e a Taisa por todas as risadas, madrugadas com energético em taças e calças de moletom. Aos meus colegas de trabalho, que durante o período de estágio foram como uma família, criando um ambiente caloroso de trabalho, que me possibilitou ser muito mais do eu esperava. Obrigada por acreditarem em mim.

Ao Pablo, meu orientador, agradeço por apoiar esta ideia e por me auxiliar na construção deste projeto, além de um excelente professor nas matérias ministradas durante a graduação. Agradeço também aos professores Pedro Chaffe, Patrícia Uda, Rodrigo Mohedano e Leonardo Hoinaski por serem professores excepcionais. Agradeço com muito carinho a professora Maria Eliza Nagel por no momento mais crítico da minha graduação me acolher e me convencer a continuar com este sonho.

Agradeço a CASAN e ao CBMSC por fornecerem todas as informações necessárias com prontidão durante a construção deste trabalho. Por fim agradeço a UFSC por todo o período em que vivi nesta universidade, por todas as vivências que estudar em uma universidade pública e de qualidade me proporcionou as quais ficaram marcadas para sempre em minha memória.

*“A verdadeira força não é a do mar em fúria que tudo
destrói, mas do rochedo, impassível, que a tudo
resiste!”*

(Henrique José de Souza, 1963)

RESUMO

O presente estudo de caso buscou analisar o potencial envolvido no uso de esgoto tratado nas estações de Florianópolis/SC para combate a incêndio. O estudo abrangeu a definição da demanda de água dos quartéis, a verificação do atendimento a legislações da qualidade do efluente tratado, a probabilidade do contato direto desta água com vítimas nos incêndios e duas propostas de implementação do sistema, incluindo suas dificuldades e benefícios. A coleta de dados do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina foi feita através da análise de registros no sistema interno do CBMSC de 2018 a 2021 e entrevistas, estas do tipo informal realizadas com 15 bombeiros militares de plantão nos quartéis do município. Os dados das vazões das estações em 2021 e dos parâmetros de saída do tratamento das estações de 2020 e 2021 foram fornecidos pela Companhia Catarinense de Água e Saneamento, e comparados com a resolução conjunta SES/SIMA nº01 do estado de São Paulo que define a qualidade do efluente tratado para fins urbanos. A demanda de água encontrada para os seis quartéis militares de Florianópolis varia de 5.583 a 16.121 L por semana, correspondendo a menos de 1% da menor vazão gerada pelas estações. O atendimento a SES/SIMA nº01 analisou 7 dos 14 parâmetros solicitados, das seis estações. A estação da Lagoa da Conceição obteve o maior número de parâmetros dentro do solicitado (quatro), as demais estações obtiveram de três a uma análise positivas. De todas as ocorrências de incêndio registradas nos últimos quatro anos, apenas 3% tiveram vítimas atendidas, já as ocorrências que ocorrem em locais com alta taxa de circulação de pessoas representam 38% dos registros. As propostas de implementação do sistema incluem o abastecimento de cada quartel na estação de esgoto mais próxima ou o fornecimento do efluente pela estação da Lagoa da Conceição, a qual necessita de atualização de menos parâmetros de saída. Com esta pesquisa infere-se que a implantação de um sistema de reuso de efluente tratado para combate a incêndio em Florianópolis necessita da atualização e refinamento do tratamento para atendimento a legislação, mas atende a demanda de água dos quartéis e apresenta baixa probabilidade de contato de vítimas com o efluente.

Palavras-chave: Florianópolis, Reuso, Combate a incêndio, Esgoto, Corpo de Bombeiros Militar.

ABSTRACT

This case study's focus was to analyse the potential in the use of treated sewage water in the firefighting stations in Florianópolis. The study covered the definition of the water demands in the headquarters, verifying the compliance with local laws and regulations regarding the treated effluent's quality, the probability of the victim's direct contact with this water, two proposals for the implementation of the system and its difficulties and benefits. Data collection from the Santa Catarina's Military Fire Department was done by analysing the records in the CBMSC's internal system from 2018 to 2021, and also through informal interviews with 15 military firefighters on duty in the city's headquarters. The information regarding the station's outflows in 2021 and the treatments output parameters of 2020 and 2021 were provided by Companhia Catarinense de Água e Saneamento, and compared with the resolution SES/SIMA number 1 São Paulo's state, that defines the effluent's treatment for urban processes. The amount of water demands in six military headquarters in Florianópolis varies from 5,583 to 16,121 litres per week, corresponding in less than 1 percent of the lowest flow generated by the stations. SES/SIMA number 1 considered 7 of the 14 demanded parameters, in all six stations. Lagoa da Conceição's station registered the highest number of parameters (four), the remaining stations registered from 1 to 3 positive results. From all fire occurrences registered in the last four years, only 3% had attended victims, whereas the ones that occur in places with high amount of people passing by represents 38% of them. The system's implementation proposal includes supplying the headquarters with the water the nearest sewage station or with the effluent from the Lagoa da Conceição's station, which needs fewer outgoing parameters updates. With this research it's concluded that implementing an effluent reuse treated water system for solving fire occurrences in Florianópolis needs improvement on the water treatment to comply with the laws and regulations, but it meets the water demands in the headquarters and it's highly unlikely that the victims would have direct contact with the water.

Keywords: Florianópolis, Reuse, Fire Fighting, Sewage, Military Fire Department.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do tratamento de esgoto da estação ETE Insular.	19
Figura 2 – Fluxograma da estação de tratamento da Barra da Lagoa	20
Figura 3 - Fluxograma do tratamento de esgoto da estação do Saco Grande	21
Figura 4 - Tetraedro do fogo.....	25
Figura 5 – Modelo de Auto Busca Tanque Resgate (ABTR) utilizado pelo CBMSC.	27
Figura 6 - Modelo de Auto Tanque (AT) utilizado pelo CBMSC.	28
Figura 7 - Fluxograma de desenvolvimento do estudo.....	31
Figura 8 - Localização das Estações de Tratamento de Esgoto e dos Quarteis do Corpo de Bombeiros Militar em Florianópolis/SC.....	34
Figura 9 - Fluxograma metodológico para obtenção de dados do CBMSC.	35
Figura 10 - Fluxograma dos filtros aplicados por batalhão.....	36
Figura 11 - Fluxograma metodológico para obtenção dos dados referentes a qualidade e vazão do efluente.	39
Figura 12 - Análise da localização das ocorrências de incêndio atendidas no período de 2018 a 2021.	48
Figura 13 – Representação gráfica da média dos parâmetros de turbidez e SST medidos nas ETE de Florianópolis de 2020 a 2021 relacionada com as exigências da resolução do Estado de São Paulo.	49
Figura 14 - Representação gráfica da média dos parâmetros de pH e DBO medidos nas ETE de Florianópolis de 2020 a 2021 relacionada com as exigências da resolução do Estado de São Paulo.....	50
Figura 15 - Representação gráfica da média do parâmetro de cloretos medido nas ETE de Florianópolis de 2020 a 2021 relacionada com as exigências da resolução do Estado de São Paulo.....	50
Figura 16 - Representação gráfica da média dos parâmetros de Coliformes e <i>Escherichia coli</i> medidos nas ETE de Florianópolis de 2020 a 2021 relacionada com as exigências da resolução do Estado de São Paulo.....	51
Figura 17 - Problemas e dificuldades de implementação.....	57
Figura 18 - Benefícios da implementação.	58
Figura 19 - Rotas de implementação do cenário 1.....	61
Figura 20 - Rota de implementação do cenário 2 para os quartéis de Canasvieiras e do Rio Tavares.....	63

Figura 21 - Rota de implementação do cenário 2 para os quartéis da Barra da Lagoa, do Centro, do Estreito e da Trindade.64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Parâmetros de qualidade do efluente tratado para águas de reuso de classe A de acordo com a Resolução Conjunta do Estado de São Paulo.	29
Quadro 2 - Frequência de análises exigida pela Resolução Conjunta do Estado de São Paulo para reuso de classe A	30
Quadro 3 - Localização dos quartéis de Florianópolis.....	32
Quadro 4 - Localização das estações de tratamento de esgoto de Florianópolis.	33
Quadro 5 - Seleção aplicada por bairros.....	37
Quadro 6 - Detalhes das vazões fornecidas.....	40
Quadro 7 - Principais patógenos presentes no esgoto e suas causas.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de análises fornecidas por ETE no período de 2020 a 2021.	40
Tabela 2 - Número de ocorrências no ano de 2021 e demanda de cada quartel de acordo com os dados inseridos no sistema.....	44
Tabela 3 - Número de ocorrências e demanda de cada quartel de acordo com as entrevistas.....	45
Tabela 4 - Comparativo entre os diferentes métodos de coleta de dados.	45
Tabela 5 – Comparativo das vazões tratadas pelas estações de tratamento de esgoto de Florianópolis.....	47
Tabela 6 - Análise da presença de vítima nas ocorrências registradas de 2018 a 2021.	54
Tabela 7 - Análise da presença de vítima em relação aos tipos de ocorrência.....	55
Tabela 8 - Resumo das rotas de implementação do cenário 1.	59
Tabela 9 - Resumo das rotas de implementação do cenário 2.	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo Geral	17
1.1.2	Objetivos Específicos	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	TRATAMENTO DE ESGOTO EM FLORIANÓPOLIS	18
2.1.1	Estações de tratamento de esgoto no município de Florianópolis ...	18
2.1.2	Problemática da destinação final do esgoto tratado em diferentes estações no município de Florianópolis	22
2.2	REUSO DE ÁGUAS TRATADAS	23
2.2.1	Importância do reuso	23
2.2.2	Tipos de reuso	24
2.3	COMBATE A INCÊNDIO	25
2.3.1	Tipos de incêndio	25
2.3.2	Viaturas utilizadas em Florianópolis para combate a incêndio	27
2.4	LEGISLAÇÕES NACIONAIS SOBRE O REUSO PARA COMBATE A INCÊNDIO.....	28
3	METODOLOGIA	31
3.1	FLUXOGRAMA METODOLÓGICO	31
3.2	ÁREA DE ESTUDO	31
3.3	DADOS REFERENTES AO COMBATE A INCÊNDIO	34
3.3.1	Demanda de água para o combate a incêndio	37
3.3.2	Aplicação de entrevistas	38
3.4	QUALIDADE E VAZÃO DO EFLUENTE TRATADO	39
3.4.1	Dados das vazões das ETE	39
3.4.2	Dados de análises dos parâmetros de saída do efluente tratado	40
3.5	MAPAS E ROTAS	41

3.6	ANÁLISE DA PROBABILIDADE DE OCORRER CONTATO DIRETO COM A ÁGUA DE REUSO	41
3.7	LOGÍSTICA DE IMPLEMENTAÇÃO	42
3.8	FREQUÊNCIA DE ABASTECIMENTO	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	DEMANDA X GERAÇÃO DE EFLUENTE TRATADO.....	44
4.2	ATENDIMENTO DA QUALIDADE EXIGIDA PELA SES/SIMA N°01	48
4.3	PROBABILIDADE DE CONTATO DIRETO.....	52
4.4	PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO.....	56
4.4.1	Cenário 1	59
4.4.2	Cenário 2	62
5	CONCLUSÃO	65
6	RECOMENDAÇÕES.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68
	APÊNDICE A - Formulário aplicado nas entrevistas	73
	ANEXO A - Ofício para solicitação de informações da CASAN para fins de estudo	74
	ANEXO B - Ofício para solicitação de informações da CBMSC para fins de estudo	75

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, e conseqüente aumento da demanda de água, unido ao uso na agricultura e indústria que crescem diretamente com a população, torna a água um bem indispensável e de difícil acesso. Somado ao desperdício ou uso incorreto deste recurso, a água vem se tornando um bem natural disputado, com alto valor econômico, ambiental, social e político envolvido. Podendo ocupar no decorrer do século XXI um lugar equivalente ao ocupado pelo petróleo e o carvão na economia mundial dos últimos 150 anos (FONSECA et. al., 2020).

De acordo com May (2009), o reuso das águas cinzas é uma alternativa para auxiliar na conservação dos recursos hídricos e conseqüente escassez de água. Esta água, além de possuir uma qualidade adequada para muitos tipos de reuso, é abundante, resultando em uma alternativa promissora (MAY, 2009). Entretanto, deve-se considerar o risco de exposição a esse efluente de forma rotineira ou acidental, pois as águas de reuso podem conter patógenos como helmintos, bactérias, vírus e protozoários (ANDREOLI; SPERLING; FERNANDES, 2014). Ademais, o efluente tratado possui características vinculadas a sua fonte geradora, podendo ser residencial ou industrial (ANDREOLI; SPERLING; FERNANDES, 2014). Assim, o reuso do efluente urbano tratado por estações de esgoto quando usado de forma segura apresenta inferências na saúde pública e de grandezas ambientais (SÃO PAULO, 2020).

De acordo com Melo (2018), a geração de esgoto em Florianópolis é majoritariamente residencial e possui sistema de rede de tratamento que atende 65% da população (FLORIANÓPOLIS, 2021). Este sistema é administrado por uma concessionária que coleta este efluente através da uma rede de esgoto, efetua o tratamento em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e gerencia a disposição final do esgoto tratado (MELO, 2018). A disposição final em Florianópolis apresenta três possibilidades básicas: disposição em cursos d'água, sistemas de disposição oceânica e reuso (FLORIANÓPOLIS, 2019). Todas as opções apresentam dificuldades para aplicação correta, pois os corpos hídricos da região possuem baixa vazão e classificações rigorosas de disposição (FLORIANÓPOLIS, 2019). Ademais, os emissários necessitam de boa circulação de correntes para correta dispersão, mas nem todas as localidades da ilha apresentam tais características (FLORIANÓPOLIS,

2019). Com relação ao reuso, o mesmo deve ser efetuado de forma ambiental, sanitária e segura para o ambiente e população (FLORIANÓPOLIS, 2019).

Com relação às estratégias de reuso, destacam-se duas propostas com abordagens distintas, porém com finalidades semelhantes. Mainer (2011) estudou uma estratégia de reuso que visava a redução das vazões de lançamento dos efluentes nos corpos hídricos por meio da diminuição da captação. Propondo um sistema de reuso da água da chuva para um centro de treinamentos de combate a incêndio localizado no Rio de Janeiro, visando economia e incentivo nos treinamentos. Na cidade de Florianópolis, durante a elaboração do Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis, foi proposto o reuso do efluente tratado das estações de esgoto para combate a incêndio na região (FLORIANÓPOLIS, 2019). Para que isto possa ocorrer de forma segura, deve-se levar em conta o risco envolvido, e por não ser uma prática comum no Brasil, existem poucos padrões impostos ao reuso (MAINER, 2011).

O desenvolvimento de propostas de reuso promove a sustentabilidade, através de uma gestão verde dos recursos hídricos, gerando um sistema integrado de tratamento e consumo. Este possibilita atender a demanda da população de forma equilibrada e franca, possibilitando um consumo consciente e futuro promissor para as próximas gerações (CUNHA et. al., 2011). Dentro deste contexto o presente estudo teve o intuito de analisar o potencial envolvido no desenvolvimento de um sistema de reuso não potável do efluente tratado nas estações de tratamento de esgoto do município de Florianópolis para uso no combate a incêndio do município.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar qualitativamente e quantitativamente a potencialidade do aproveitamento do uso de esgoto tratado em estações de tratamento de Florianópolis/SC para combate a incêndio no município.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Quantificar a demanda de água dos quartéis do Corpo de Bombeiros Militar de Florianópolis/SC para combates a incêndio no município e relativizar com a quantidade de esgoto tratado gerada pelas estações de tratamento da operadora;
- Analisar a qualidade do efluente final das estações de tratamento de esgoto de Florianópolis/SC e comparar com os requerimentos para água de reuso em atividade de combate a incêndios;
- Inferir sobre a probabilidade de contato direto de humanos com o esgoto tratado como água de reuso para combate a incêndio;
- Estabelecer a logística de armazenamento e transporte do esgoto tratado em diferentes estações de tratamento com relação aos quartéis do Corpo de Bombeiros em Florianópolis/SC.

2 REVISÃO BLIBIOGRÁFICA

2.1 TRATAMENTO DE ESGOTO EM FLORIANÓPOLIS

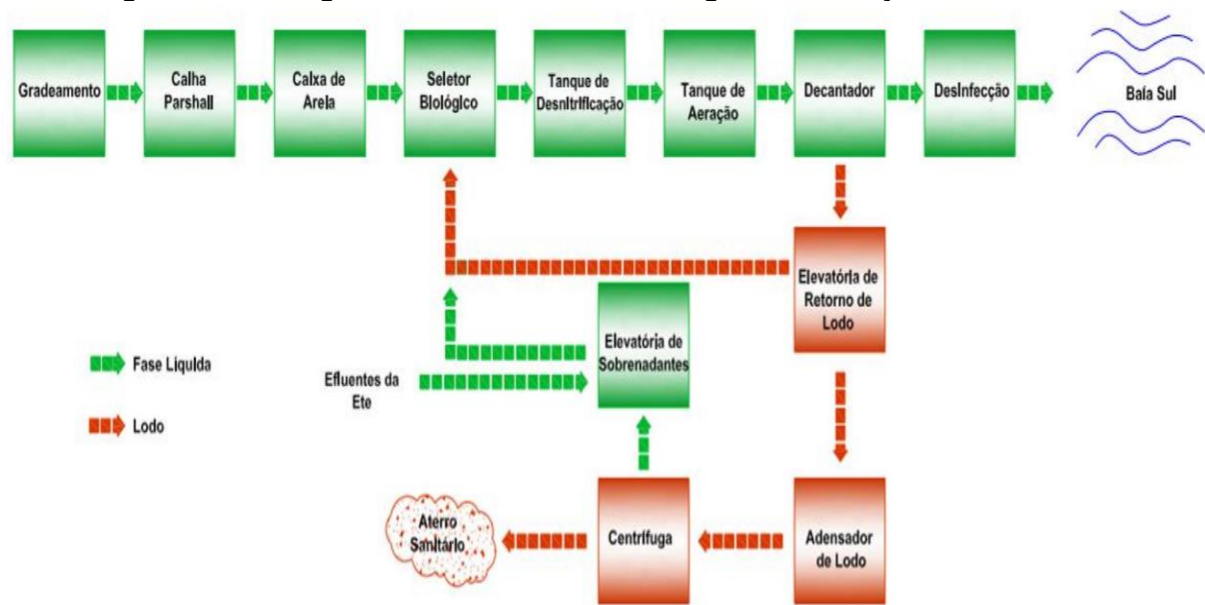
O atendimento à população por redes de esgoto público no Brasil em 2020 chegou a 55% da população total da nação, abrangendo 63,2% da população urbana (SNIS, 2021). O maior índice ocorreu na região sudeste atingindo 80,5% da população total e 84,95% da população urbana, enquanto a região norte, de menor atendimento, alcançou o índice de 13,1% da população total e 17,2% da população urbana (SNIS, 2021). No município de Florianópolis a população atendida por sistemas de esgotamento sanitário em dezembro de 2019 foi de 65% (FLORIANÓPOLIS, 2021). Sendo o sistema de esgotamento sanitário composto por sistemas terceirizados em lote, um sistema público federal localizado na base aérea (SES da Base Aérea), um sistema privado em Jurerê Internacional (SES do Balneário de Jurerê Internacional) e oito sistemas operados pela Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN), concessionária responsável pela operação dos serviços no município (FLORIANÓPOLIS, 2021).

2.1.1 Estações de tratamento de esgoto no município de Florianópolis

Localizada dentro da ilha de Florianópolis próxima a ponte Pedro Ivo Campos a ETE Insular é operada pela CASAN desde 1997, com projeto de atendimento de 278 L/s na etapa inicial e posterior atualização para 417 L/s (CASAN, 2017b). A ETE atualmente atende bairros como Centro, Saco dos Limões, Costeira do Pirajubaé, Trindade e outras regiões do distrito administrativo sede ilha (CASAN, 2017b). Em 2021 a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) atendeu 138.519 habitantes, possuindo 15.291 ligações prediais, sendo o desague no mar da Baía Norte a destinação final do efluente tratado da estação (FLORIANÓPOLIS, 2021).

Na Figura 1 do Plano de Emergência e Contingência Operacional da ETE Insular estão apresentados os processos desenvolvidos durante o tratamento do efluente na ETE, a qual de acordo com Florianópolis (2019) apresenta vazão média de 278 L/s.

Figura 1 - Fluxograma do tratamento de esgoto da estação ETE Insular.



Fonte: CASAN (2017b, pg.4).

A estação de tratamento de Canasvieiras foi inaugurada pela CASAN em 1995 e atualmente atende 62.795 habitantes, totalizando 8.551 ligações prediais, com efluente final da estação desaguando no rio Papaquara (FLORIANÓPOLIS, 2021). De acordo com Santos (2022), a estação inicial possuía projeto de menor atendimento, e hoje conta com duas modalidades de tratamento, uma estação por lodos ativados por valo de oxidação na modalidade aeração prolongada com vazão de 184 L/s e uma ETE compacta, com filtração biológica de alta taxa seguido por floco-flotação e vazão de 100 L/s. Assim, totalizando capacidade de 284 L/s, que são suficientes para atender a vazão média da ETE (184 L/s), bem como o pico de vazão nos meses de verão devido à população flutuante na alta temporada (SANTOS, 2022).

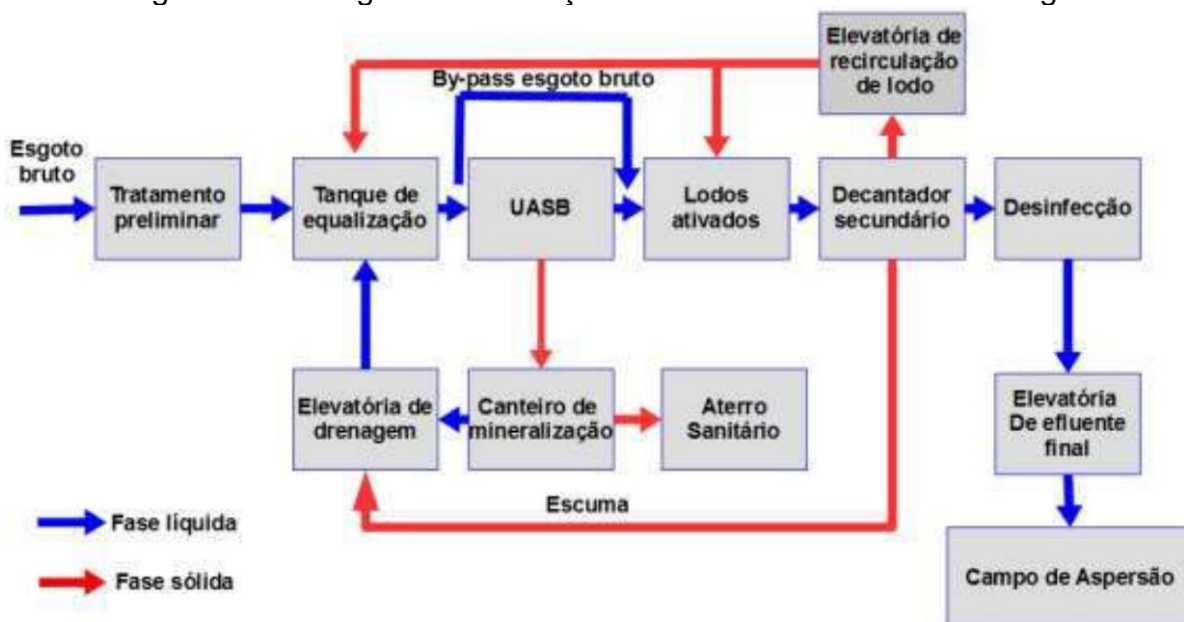
A ETE da Lagoa da Conceição, localizada na Avenida das Rendeiras, inaugurada em 1988, atende os bairros Lagoa da Conceição, Retiro da Lagoa e Canto da Lagoa, totalizando 10.082 habitantes, com 2.277 ligações prediais e destinação final do efluente tratado por infiltração no solo por meio de lagoa de evapoinfiltração no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição (FLORIANÓPOLIS, 2021).

Segundo Santos (2018), a vazão inicial de projeto da ETE de 5,72 L/s não foi suficiente para atender o crescimento populacional da região sendo ampliada em 2003 para 18,5 L/s visando atender até 10.000 habitantes. Em 2007 a instalação de um reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) aumentou a vazão para 50 L/s,

aumentando a capacidade de atendimento em até 30.000 habitantes. O tratamento realizado na estação consiste no tratamento biológico por valos de oxidação de aeração prolongada, abrangendo gradeamento, caixa de areia, valos de oxidação e decantador secundário. Com a instalação do reator UASB em 2007, posterior a passagem no gradeamento, grande parte da vazão da estação é encaminhada para este para depois sofrer o tratamento pelos valos de oxidação.

Com início das operações em 2007 a estação da Barra da Lagoa operada pela CASAN, atende a área central da Barra da Lagoa e parte da Costa da Lagoa, projetada para uma vazão máxima de 94,00 L/s, vazão média de 64 L/s e população de atendimento 20.035 habitantes (CASAN, 2017a). Atualmente a ETE atende 6.794 habitantes, possuindo 1.941 ligações prediais e destinação final do efluente tratado por infiltração no solo no canteiro de aspersão no Parque Estadual do Rio Vermelho (FLORIANÓPOLIS, 2021). O fluxograma apresentado na Figura 2 exemplifica os processos desenvolvidos durante o tratamento de esgoto na estação da Barra da Lagoa.

Figura 2 – Fluxograma da estação de tratamento da Barra da Lagoa



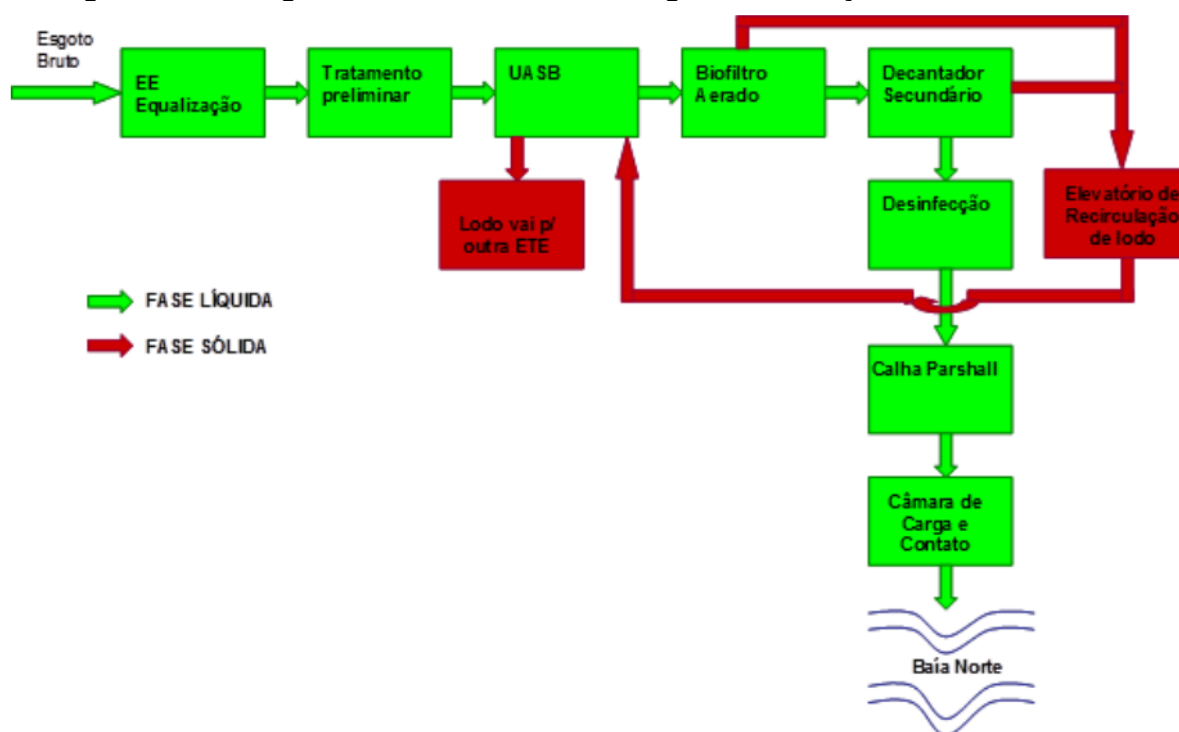
Fonte: FLORIANÓPOLIS (2019, pg.83).

Datada de 1996 a estação do Parque Tecnológico e a ETE do Saco Grande de 2006, atendem o parque tecnológico no João Paulo, o Centro Administrativo do Governo do Estado, o conjunto habitacional Vila Cachoeira e o parque da Figueira,

totalizando o atendimento de 2.846 habitantes e 1.010 ligações prediais, com destinação do efluente final da estação no mar da baía norte (FLORIANÓPOLIS, 2021).

Com capacidade média de 11,5 L/s a estação do Saco Grande é composta por tratamento preliminar com gradeamento, caixa de areia e caixa de gordura, tratamento primário por um reator anaeróbico tipo UASB, tratamento secundário por biofiltro aerado submerso e ainda um decantador secundário e posterior desinfecção por cloro (CASAN, 2017c), conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma do tratamento de esgoto da estação do Saco Grande



Fonte: CASAN (2017c, pg.4).

O sistema atual de tratamento da ETE do Saco Grande está em processo de ampliação, com nova proposta de implantação de tratamento terciário, o qual prevê o efluente final com redução de 98 % da demanda bioquímica de oxigênio, redução de 99,99 % dos coliformes fecais, remoção de 90 % de fósforo e ainda remoção de 95 % do nitrogênio (SANTA CATARINA, 2021).

Em 2017 a CASAN iniciou as obras da ETE Rio Tavares, localizada na Rodovia SC 405, sendo a primeira estação de tratamento de esgoto do Sul da Ilha. A estação prevê o atendimento inicial de 3.000 ligações domiciliares e vazão de 78 L/s, sendo ampliada posteriormente para a capacidade total de 202 L/s. O tratamento será

do tipo terciário, além da redução da carga orgânica, o efluente passa por processos de forma a perder a boa parte da carga de nitrogênio e fosforo, e ainda ao final do tratamento passará por desinfecção por irradiação ultravioleta (SANTA CATARINA, 2017).

2.1.2 Problemática da destinação final do esgoto tratado em diferentes estações no município de Florianópolis

De acordo com Zanatta (2015), a disposição final do efluente tratado das estações de tratamento de esgoto na ilha de Santa Catarina, tornou-se uma decisão difícil para a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. O estudo de esgotamento sanitário do município define os meios de retorno do efluente tratado à natureza, este pode ser devolvido à um curso de água, desaguado em um sistema de disposição oceânica ou então a aplicação de um sistema de reuso direto ou indireto, preconizando a descarga no solo para recarga do aquífero (FLORIANÓPOLIS, 2019). A aplicação destes meios de retorno, no entanto não é tão simples, os sistemas de recarga dos corpos hídricos, que consistem no desague do efluente tratado nos cursos de água da região, encontra dificuldades de aplicação no município devido à baixa vazão dos rios, aliado com o fato de a maioria destes possuírem ponto exutório em sistemas aquáticos fechados como lagoas ou semifechados como as baías ou em unidades de conservação, além da sensibilidade destes a processos de contaminação (FLORIANÓPOLIS, 2021).

A aplicação de sistemas de destinação final que envolve a infiltração do efluente no solo, de acordo com Asano & Cotruvo (2004) deve ser feita com muita cautela, já que a descontaminação de águas subterrâneas é muito complexa caso ocorra algum tipo de contaminação. Os sistemas de disposição oceânica têm como dificuldades de implantação o custo elevado e o fato de necessitarem de local para instalação que proporcione dispersão adequada da pluma do efluente tratado (FLORIANÓPOLIS, 2019).

2.2 REUSO DE ÁGUAS TRATADAS

2.2.1 Importância do reuso

Fonseca et. al. (2020) debatem sobre a forma como a sociedade trata o meio ambiente com displicência, tratando os recursos naturais como bens rapidamente renováveis, não considerando a reposição dos bens consumidos ou o tempo de regeneração natural destes. Almeida et. al (2020) vinculam a escassez e a má gestão dos recursos hídricos com o ideal comum no Brasil de que a água é um recurso abundante, tal fato gera o consumo não essencial deste recurso, enfatizando a importância de se entender e discutir o uso desenfreado deste bem essencial. Para Cunha et al. (2011) a redução da disponibilidade hídrica, somada a elevada contaminação dos corpos hídricos, torna o reuso uma forma de encontrar o equilíbrio entre a demanda dos usuários e a disponibilidade de água.

Por se tratar de um recurso indispensável a vida, a água deve ser preservada. A maioria dos usos da água não necessita de qualidade potável, assim o reuso aumenta a disponibilidade hídrica, e conseqüentemente diminui a carga sobre os mananciais e auxiliando na preservação ambiental (ANDERSON et al., 2001).

A aplicação de sistemas de reuso torna possível priorizar a água potável para fins essenciais, suprimindo as demais necessidades de uso com águas de menor pureza (PINTO et al., 2014). O reuso é uma prática que reaproveita o efluente produzido por atividades antrópicas, reduzindo o impacto ambiental gerado nos corpos hídricos. Apesar de apresentar maior risco microbiológico em relação ao sistema linear de abastecimento e desague dos efluentes, o sistema circular evita o desgaste e deterioração dos rios (AISSE et al., 2006).

Bernardi (2003) afirma que o reuso de águas residuárias possui inúmeras vantagens ambientais, sociais e econômicas. Se tratando do lado ambiental, tem-se a redução da vazão de lançamento nos rios e da demanda de água tratada, que como consequência direta traz a redução da vazão de captação necessária, preservando os recursos hídricos. Socialmente, o reuso reflete em visão positiva da população para com o manejo de resíduos. Economicamente, o reuso pode gerar aumento da competitividade empresarial e demanda de empregos, mudando os padrões de consumo e produção, reduzindo custos e fomentando o mercado nacional e internacional.

2.2.2 Tipos de reuso

Santos, Oliveira, Albuquerque (2019) referem-se ao reuso como prática utilizada em todo o mundo em diversas áreas, como: irrigação, limpeza urbana, agricultura, indústria, uso doméstico e recarga de aquíferos. Tal prática é dividida em reuso potável, no qual o efluente tratado pode ser ingerido, enquadrando-se nos padrões de potabilidade (WATEREUSE, 2019). Já o reuso não potável é aplicado em usos como irrigação, indústria, agricultura e demais atividades que não exigem qualidade de água tão elevada (KUBLER; FORTIN; MOLLETA, 2015). Porém, os padrões de qualidade da água exigidos para cada tipo de reuso dependem da sua classificação e do país em que este ocorre (KUBLER; FORTIN; MOLLETA, 2015). De acordo com Iwaki (2015), a aplicação do reuso indireto para fins não potáveis como a recarga dos aquíferos ou o reuso direto para usos industriais, agrícolas e entre outros é majoritariamente explorado em países desenvolvidos ou em desenvolvimento.

O Estudo de Esgotamento Sanitário de Florianópolis exemplifica diversas aplicações para o reuso não potável de efluentes tratados nas estações do tratamento de esgoto município, como: irrigação de jardins; lavagem de ruas, caminhões públicos e praças; supressão de poeira; combate a incêndio e desobstrução de sistemas de drenagem ou das redes coletoras de efluente (FLORIANÓPOLIS, 2019).

Mainer (2011) apresentou estratégia de reuso da água da chuva para combate a incêndio com os objetivos de economia de recursos (naturais e financeiros), redução da vazão de lançamento dos efluentes nos corpos hídricos por meio da diminuição da captação e incentivo nos treinamentos. Tal proposta apresentou sistema de reuso somente para treinamentos em Centro de Treinamentos localizado no Rio de Janeiro. Em busca específica para este trabalho, não foram encontradas proposta de reuso para o efetivo combate a incêndio. Porém, considerando que as águas de reuso podem conter patógenos como helmintos, bactérias, vírus e protozoários, estratégias com este fim devem considerar a fonte geradora do efluente (residencial ou industrial), bem como os parâmetros de pureza devido ao risco de exposição a este efluente de forma rotineira e/ou acidental (ANDREOLI; VON SPERLING; FERNANDES, 2014).

2.3 COMBATE A INCÊNDIO

2.3.1 Tipos de incêndio

Definido como reação exotérmica, o fogo gera calor e luz através da queima de combustível por comburente. Para a reação ocorrer é necessária uma fonte inicial, normalmente antrópica, como sistemas elétricos, térmicos, mecânicos ou químicos, porém, descargas atmosféricas também podem servir como ignição natural desta reação (BENTO, 2019).

Atualmente o fogo é definido como reação em cadeia, a qual exige um combustível (seja este material líquido, sólido ou gasoso que entrará em combustão), o comburente, (oxigênio) e calor (que após princípio de incêndio dará sequência a reação em cadeia tornando-o sistema de retroalimentação). Tal reação em cadeia somente se extinguirá com a remoção de algum dos três itens (combustível, comburente ou calor), quebrando o sistema de retroalimentação. O conjunto de combustível, comburente, calor e reação em cadeia são conhecidos como tetraedro do fogo (CBMRJ, 2008), conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Tetraedro do fogo



Fonte: CBMSC (2020, pg.65).

Existem quatro classes de incêndio, de acordo com o material da fonte alimentadora dos incêndios (combustível), tal classificação é utilizada para definir o

método apropriado de combate a incêndio. Incêndios de Classe “A” ocorrem quando combustível é sólido e queima na superfície, gerando cinzas e brasas, como madeiras, roupas e afins. Os incêndios de Classe “B” envolvem líquidos, graxas ou gases, não deixando resíduos e a queima ocorre na superfície, como óleos de cozinha e gás liquefeito de petróleo. A Classe “C” é caracterizada pela presença de energia elétrica, como incêndios em computadores ou locais com fiação exposta, neste incêndio não pode ser utilizada água devido a sua capacidade de condução elétrica. Já a Classe “D” envolve materiais combustíveis pirofóricos, como magnésio, lítio e antimônio, estes materiais queimam a temperaturas muito altas e tem reação violentas com a água e demais materiais comuns utilizados no combate (CBMSC, 2020).

O combate a incêndio é baseado em retirar um dos itens necessários para ocorrer a reação em cadeia do fogo, dessa forma existem basicamente três formas de extinguir um incêndio, por retirada ou isolamento do combustível, abafamento do comburente ou resfriamento. De forma geral existem quatro métodos para realização deste combate, o método da retirada ou isolamento que consiste em isolar o fogo, não sendo possível este se espalhar e com o tempo consumir todo o combustível disponível e assim apagar. O método do resfriamento é o mais usado e consiste na retirada de calor dos materiais pelo contato com grandes volumes de água, tirando-o da sua faixa de temperatura de queima ou combustão. Já o método do abafamento consiste em isolar o fogo do comburente, estando dessa forma o incêndio em um ambiente com menor concentração de oxigênio o que o levará a extinção. Outro método mais recente é a extinção química através do uso de agentes extintores hidrocarbonetos halogenados e sais inorgânicos que rompem a reação química que ocorre na combustão, um exemplo é o pó químico composto de bicarbonato de sódio utilizado em extintores (CBMRJ, 2005).

Os meios dispostos para combate a incêndio mais comuns são os extintores de pequeno e médio porte, hidrantes e sistemas prediais como *sprinklers*. Porém, devido à sua capacidade limitada, estes são utilizados no combate de princípios de incêndio (fase inicial onde ainda não se estabeleceu a presença de calor na reação em cadeia). O CBMSC quando acionado para o combate a incêndio contará com estes meios, porém, fará uso de viaturas as quais fornecem recursos para extinção de diferentes tipos e proporções de incêndios. Os incêndios de classe A, B e C em sua maioria são combatidos por rescaldo, técnica que consiste em encharcar e esfriar o

combustível ou locais próximos evitando que o incêndio se espalhe. Para isso são utilizadas viaturas com tanque de água com grande capacidade de armazenamento e mangueiras de combate (CBMSC, 2020).

2.3.2 Viaturas utilizadas em Florianópolis para combate a incêndio

Nas ocorrências de incêndio do município de Florianópolis o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) faz uso de viaturas para o combate com água, para o resfriamento, abafamento ou rescaldo. A Auto Bomba Tanque Resgate (ABTR) é um veículo de porte grande, com no mínimo 250 cavalos de potência, composto por uma cabine simples ou dupla, compartimentos para o transporte de equipamentos, uma bomba de incêndio e um reservatório de água de 4.000 a 5.000 litros. O veículo Auto Bomba e Salvamento (ABS) distingue-se do ABTR apenas pelo tamanho menor e reservatório de 1.000 a 2.000 Litros (SANTA CATARINA, 2020). Estes veículos são utilizados para ocorrências de incêndio, resgate e corte de árvore. Na Figura 5 está apresentado o modelo do CBMSC para um ABTR.

Figura 5 – Modelo de Auto Busca Tanque Resgate (ABTR) utilizado pelo CBMSC.



Fonte: SANTA CATARINA (2020, pg. 20).

O Auto Carreta Tanque (ACT) e o Auto Tanque (AT) são caminhões pipa ou carreta com no mínimo 330 cavalos. Estes são utilizados para o transporte de água para apoio as demais viaturas quando necessário em incêndios de grande porte, possuindo tanque com capacidade de aproximadamente 20.000 L (SANTA CATARINA, 2020). A Figura 6 apresenta o AT modelo do CBMSC.

Figura 6 - Modelo de Auto Tanque (AT) utilizado pelo CBMSC.



Fonte: SANTA CATARINA (2020, p. 21)

Em ocorrências de incêndio em locais com probabilidade de presença de pessoas ou com vítimas confirmadas, além das viaturas de combate a incêndio ainda são empenhadas viaturas como o Auto Socorro de Urgência (ASU), que é um furgão utilizado para o atendimento pré-hospitalar, conhecido popularmente como ambulância (SANTA CATARINA, 2020).

2.4 LEGISLAÇÕES NACIONAIS SOBRE O REUSO PARA COMBATE A INCÊNDIO

A resolução conjunta SES/SIMA nº1 de 13 de fevereiro de 2020 do Estado de São Paulo dispõe dos requisitos vinculados ao reuso não potável de água de estações de tratamento de esgoto sanitário para fins urbanos. O efluente contemplado pela resolução é proveniente de estações públicas ou privadas desde que sua

característica seja predominantemente doméstica, não sendo aplicável para efluentes industriais ou comerciais (SÃO PAULO, 2020).

As modalidades de reuso urbano abrangidas pela resolução são o uso para construção civil, combate a incêndio, desobstrução de galerias de água pluvial ou rede de esgotos, lavagem de veículos, irrigação paisagística e lavagem de ambientes públicos e privados. Os tipos de reuso são divididos em dois grupos, sendo reuso irrestrito não potável (classe A) e reuso restrito não potável (classe B), o diferencial entre estes são as exigências dos padrões de qualidade do efluente. O efluente que atende a classe A pode ser utilizado para todas as modalidades presentes na legislação, já o efluente de classe B não pode ser utilizado para limpeza interna de veículos e para combate a incêndio (SÃO PAULO, 2020).

No Quadro 1 apresentam-se os parâmetros e qualidade destes efluentes exigidos para os usos de classe A, no qual se enquadra o reuso para combate a incêndio.

Quadro 1 – Parâmetros de qualidade do efluente tratado para águas de reuso de classe A de acordo com a Resolução Conjunta do Estado de São Paulo.

PARÂMETRO	PADRÃO DE QUALIDADE
pH	6 a 9
DBO _{5,20}	≤ 10
Turbidez	≤ 2 ≤ 0,2 para sistema de filtração por membrana
Sólidos Suspensos Totais (SST)	- ≤ 0,5 para sistema de filtração por membrana
Coliformes termotolerantes	Não detectável
<i>Escherichia coli</i>	Não detectável
Ovos de helmintos	< 1
Ovos viáveis de <i>Ascaris</i>	< 0,1
Cloro Residual Total (CRT)	≥ 1 ≥ 0,5 para sistema de filtração por membrana
<i>Giardia</i> e <i>Cryptosporidium</i>	Não detectável
Cloreto	≤ 106
Condutividade Elétrica	≤ 0,7
Boro	≤ 0,7
Razão de Adsorção de Sódio (RAS)	< 3

Fonte: Adaptado SÃO PAULO (2020).

Os parâmetros de Cloreto, condutividade elétrica, Boro e Razão de Adsorção de Sódio (RAS) são exigidos apenas para o reuso em irrigação paisagística. A

resolução conjunta do estado de São Paulo ainda define a periodicidade das análises laboratoriais de cada parâmetro. A periodicidade analítica exigida para classe A está apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 - Frequência de análises exigida pela Resolução Conjunta do Estado de São Paulo para reuso de classe A

FREQUÊNCIA	PARÂMETRO
Diária	pH, Condutividade Elétrica, Turbidez e Cloro Residual Total
Semanal	DBO5,20, coliformes termotolerantes ou <i>E. coli</i> e Sólidos Suspensos Totais
Mensal	Ovos de Helminhos
Trimestral	Giardia e Cryptosporidium
Anual	Demais parâmetros exigidos

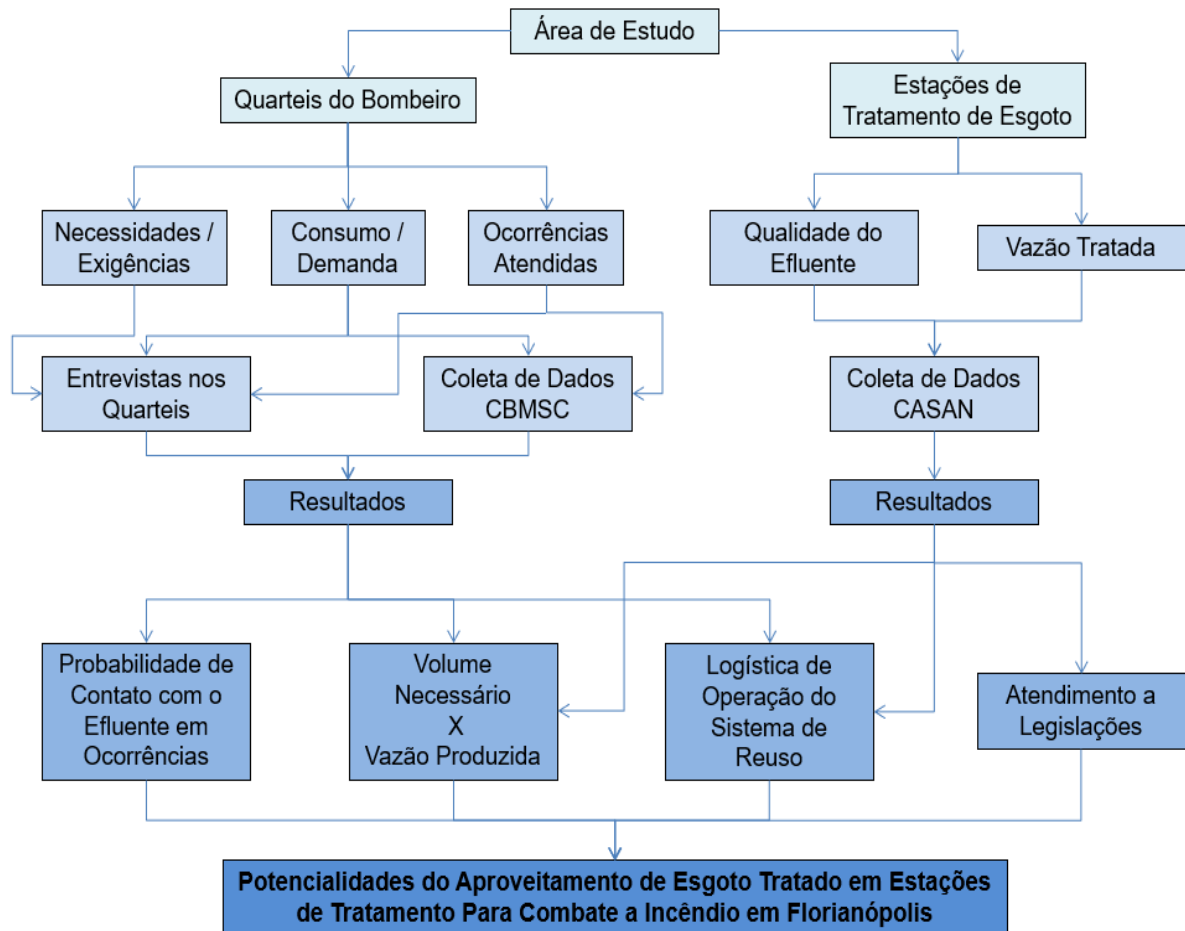
Fonte: SÃO PAULO (2020).

3 METODOLOGIA

3.1 FLUXOGRAMA METODOLÓGICO

A Figura 7 apresenta de forma sintetizada o fluxo seguido para o desenvolvimento do estudo.

Figura 7 - Fluxograma de desenvolvimento do estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

3.2 ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Florianópolis capital do estado de Santa Catarina no Sul do Brasil possui área territorial de 674,844 km² e população estimada em 516.524 pessoas de acordo com o censo demográfico de 2010, resultando na densidade demográfica de 623,68 hab/km² (IBGE , 2021).

De acordo com CBMSC (2022) existem em Florianópolis 23 Organizações do Bombeiro Militar (OBM), como centrais de atendimento, centros de ensino e quartéis. Destas 23 OBM, seis são quartéis militares voltados para o atendimento de ocorrências, os quais podem possuir ambulâncias do bombeiro (ASU), ambulâncias do SAMU, caminhões de incêndio (ABTR/ABS) e demais veículos vinculados ao atendimento de ocorrências de incêndio, traumas ou emergências. No Quadro 3 apresentam-se os quartéis que possuem caminhão de incêndio utilizados para o presente estudo.

Quadro 3 - Localização dos quartéis de Florianópolis.

OBM	Endereço	Bairro
2º/2º/2ª/1ºBBM	Rua Júlio José Gonçalvez, nº 92	Barra da Lagoa
3º/2º/2ª/1ºBBM	Rua Francisco Faustino Martins, nº s/n	Vargem Grande
1ºBBM / 1ªCBM / 1ºPBM / 2ºGBM	Rua Visconde de Ouro Preto, nº 549	Centro
1ºBBM / 1ªCBM / 2ºPBM	Rua Santos Saraiva, nº296	Estreito
1ºBBM / 1ªCBM / 1ºPBM / 1ºGBM	Rodovia Francisco Magno Vieira - SC 405, nº S/N	Rio Tavares
1ºBBM / 2ªCBM / 2ºPBM / 1ºGBM	Av. Professor Henrique da Silva Fontes, nº 970	Trindade

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A região estudada conta com rede de tratamento e abastecimento de água pela CASAN, a qual hoje é utilizada para abastecimento dos caminhões de combate a incêndio. Além do tratamento de água, a CASAN também é responsável pela coleta e tratamento do esgoto gerado pela população da cidade de Florianópolis. Possuindo, de acordo com Florianópolis (2021), o total de seis ETE localizadas na Ilha de Santa Catarina, estas estações foram definidas e utilizadas para as análises do presente estudo. O Quadro 4 apresenta as estações de tratamento de esgoto, seus endereços e métodos realizados para o tratamento do efluente.

Quadro 4 - Localização das estações de tratamento de esgoto de Florianópolis.

ETE	Endereço	Processos de tratamento do efluente
Barra da Lagoa	SC-406, nº s/n	Gradeamento e caixa de areia, UASB, lodos ativados, precipitação de fósforo com PAC e cloração
Canasvieiras (Convencional)	Av. Luiz Boiteux Piazza, nº s/n	Gradeamento e caixa de areia, UASB, lodos ativados, precipitação de fósforo com cloreto férrico e cloração
Canasvieiras (Compacta)	Av. Luiz Boiteux Piazza, nº s/n	Gradeamento e caixa de areia, filtro biológico, flotação por ar dissolvido com cloreto férrico e cloração
Insular	R. Antônio Pereira Oliveira Neto, 604-686	Gradeamento e caixa de areia, lodos ativados e cloração
Lagoa da Conceição	R. Mandala, 160-262	Gradeamento, caixa de areia e caixa de gordura, UASB, lodos ativados, precipitação de fósforo com PAC e cloração
Saco Grande	Rodovia João Paulo, nº s/n	Gradeamento e caixa de areia, UASB, biofiltro aerado submerso, precipitação de fósforo com PAC e cloração

Fonte: Adaptado CASAN (2022).

Na Figura 8 estão apresentadas as localizações dos quartéis do CBMSC utilizados para o estudo e das estações de tratamento da CASAN. Os dados coletados referentes a região central atendida até 2019 pelo Grupamento de Busca e Salvamento localizado na Avenida Beira Mar próximo a ponte Hercílio Luz, foram aplicados para o quartel do centro reinaugurado em 18 de maio de 2022, devido a sua proximidade e mesma área de atendimento. A ETE do Campeche apesar de ainda não estar em atividade foi considerada para algumas análises do estudo e consta na Figura 8 como as demais estações.

Figura 8 - Localização das Estações de Tratamento de Esgoto e dos Quartéis do Corpo de Bombeiros Militar em Florianópolis/SC.

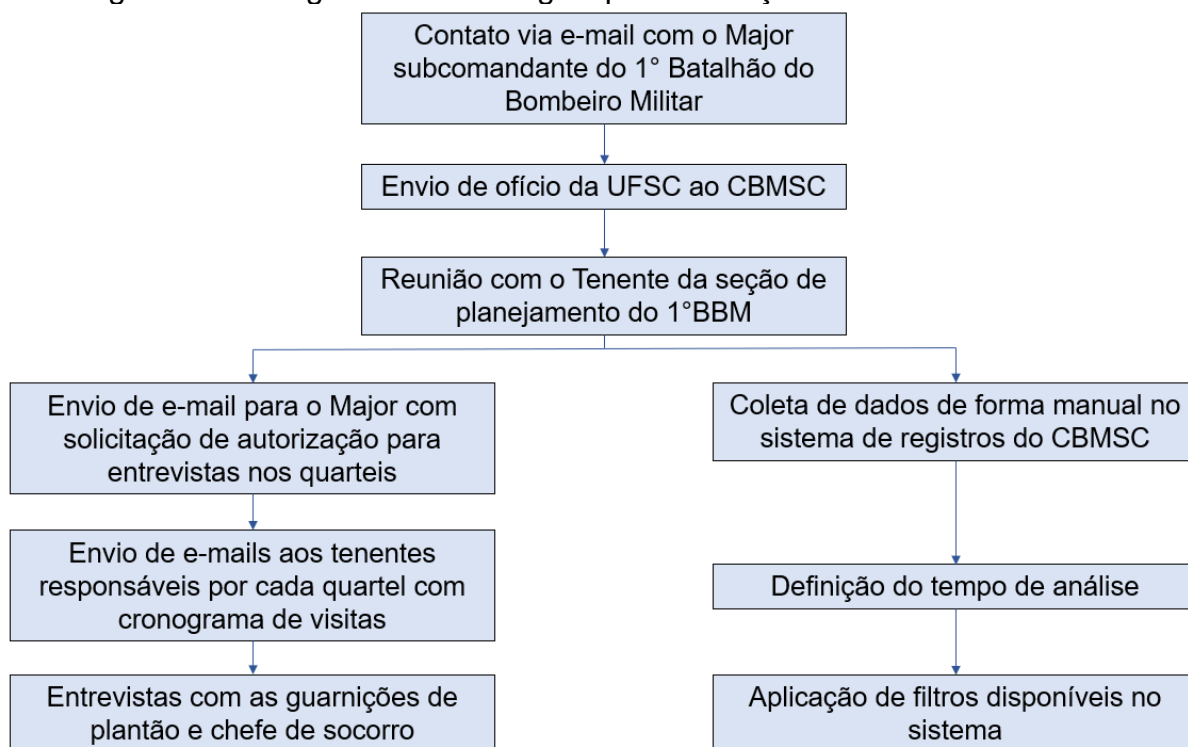


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

3.3 DADOS REFERENTES AO COMBATE Á INCÊNDIO

Os dados referentes aos quartéis do CBMSC de Florianópolis, ocorrências e demanda de água foram coletadas de acordo com a metodologia apresentada no fluxograma da Figura 9.

Figura 9 - Fluxograma metodológico para obtenção de dados do CBMSC.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

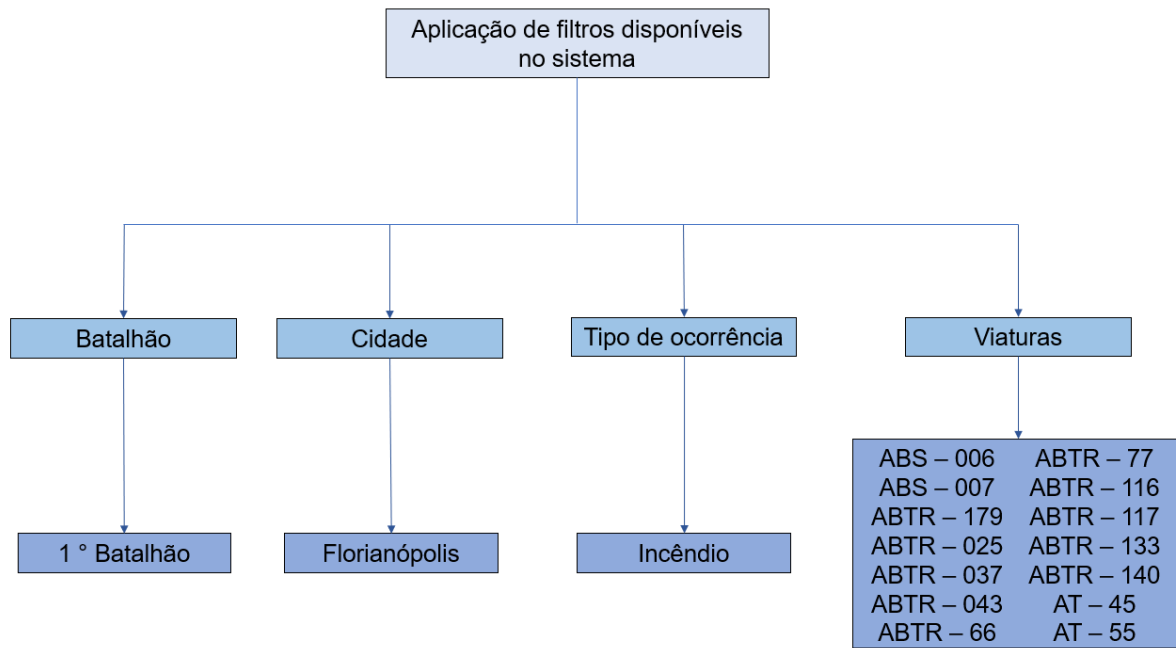
O sistema automatizado de armazenamento de dados das ocorrências do CBMSC possui somente informações a partir de 2018, desta forma os dados analisados neste estudo compreendem o período de janeiro de 2018 a dezembro de 2021, totalizando quatro anos de registros.

Este sistema utilizado pela corporação possui ferramentas como a aplicação de filtros para a seleção de dados específicos ali registrados. Os filtros aplicados no sistema para este estudo tiveram o intuito de selecionar apenas as ocorrências dentro de Florianópolis e que envolveram a utilização de água para o combate a incêndio. O preenchimento das ocorrências do CBMSC é vinculado às viaturas envolvidas, dessa forma foi aplicado filtro para ocorrências de incêndio e, posteriormente, selecionadas as viaturas que possuem tanque de água.

Caso contrário o valor encontrado seria duplicado, levando em conta as viaturas como ambulâncias e carros de apoio envolvidos, gerando valores incorretos de consumo de água para as ocorrências. No caso de ocorrências que utilizaram mais de um caminhão para o atendimento, estas foram consideradas para ambas as viaturas, devido à utilização de água de mais de um quartel.

Na Figura 10 apresenta-se o fluxo dos filtros inseridos dentro do sistema do CBMSC para a definição dos dados desejados.

Figura 10 - Fluxograma dos filtros aplicados por batalhão.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os dados foram coletados com período anual e mensal durante o tempo de análise pré-definido. Os valores de saída coletados no sistema foram:

- Número de ocorrências;
- Número de vítimas envolvidas;
- Número de ocorrências por bairro;
- Quantidade de incêndios em casa de máquinas;
- Quantidade de incêndios em edificação;
- Quantidade de incêndios com explosão;
- Quantidade de incêndios em instalação com caldeiras;
- Quantidade de incêndios em lixo;
- Quantidade de incêndios em lixo hospitalar;
- Quantidade de incêndios em meio de transporte;
- Quantidade de incêndios em rejeito industrial;
- Quantidade de incêndios em terreno baldio;
- Quantidade de incêndios em transformador;

- Quantidade de incêndios em turfa;
- Quantidade de incêndios em vegetação;
- Quantidade de incêndios em embarcação;
- Quantidade de incêndios em aeronave.

3.3.1 Demanda de água para o combate a incêndio

Para definição da demanda de cada quartel militar foram utilizados os valores de saída de ocorrências por bairros do ano de 2021. Devido à grande setorização apresentada no sistema os bairros foram inseridos em seus respectivos distritos administrativos, os quais são atendidos por quartéis específicos. O Quadro 5 apresenta a rede de atendimento por distrito e os bairros inseridos nestes, ressalta-se que os valores encontrados para a sede insular foram divididos entre o quartel da Trindade e do Centro devido a sua localização geográfica.

Quadro 5 - Seleção aplicada por bairros.

Quartel	Distrito Administrativo Atendido	Bairro inserido no sistema
Rio Tavares	Ribeirão da Ilha	Carianos, Costeira do Ribeirão, Sertão do Ribeirão e Tapera
	Campeche	Aeroporto, Areias do Campeche, Cachoeira do Rio Tavares, Campeche, Fazenda Rio Tavares e Rio Tavares
	Pântano do Sul	Açores, Armação, Costa de Dentro, Lagoinha do Leste e Morro das Pedras
Barra da Lagoa	Barra da Lagoa	Barra da Lagoa
	Lagoa da Conceição	Canto, Costa da Lagoa, Lagoa da Conceição e Praia Mole
	São João do Rio Vermelho	Rio Vermelho e São João do Rio Vermelho
Canasvieiras	Canasvieiras	Canasvieiras, Daniela, Jurerê e Jurerê Internacional
	Inglesees do Rio Vermelho	Capivari dos Inglesees, Inglesees, Inglesees do Rio Vermelho e Santinho
	Cachoeira do Bom Jesus	Cachoeira do Bom Jesus, Ponta das Canas, Praia Brava, Vargem do Bom Jesus, Vargem Grande
	Ratones	Ratones e Vargem Pequena

(Continua)

Quadro 5 – Seleção aplicada por bairros (Continuação).

Quartel	Distrito Administrativo Atendido	Bairro inserido no sistema
Trindade	Santo Antônio de Lisboa	Barra do Sambaqui, Cacupé, João Paulo, Sambaqui e Santo Antônio de Lisboa
Centro	Sede insular	Agrônômica, Carvoeira, Centro, Córrego Grande, Costeira do Pirajubaé, Itacurubi, José Mendes, Monte Verde, Morro da Cruz, Pantanal, Prainha, Saco dos Limões, Saco Grande, Santa Mônica, Serrinha e Trindade
Estreito	Sede continental	Abraão, Balneário, Bom Abrigo, Capoeiras, Coloninha, Coqueiros, Estreitos, Itaguaçu, Jardim Atlântico, Monte Cristo, Pro Casa, Sapé e Vila Nova

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os dados encontrados de ocorrências atendidas, por semana por quartel do CBMSC, foram utilizados para estimar a demanda hídrica necessária para o atendimento das ocorrências de incêndio. Importante ressaltar que foi considerado que em uma ocorrência o volume total do tanque é consumido.

3.3.2 Aplicação de entrevistas

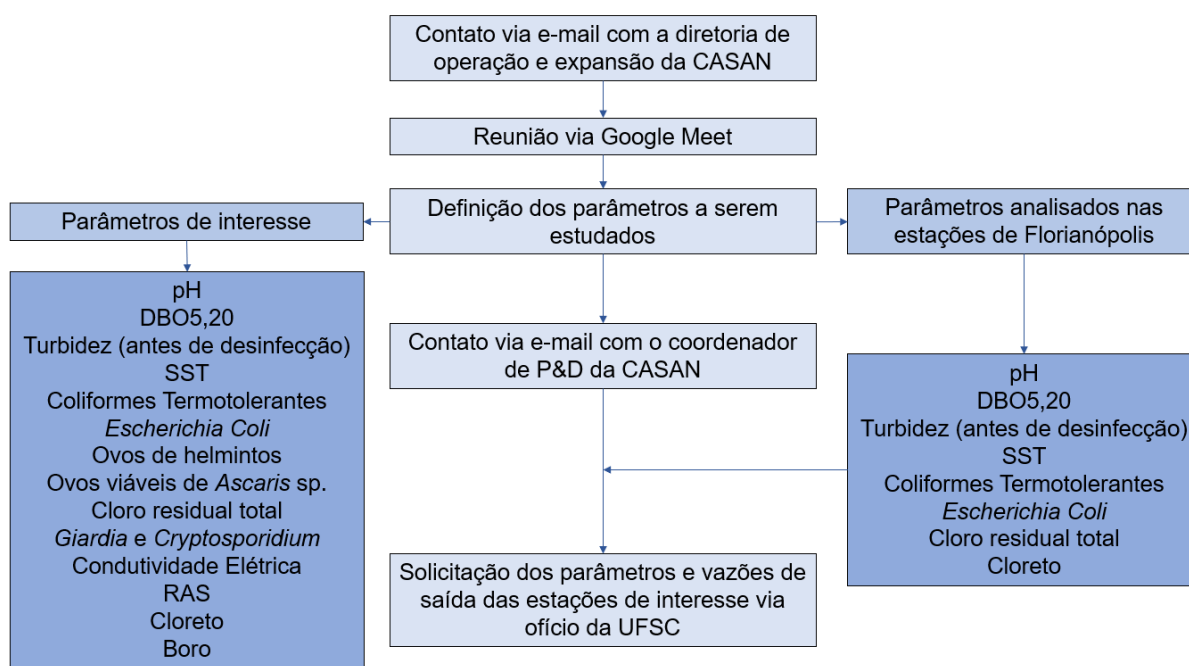
As entrevistas foram de forma presencial, seguindo protocolo pré-estabelecido para o presente estudo (ANEXO A), abrangendo toda a guarnição de serviço no dia 28 de maio de 2022. Conforme protocolo os bombeiros militares trabalham em escalas de 24h para 72h de descanso devido ao desgaste do serviço, desta forma as entrevistas atingiram 25% dos bombeiros militares que atuam na área de combate a incêndio.

A aplicação das entrevistas foi de forma individual e gerou dados utilizados para compreensão das dificuldades e benefícios da implantação do sistema, sob o ponto de vista das pessoas que podem ser diretamente afetadas caso o sistema seja implantado. Além destes, dados referentes ao uso e demanda de água para o abastecimento do caminhão, os quais foram comparados com os encontrados através da metodologia apresentada no item 3.3.1.

3.4 QUALIDADE E VAZÃO DO EFLUENTE TRATADO

A metodologia aplicada para a obtenção dos dados referentes aos parâmetros de saída do efluente e vazão gerada pelas estações de tratamento de esgoto de Florianópolis, operadas pela CASAN, seguiram o fluxograma apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Fluxograma metodológico para obtenção dos dados referentes a qualidade e vazão do efluente.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os parâmetros solicitados foram definidos de acordo com os requisitos da resolução conjunta SES/SIMA Nº 01, de 13 de fevereiro de 2020, do estado de São Paulo. A qual foi utilizada para verificação do atendimento às legislações existentes.

3.4.1 Dados das vazões das ETE

As vazões foram fornecidas em planilhas CSV referente as medições do ano de 2021. Sendo a aferição da vazão medida em etapas diferentes do tratamento conforme apresentado no Quadro 6. Os dados foram aferidos com intervalo de minutos e apresentados em L/s, com exceção da estação do Saco Grande que apresentou os dados em m³/h.

Quadro 6 - Detalhes das vazões fornecidas.

Estação de Tratamento de Esgoto	Local no qual foi feita a medida da vazão
Barra da Lagoa	Entrada do tanque equalizador
Canasvieiras Convencional	Saída da estação
Canasvieiras Compacta	Entrada do flotador
Insular	Entrada Calha Parshall
Lagoa da Conceição	Entrada da elevatória final
Saco Grande	Saída da estação

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Estas foram tratadas e apresentadas em forma das vazões médias de saída em L/s para análise em relação a demanda dos quarteis.

3.4.2 Dados de análises dos parâmetros de saída do efluente tratado

Os dados de qualidade analisados nas ETE foram do período de janeiro de 2020 a abril de 2022. Os dados de 2022 foram descartados evitando erros entre a quantidade de dados analisados a cada mês, dessa forma o período dos dados abrange os anos de 2020 e 2021. A quantidade de análises fornecidas de cada parâmetro por ETE está apresentada na Tabela 1. Ressalta-se que os dados solicitados para cloro residual total conforme exigência da SES/SIMA nº01, foram fornecidos como cloro residual livre e dessa forma não foram utilizados devido à impossibilidade de análise de atendimento a legislação.

Tabela 1 - Quantidade de análises fornecidas por ETE no período de 2020 a 2021.

Estação de Tratamento	Barra da Lagoa	Canasvieiras	Canasvieiras Compacta	Insular	Lagoa da Conceição	Saco Grande
Coliformes Totais (NMP/100 ml)	55	51	4	64	60	63
Cloretos (mg/L)	48	48	4	2	49	48
Cloro Residual Livre (mg/L)	48	48	0	47	48	47
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	56	51	3	61	64	61
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)	56	51	4	64	65	63
pH	56	50	4	64	65	61

(Continua)

Tabela 1 - Quantidade de análises fornecidas por estação no período de 2020 a 2021 (Continuação).

Estação de Tratamento	Barra da Lagoa	Canasvieiras	Canasvieiras Compacta	Insular	Lagoa da Conceição	Saco Grande
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	50	48	4	2	55	48
Turbidez (NTU)	50	48	4	2	55	47

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os dados referentes à ETE compacta de Canasvieiras foram registros de janeiro, novembro e dezembro de 2021 dos parâmetros solicitados, com exceção do cloro residual livre que não apresenta medida em nenhum período analisado. Ademais, a demanda bioquímica de oxigênio apresentou dados apenas em novembro e dezembro de 2021.

Para a ETE Insular, o único mês com os dados completos para todos os parâmetros foi janeiro de 2020, os demais meses analisados apresentam valores apenas para cloro residual livre, demanda bioquímica de oxigênio, *Escherichia Coli* e pH. As demais ETE apresentaram análises com periodização média de 15 dias no período mensal.

3.5 MAPAS E ROTAS

Todos os mapas e análises referentes aos mapas e rotas presentes neste estudo foram elaborados no *software Qgis 3.16*. O uso de calculadora interna do *software* e tabela de atributos permitiu o desenvolvimento de figuras georreferenciadas, com dados e valores fiéis a realidade. Foram utilizadas bases de dados do sistema de georreferenciamento da Prefeitura de Florianópolis (PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS, 2022).

3.6 ANÁLISE DA PROBABILIDADE DE OCORRER CONTATO DIRETO COM A ÁGUA DE REUSO

Para definir a probabilidade do contato direto da população com o efluente utilizado no sistema de reuso, foram analisados os dados do item 3.3, cruzando o número de vítimas envolvidas de acordo com o número de ocorrências. Foram

estabelecidos ainda os tipos de ocorrências com probabilidade de presença de vítimas, sendo os incêndios em edificações, casa de máquinas, explosões, instalações com caldeiras, meios de transporte, transformadores, aeronaves e embarcações, caracterizados como de maior probabilidade de presença de vítimas. Os demais tipos de incêndio como terrenos baldios, lixo e vegetação foram caracterizados como de baixo risco por apresentar baixa probabilidade de presença de vítimas.

3.7 LOGÍSTICA DE IMPLEMENTAÇÃO

Ao se vislumbrar a implementação do sistema proposto, utilizou-se os dados coletados nas entrevistas do item 3.3.2 para analisar as dificuldades e benefícios vinculados à implementação. E definiram-se possíveis cenários, dos quais foi realizada análise de suas vantagens, riscos, dificuldades e definição de logística de abastecimento.

O cenário 1 propõe a implementação através de sistema com mínimo deslocamento. Desta forma cada ETE fornecerá efluente tratado para o quartel do CBMSC mais próximo.

Já o cenário 2 visou a redução da vazão gerada pela Estação de Tratamento de Esgoto da Lagoa da Conceição, para diminuir o lançamento na lagoa de evapoinfiltração, assim o cenário 2 consiste no fornecimento da água de reuso da ETE Lagoa para todos os quartéis do 1º Batalhão.

3.8 FREQUÊNCIA DE ABASTECIMENTO

A frequência de abastecimento utilizada para as propostas de implementação do sistema foi calculada através da Equação 1.

Equação 1 - Frequência de abastecimento

$$FS = \frac{DS \times 2}{VT}$$

Na qual,

FS, é a frequência de abastecimento semanal;

DS, é a demanda semanal em litros;

VT, é o volume do tanque do caminhão utilizado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DEMANDA X GERAÇÃO DE EFLUENTE TRATADO

A definição da demanda de água para cada quartel conforme apresentado no item 3.3 foi elaborada por duas diferentes metodologias, uma abordando dados registrados de ocorrências e outra de forma a coletar os dados vivenciados pelas guarnições de incêndio.

Na Tabela 2 apresenta-se um compilado dos dados coletados referentes ao ano de 2021 no sistema gerencial do CBMSC, os dados foram fornecidos em ocorrências por bairros e inseridos nos respectivos distritos administrativos, possibilitando a definição de ocorrências atendidas por quartel, conforme categorização apresentada no item 3.3.1. A Tabela 2 apresenta o número médio de ocorrências atendidas por semana e a demanda semanal calculada para cada quartel. Os valores encontrados de ocorrências foram arredondados para baixo quando necessário, devido a metodologia ir em prol da segurança e considerar o uso total do volume do tanque em todas as ocorrências.

Tabela 2 - Número de ocorrências no ano de 2021 e demanda de cada quartel de acordo com os dados inseridos no sistema.

Quartel	Total ocorrência (ano)	Ocorrência (mês)	Ocorrência (semana)	Demanda semanal de água (L)
Barra da Lagoa	67	6	1	5583
Centro	120	10	2	9958
Canasvieiras	145	12	3	12083
Estreito	147	12	3	12250
Rio Tavares	114	9	2	9458
Trindade	146	12	3	16121
Total	672	61	14	65453

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O cálculo da demanda de acordo com os resultados das entrevistas coletadas analisou a relação do número de ocorrências semanais com o volume do tanque do caminhão do quartel, o percentual do uso de água e o percentual abastecido semanalmente. Tornando possível estimar a demanda de água e a média de ocorrências atendidas semanalmente, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Número de ocorrências e demanda de cada quartel de acordo com as entrevistas.

	Canasvieiras	Barra da Lagoa	Estreito	Rio Tavares	Centro	Trindade	Média
Volume do tanque (L)	4000	4000	4000	4000	4000	5300	4000
Número de abastecimento semanal	5	3	1	1	1	3	2
Volume do tanque abastecido	75%	50%	50%	75%	75%	58%	67%
Número de acionamento semanal	4	3	3	2	1	3	3
Percentual em que ocorre uso de água na ocorrência	78%	70%	60%	90%	20%	70%	70%
Volume abastecido (L)	3000	2000	2000	3000	3000	3092	3000
Demanda de Água Semanal (L)	13500	6000	2000	3000	3000	8197	4500
Número de ocorrência com uso de água	3	2	2	2	0	2	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Apesar de as metodologias analisarem dados de fontes diferentes, ambas chegaram em valores próximos quanto ao número de ocorrências atendidas, como é possível analisar na Tabela 4 que faz o comparativo dos dados encontrados.

Tabela 4 - Comparativo entre os diferentes métodos de coleta de dados.

	Volume do tanque abastecido		Demanda de Água Semanal (L)		Número de ocorrências	
	Formulário	Sistema	Formulário	Sistema	Formulário	Sistema
Canasvieiras	75%	100%	13500	12083	3	3
Barra da Lagoa	50%	100%	6000	5583	2	1
Estreito	50%	100%	2000	12250	2	3
Rio Tavares	75%	100%	3000	9858	2	2
Centro	75%	100%	3000	9958	0	2
Trindade	58%	100%	8197	16121	2	3
Média	67%	100%	4500	10976	2	2
Total	64%	100%	35697	65753	11	14

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A maior diferença dos dados encontra-se na demanda de água, devido ao fato de que a demanda dos registros do formulário considera percentuais diferentes de uso e abastecimento do tanque, enquanto a demanda definida pelo sistema considera o uso total do volume armazenado. A suposição do uso total do tanque em todas as ocorrências é um fator de segurança, mas com a análise dos dados coletados nas entrevistas confirma-se não ser o caso de maior recorrência, onde apenas metade do tanque foi utilizada.

Analisando o número de ocorrências atendidas pode-se afirmar que estes foram muito próximos, variando na casa de uma unidade. A exceção do quartel do Centro, o qual devido ao baixo percentual de uso de água de acordo com os formulários levou ao registro de menos de uma ocorrência semanal. Ressalta-se ainda que outro diferencial deste quartel foi a inauguração do mesmo na semana em que ocorreram as entrevistas, não possibilitando um tempo adequado de vivências. E que para a análise dos dados do sistema de registro de ocorrências foram utilizados os dados do quartel do Grupo de Busca e Salvamento, que teve a guarnição de incêndio desativada em 2019, mantendo apenas a guarnição de resgate.

Para as análises dos próximos itens deste estudo definiu-se a demanda média semanal de cada quartel conforme a apresentada pelos dados coletados no sistema, já que estes estão a favor da segurança e da garantia do volume necessário para o combate a incêndio, de forma a considerar o uso total do tanque. Além de o valor encontrado de 0,1 L/s como demanda total do CBMSC ser relativamente próximo ao valor apresentado no Estudo de Concepção Esgotamento Sanitário da Prefeitura de Florianópolis de 200 m³/mês ou 0,7 L/s considerando 30 dias no mês (FLORIANÓPOLIS, 2019).

Com as demandas definidas é possível analisá-las de acordo com a vazão produzida pelas estações de tratamento de esgoto do município. Ressalta-se que as vazões apresentadas para as estações são de partes diferentes do tratamento de esgoto e não da saída da estação, com exceção das ETE do Saco Grande. Na Tabela 5 traz-se o comparativo da vazão média calculada com os dados de 2020 e 2021 fornecidos de acordo com o item 3.4.1 e os dados de vazão das estações apresentados no Estudo de Concepção Esgotamento Sanitário da Prefeitura de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2019).

Tabela 5 – Comparativo das vazões tratadas pelas estações de tratamento de esgoto de Florianópolis.

ETE	Local de medição da vazão	Vazão Média Calculada (L/s)	Vazão de Projeto (L/s)	Vazão Média 2017 (L/s)
Barra da Lagoa	Entrada do equalizador	14,8	63,0	20,0
Canasvieiras	Convencional – Entrada	146,7	285,0	137,0
	Compacta – Entrada do Flotador	64,4		
Insular	Calha Parshall	329,4	278,0	240,0
Lagoa da Conceição	Entrada elevatória final	34,5	50,0	32,0
Saco Grande	Saída	4,0	12,0	10,0

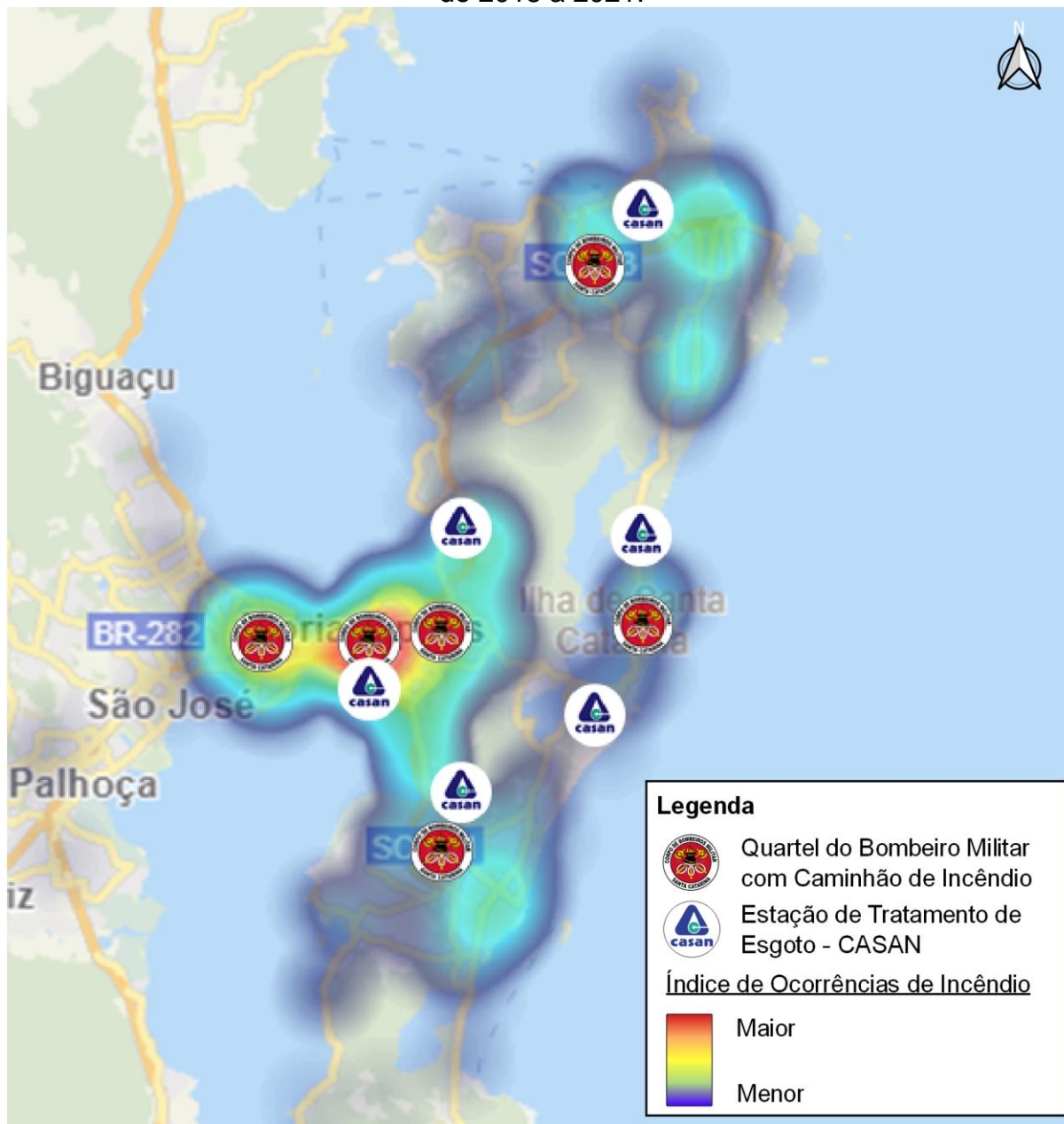
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nota-se que, com exceção da ETE Insular as vazões encontradas são inferiores as vazões de projeto, e que de 2017 para 2019, conforme esperado, as vazões tratadas aumentaram, sem contar as ETE da Barra da Lagoa e do Saco Grande que tiveram dados de vazões calculados inferiores aos registrados em 2017.

Sendo a demanda de água total encontrada para o atendimento das ocorrências do corpo de bombeiros igual 0,1 L/s conforme apresentado, conclui-se que esta representa 2,5 % da menor vazão produzida nas ETE, gerando um sistema com alto potencial de instalação.

Foi feita ainda a análise das regiões de Florianópolis com maior presença de ocorrências de incêndio. Na Figura 12 constata-se que os quartéis estão de fato inseridos nos locais com maior presença de ocorrências, assim como as ETE. Fatos que contribuem para a implementação de sistema de reuso, onde os quartéis e ETE são próximos e ainda inseridos nas regiões de maior necessidade.

Figura 12 - Análise da localização das ocorrências de incêndio atendidas no período de 2018 a 2021.



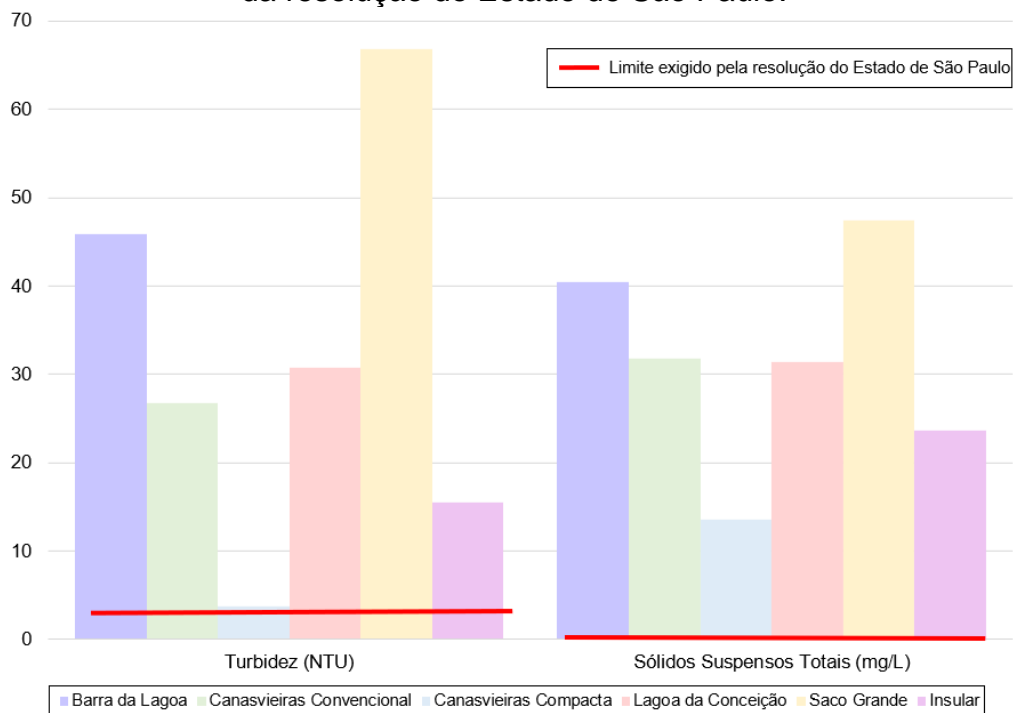
Fonte: Adaptado Sistema Operacional do CBMSC (2022).

4.2 ATENDIMENTO DA QUALIDADE EXIGIDA PELA SES/SIMA N°01

Para a clara visualização do comparativo da qualidade média de saída do efluente das estações de tratamento de esgoto de Florianópolis, dos anos de 2020 e 2021, com as exigências de qualidade pela resolução conjunta do Estado de São Paulo, foram desenvolvidos gráficos com os parâmetros e seus limites.

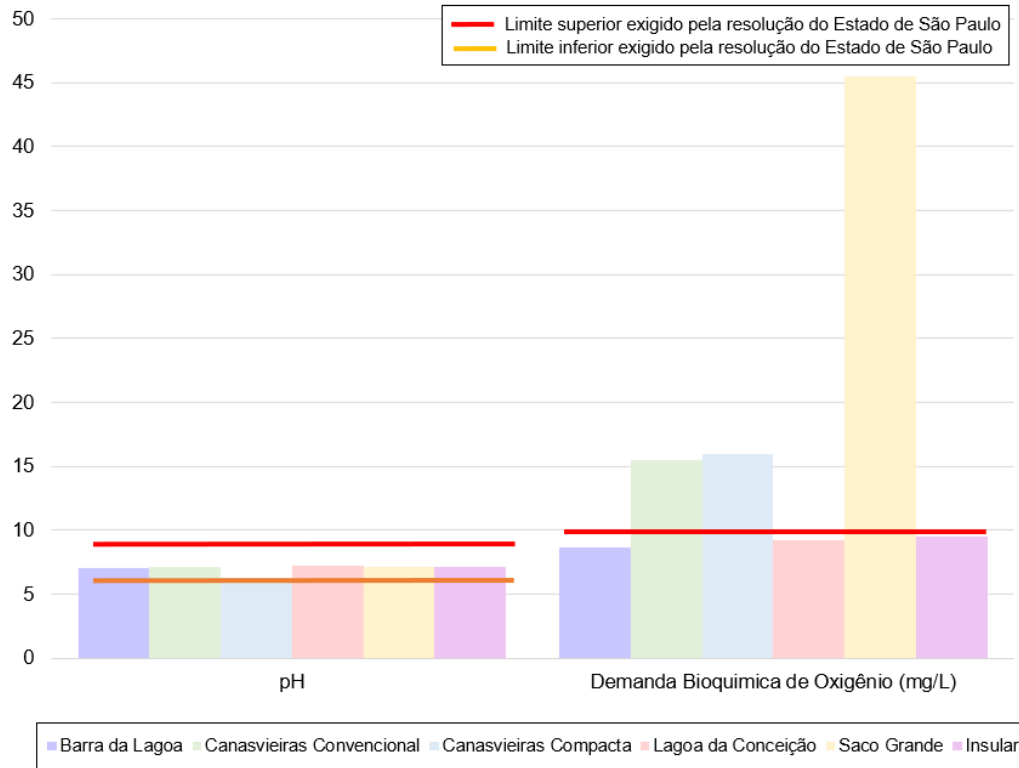
Os parâmetros apresentados são apenas os exigidos pela normativa e que são analisados atualmente pela CASAN. Na Figura 13 estão apresentados os valores para turbidez e sólidos suspensos totais, na Figura 14 os valores de pH e da demanda biológica de oxigênio, na Figura 15 os cloretos. Na Figura 16 estão apresentados os parâmetros biológicos de Coliformes totais e *Escheirchia Coli*.

Figura 13 – Representação gráfica da média dos parâmetros de turbidez e SST medidos nas ETE de Florianópolis de 2020 a 2021 relacionada com as exigências da resolução do Estado de São Paulo.



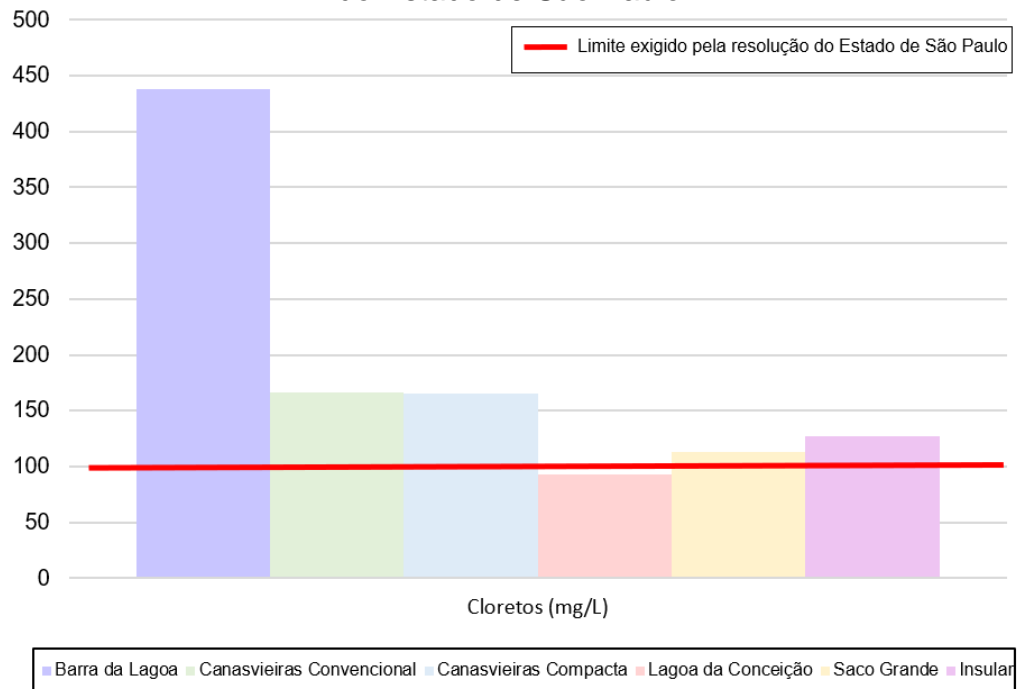
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 14 - Representação gráfica da média dos parâmetros de pH e DBO medidos nas ETE de Florianópolis de 2020 a 2021 relacionada com as exigências da resolução do Estado de São Paulo.



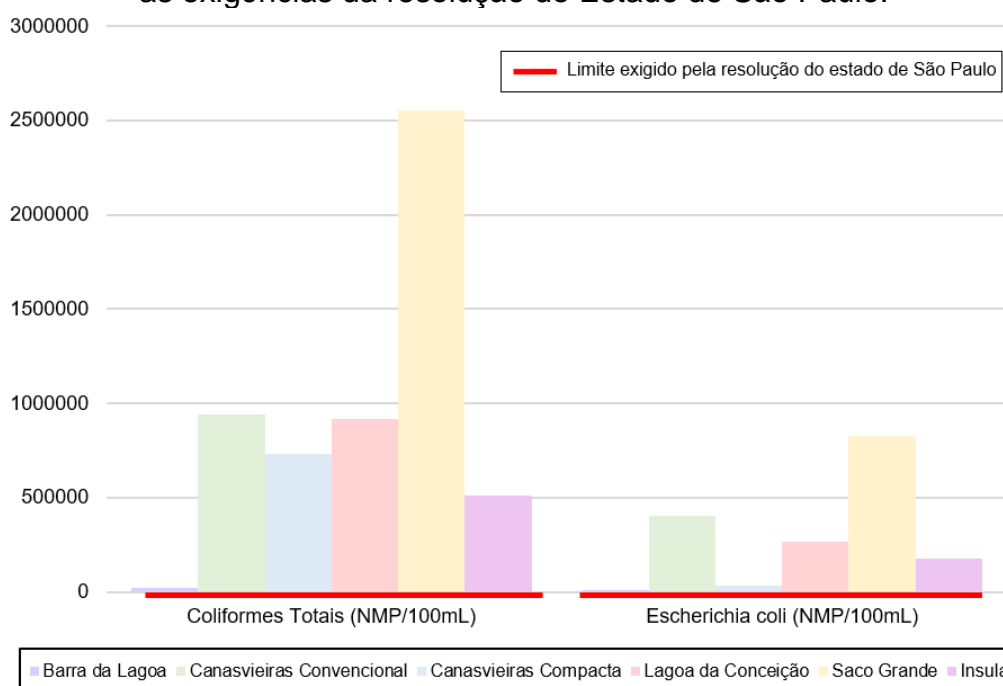
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 15 - Representação gráfica da média do parâmetro de cloretos medido nas ETE de Florianópolis de 2020 a 2021 relacionada com as exigências da resolução do Estado de São Paulo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 16 - Representação gráfica da média dos parâmetros de Coliformes e *Escherichia coli* medidos nas ETE de Florianópolis de 2020 a 2021 relacionada com as exigências da resolução do Estado de São Paulo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Analisando a adequação de todos os parâmetros a legislação utilizada, a cidade de Florianópolis não possui estação de tratamento de esgoto com a qualidade exigida, sendo o único parâmetro atendido por todas as ETE o pH. Ressalta-se que a normativa do Estado de São Paulo exige outros parâmetros não analisados atualmente nas ETE da área de estudo, sendo estes não abordados neste estudo, como ovos de helmintos, *Giardia*, condutividade elétrica, RAS e Boro.

Das ETE atuais a estação da Lagoa da Conceição foi a que apresentou maior quantidade de parâmetros de acordo, atendendo aos valores para pH, DBO, SDT e cloretos. Estando sua maior dificuldade de adequação para implantação vinculada a grande carga de materiais sólidos e presença de coliformes e *Escherichia coli*.

A ETE Insular cumpriu as exigências dos parâmetros pH, DBO e SDT, destacando-se pelos valores baixos de SST e turbidez em relação as demais ETE, mas apresentou presença elevada dos parâmetros microbiológicos. Dessa forma também precisaria atender a estes parâmetros. As demais ETE estudadas atenderam a dois dos parâmetros analisados, no caso da Barra da Lagoa pH e DBO, Saco Grande e Canasvieiras compacta pH e SDT. Já a ETE convencional de Canasvieiras atendeu apenas ao pH.

Dessa forma, para a implantação do sistema proposto de acordo com a legislação do Estado de São Paulo, devido ao fato que Florianópolis ainda não possui legislação sobre este tipo de reuso, seria necessário a adequação e atualização do tratamento de todas as ETE, ou apenas de uma que conseguisse alcançar tais exigências.

Infere-se sobre o rigor apresentado na legislação utilizada, a qual exige valores de parâmetros biológicos na maioria dos casos indetectáveis ou extremamente baixos, para uma proposta de reuso não potável do efluente. A resolução CONAMA nº 271/2000 determina os padrões de balneabilidade e exige valores menos restritos para os corpos d'água, sendo exigido o máximo de 1000 Coliformes Termotolerantes ou 800 *Escherichia coli* ou 100 Enterococos em 100 mL de amostra em pelo menos 80% das análises de cinco semanas consecutivas.

Destaca-se o fato de que o presente trabalho analisou a qualidade do efluente final das estações de tratamento para a aplicação em sistema de reuso para combate a incêndio. O atendimento as legislações vinculadas ao tratamento como a CONAMA 430/2011 que "Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes" não competem ao presente estudo.

4.3 PROBABILIDADE DE CONTATO DIRETO

De acordo com Mancuso et al. (2013), a utilização de águas de reuso pode causar a contaminação por patógenos em qualquer modalidade do reuso, mas principalmente nas quais ocorrem ou podem ocorrer o contato direto com os indivíduos, no qual se enquadra o reuso para combate a incêndio.

Francy et al. (2012) relatam que mesmo após a etapa de desinfecção do tratamento de efluentes, foram registradas a presença de potenciais patógenos nas águas de reuso, os quais determinam riscos microbiológicos à saúde pública no reuso destas águas. Os patógenos comuns nas águas de reuso que apresentam riscos microbiológicos de acordo com Mancuso et al. (2013) são compostos por microrganismos como bactérias, helmintos, protozoários e vírus. No Quadro 7 apresentam-se os principais patógenos encontrados no esgoto e suas doenças relacionadas.

Quadro 7 - Principais patógenos presentes no esgoto e suas causas.

Patógenos	Doenças causadas
Bactérias	
<i>Escherichia coli</i>	Gastroenterite
<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	Gastroenterite
<i>Legionella spp.</i>	Respiratório
<i>Salmonella typhi/paratyphi</i>	Febre tifoide e gastroenterite
<i>Salmonella spp.</i>	Gastroenterite
<i>Shigella spp</i>	Disenteria bacilar
<i>Vibrio cholera</i>	Cólera
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Gastroenterite aguda
Helmintos	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Distúrbios digestivos e dores abdominais
<i>Ascaris suum</i>	Tosse e dores no peito
<i>Hymenolepis nana</i>	Himenolepiase
<i>Necator americanus</i>	Ancilostomose
<i>Toxocara canis</i>	Febre, desconforto abdominal, dores musculares
<i>Taenia saginata</i>	Teníase
<i>Taenia solium</i>	Teníase, cisticercose
<i>Trichuris trichiura</i>	Dores abdominais, diarreias, anemia, perda de peso
Protozoários	
<i>Balantidium</i>	Diarreia, disenteria
<i>Entamoeba histolytica</i>	Disenteria amébrica
<i>Cryptosporidium</i>	Gastroenterites, criptosporidiose
<i>Giardia intestinalis</i>	Giardíase
<i>Toxoplasma gondii</i>	Toxoplasmose
Vírus	
<i>Adenovirus (40 y 41)</i>	Gastroenterite, infecções respiratórias e conjuntivite
<i>Agente Norwalk</i>	Gastroenterite
<i>Astrovirus</i>	Gastroenterite
<i>Calicivirus</i>	Gastroenterite
<i>Rotavírus humanos</i>	Gastroenterite aguda com diarreia grave
<i>Reovirus</i>	Infecção respiratória e gastroenterite
<i>Vírus da hepatite A</i>	Hepatite
<i>Vírus da hepatite E</i>	Hepatite
<i>Poliovírus</i>	Paralisia, meningite, febre
<i>Coxsackievírus</i>	Meningite, pneumonia, hepatite, febre
<i>Echovírus</i>	Meningite, paralisia, encefalite, febre

Fonte: Adaptado de GERBA e SMITH (2005, pg. 45); SANZ e GAWLIK (2014, pg. 12).

Dessa forma, a probabilidade de contato com o efluente tratado influencia diretamente no risco microbiológico envolvido no uso de água de reuso para combate a incêndio. A probabilidade de contato foi então calculada de acordo com os dados registrados de 2018 a 2021, conforme a metodologia do item 3.6 e está apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Análise da presença de vítima nas ocorrências registradas de 2018 a 2021.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
2018	Ocorrências	50	60	70	49	48	57	63	55	43	42	47	96	680
	Vítimas	2	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	2	8
	Probabilidade de contato primário	4%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	0%	0%	0%	0%	2%	1%
2019	Ocorrências	76	41	47	50	60	50	58	134	99	72	69	92	848
	Vítimas	3	2	0	0	4	0	1	1	0	4	1	1	17
	Probabilidade de contato primário	4%	5%	0%	0%	7%	0%	2%	1%	0%	6%	1%	1%	2%
2020	Ocorrências	82	54	108	110	146	70	54	56	51	40	42	33	846
	Vítimas	5	3	5	1	1	1	1	1	6	1	0	1	26
	Probabilidade de contato primário	6%	6%	5%	1%	1%	1%	2%	2%	12%	3%	0%	3%	3%
2021	Ocorrências	29	33	37	52	44	24	54	21	32	30	33	58	447
	Vítimas	1	1	1	6	0	3	0	1	2	0	5	0	20
	Probabilidade de contato primário	3%	3%	3%	12%	0%	13%	0%	5%	6%	0%	15%	0%	4%
TOTAL	Ocorrências	237	188	262	261	298	201	229	266	225	184	191	279	2821
	Vítimas	11	6	6	7	5	5	5	3	8	5	6	4	71
	Probabilidade de contato primário	5%	3%	2%	3%	2%	2%	2%	1%	4%	3%	3%	1%	3%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Pode-se notar que o número de ocorrências registradas que tiveram vítimas no local do incêndio foi baixo, dessa forma a probabilidade de ocorrer contato direto com terceiros pelo uso desta água foi pequena. As guarnições de incêndio, conforme dados coletados nos quartéis, faz uso de equipamentos de proteção individual e possui contato mínimo ou nenhum com a água utilizada.

Dos dados registados temos que de todas as ocorrências registradas nos últimos 4 anos apenas 3% tinham vítimas o que insere a possibilidade de contato direto com o efluente tratado. O maior valor mensal registrado foi em novembro de 2021 onde das 33 ocorrências registradas, foram identificadas 5 vítimas, o que resultou na taxa de 15% de ocorrências com vítimas.

Conforme apresentando no item 3.3.2, foram definidos ainda o percentual de ocorrências que estão situadas em locais onde ocorre rotineiramente a presença de pessoas, o que influencia de forma direta na probabilidade da existência de vítimas na hora do combate e conseqüente contato destas com a água de reuso. Os valores encontrados estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Análise da presença de vítima em relação aos tipos de ocorrência.

	Ocorrências em locais com alta taxa de circulação de pessoas	Ocorrências em locais com taxa pequena de circulação de pessoas	Probabilidade de existência de vítimas
2018	287	397	42%
2019	357	573	38%
2020	278	650	30%
2021	224	284	44%
Total	1146	1904	38%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nota-se que a quantidade de incêndios que ocorrem em ambientes com maior circulação de pessoas é alta, chegando a 44% das ocorrências registradas para o ano de 2021, mas possuindo média dos últimos 4 anos em 38%. Apesar do valor elevado em relação aos locais o número real de vítimas registradas foi pequeno. Dessa forma, constatou-se que a probabilidade de terceiros terem contato com o efluente tratado era baixa. Ademais, quando relacionada ainda com probabilidade de contração de algum possível patógeno após o contato entende-se que este risco seja ainda menor.

Os dados gerados neste estudo se referem apenas a probabilidade de ocorrer o contato, destacando-se a necessidade da realização de estudos do risco microbiológico envolvido, para assim se investigar o risco de contaminação de doenças vinculadas aos patógenos presentes no efluente. A probabilidade de contato é uma variável a se inserir no estudo de risco microbiológico, que leva em consideração ainda a concentração dos patógenos no efluente analisado e a dose ingerida de acordo com o uso.

4.4 PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO

Como apresentado no item 4.2 a qualidade atual de saída das ETE não é apropriada para combate a incêndio de acordo com a legislação utilizada como base, pois o efluente gerado atualmente possui cargas de sólidos e turbidez elevadas que afetariam o funcionamento das bombas dos caminhões, além de possuírem a presença de coliformes termotolerantes e *Escherichia Coli* o que aumenta o risco de contaminação microbiológica envolvido no uso desta água para tal fim. Dessa forma o sistema de tratamento necessita de uma atualização para a devida implementação do sistema proposto. Sendo efetuada tais atualizações propõem-se a utilização de sistema de implementação do uso de efluentes de tratamento de esgoto para combate a incêndios.

Para a concepção de um novo sistema de abastecimento e uma nova fonte de água para o combate a incêndio, existem diversos detalhes que dificultam a correta operação do sistema. Dessa forma com os dados coletados nas entrevistas do item 3.3.2, foram levantadas as principais dificuldades vinculadas de acordo com a população mais afetada pela atualização do sistema.

Um ponto de grande importância levantado é a facilidade para o abastecimento atual, onde de acordo com as entrevistas atualmente o abastecimento é feito no próprio quartel. O novo sistema precisa ser proposto de forma a conseguir atender a demanda e facilidade de abastecimento, este é realizado por um regime forçado de pressão, dessa forma os pontos de abastecimento precisarão possuir pressões altas de vazão ou serem pressurizados mecanicamente.

De acordo com a Instrução Normativa N° 25 de 28 de março de 2014 da Diretoria de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina a pressão dos pontos de abastecimento deve ser igual ou superior a 2 kgf/cm². O Manual básico de Combate a Incêndio do Distrito Federal apresenta três possíveis formas de abastecer o caminhão, por diferença de pressão onde a pressão do reservatório é superior a do interior da viatura, por sucção que envolve o uso de bombas mas não pode estar a viatura mais de 7 metros acima da fonte ou por desnível, que utiliza a gravidade estando a fonte acima do caminhão. (CBMDF, 2009).

Outro grande ponto levantado é a qualidade do efluente, a qual pode acarretar o entupimento das bombas utilizadas nos caminhões de incêndio, que são altamente

a incêndio quando não existir uma rede específica para este sistema, viabilizando o transporte do efluente para locais distantes da fonte (FLORIANÓPOLIS, 2019).

4.4.1 Cenário 1

Este cenário propõe o menor e mais rápido deslocamento para o abastecimento, sendo este feito por cada quartel na estação de tratamento de esgoto mais próxima. Devido à esta proximidade dos quartéis e das estações de acordo com o sistema proposto, o abastecimento será feito com o caminhão de incêndio do próprio quartel (ABTR ou ABS) e pela guarnição de serviço do dia. A frequência de abastecimento necessária está vinculada a demanda do quartel e ao volume do caminhão deste. Os quartéis de Florianópolis possuem caminhões com tanques de 4.500 L com exceção da Trindade que o tanque possui 5.300 L. A metodologia seguida encontra-se no item 3.8.

Dessa forma o quartel da Barra da Lagoa usará o efluente tratado da ETE do mesmo bairro, distante 2,5 km, já o quartel de Canasvieiras está situado a 4,8 km da ETE de mesmo nome, os quartéis do Centro e do Estreito serão abastecidos pela ETE Insular, distante 1,4 km e 1,8 km respectivamente de cada quartel, o quartel da Trindade por sua vez usará o efluente tratado da ETE Saco Grande localizada a 6,5 km do quartel. Neste cenário para o quartel do Rio Tavares indicou-se o abastecimento na ETE Campeche, a qual ainda não está ativa, mas possui localidade excelente para o sistema estando apenas a 2,6 km de distância

Na Tabela 8 apresenta-se um resumo do sistema proposto, o informativo da ETE que abastece cada quartel, a necessidade do quartel, a distância percorrida pelo caminhão para o abastecimento e o tempo levado no deslocamento.

Tabela 8 - Resumo das rotas de implementação do cenário 1.

Quartel	ETE	Demanda Média do Quartel (m ³ /dia)	Distância da rota (km)	Tempo estimado para o abastecimento (min)	Frequência de Abastecimento
Barra da Lagoa	Barra da Lagoa	0,8	2,5	3	3
Canasvieiras	Canasvieiras	1,7	4,8	6	6
Centro	Insular	1,4	3,2	4	5
Estreito	Insular	1,8	4,1	5	6

(Continua)

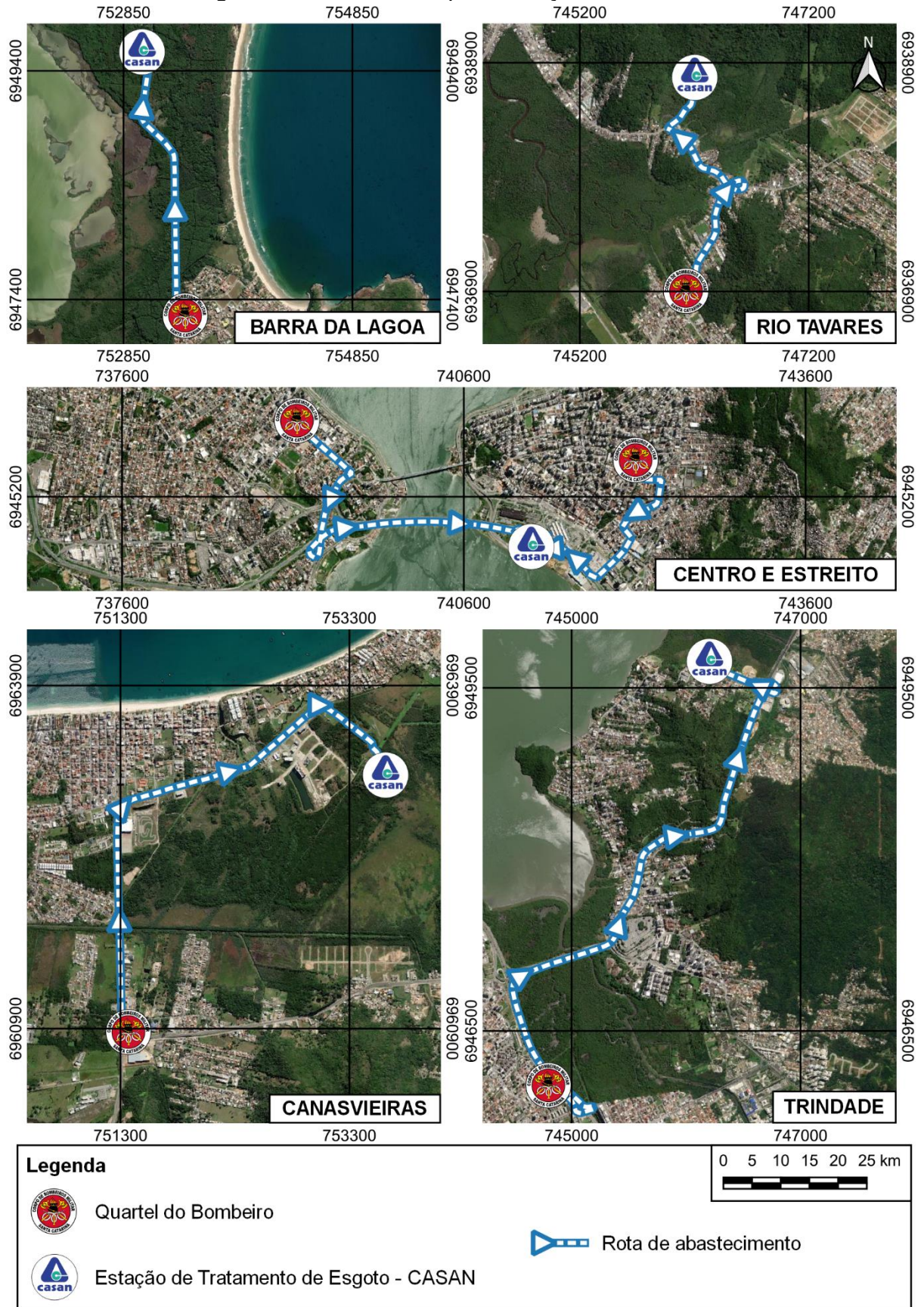
Tabela 8 - Resumo das rotas de implementação do cenário 1 (Continuação).

Rio Tavares	Campeche	1,4	2,6	3	5
Trindade	Saco Grande	2,3	6,5	8	6

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Figura 19 apresenta-se as rotas propostas do cenário 1, percorridas por cada quartel até a estação de tratamento que fornecerá o efluente tratado para o uso no combate a incêndio.

Figura 19 - Rotas de implementação do cenário 1.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Este cenário de implementação é de fácil elaboração, devido aos curtos deslocamentos envolvidos, e o tempo levado no trajeto. A localização das ETE e dos quartéis possibilita o fácil abastecimento, podendo este ser realizado com frequências superiores as médias, caso necessário, e de forma simples. Como ponto negativo este cenário tem a fiscalização das ETE, devida a elevada qualidade necessária do efluente seriam necessárias a atualização e fiscalização frequente da qualidade de saída do efluente de todas as ETE do município.

4.4.2 Cenário 2

O cenário propõe a implementação do sistema no qual a estação de tratamento de esgoto da Lagoa da Conceição forneça o abastecimento para todos os Quartéis do bombeiro do 1º Batalhão. O reuso desta água gera uma redução da vazão da ETE de 10.976 L por dia, representando 0,29% da vazão produzida.

Devido a maior distância percorrida para o abastecimento, é proposto que o abastecimento seja feito com o uso do AT, caminhão com volume de 12.000 L situado no quartel da Trindade. Dessa forma o abastecimento contaria com o deslocamento do AT da Trindade até a ETE da Lagoa e posterior deslocamento para o quartel a ser abastecido. A frequência de abastecimento de cada quartel depende da sua demanda e está apresentada na Tabela 9.

Tabela 9 - Resumo das rotas de implementação do cenário 2.

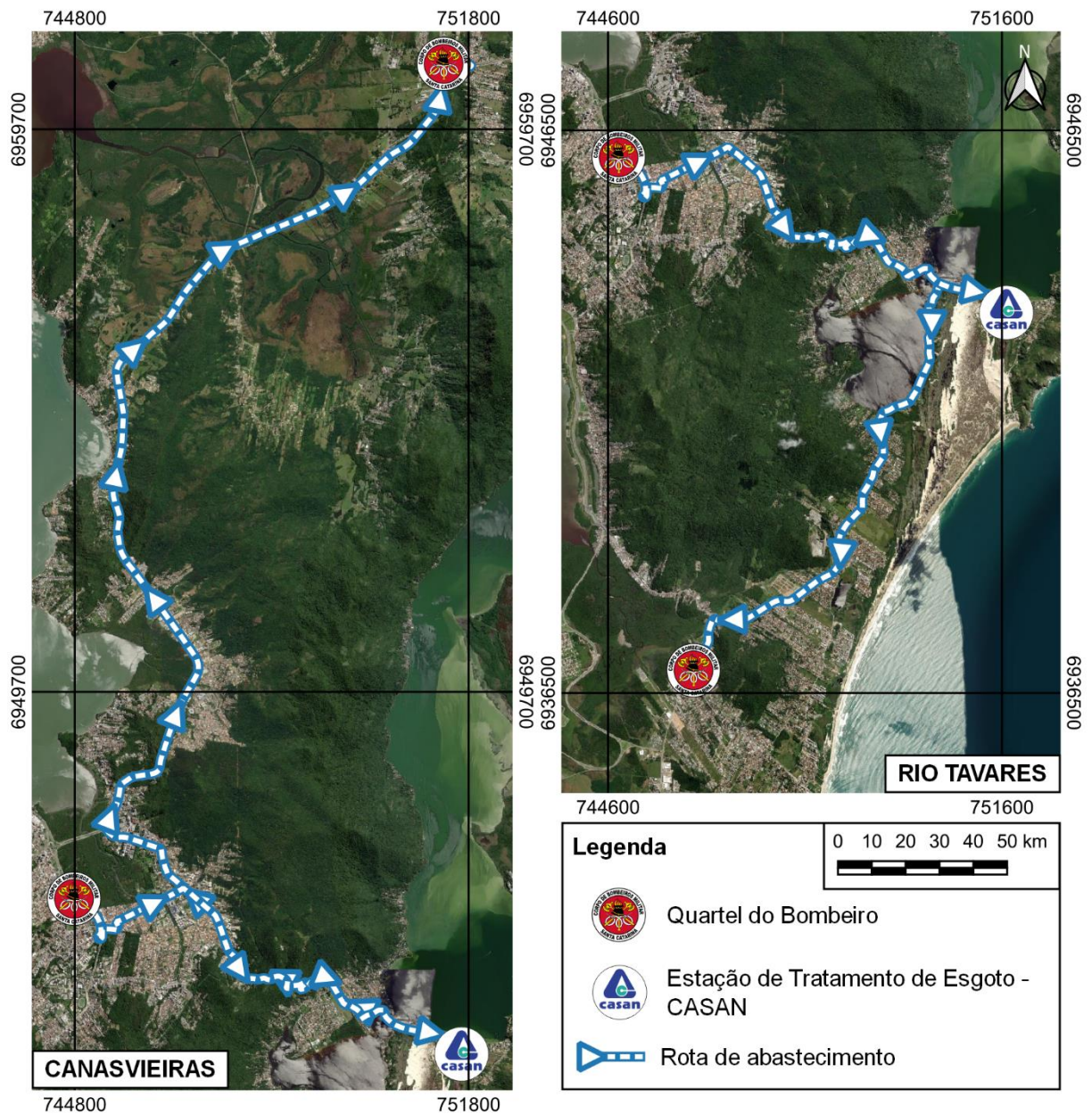
Quartel	Demanda Média do quartel (m ³ /dia)	Distância da rota (km)	Tempo estimado para o abastecimento (min)	Frequência de Abastecimento
Barra da Lagoa	0,8	16,2	19	1
Canasvieiras	1,7	38,5	46	2
Centro	1,4	25,8	31	2
Estreito	1,8	28,3	34	2
Rio Tavares	1,4	21,5	26	2
Trindade	2,3	20,9	25	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 20 apresenta a rota de abastecimento do quartel da Trindade até a ETE Lagoa da Conceição e posterior deslocamento até os quartéis do Rio Tavares e

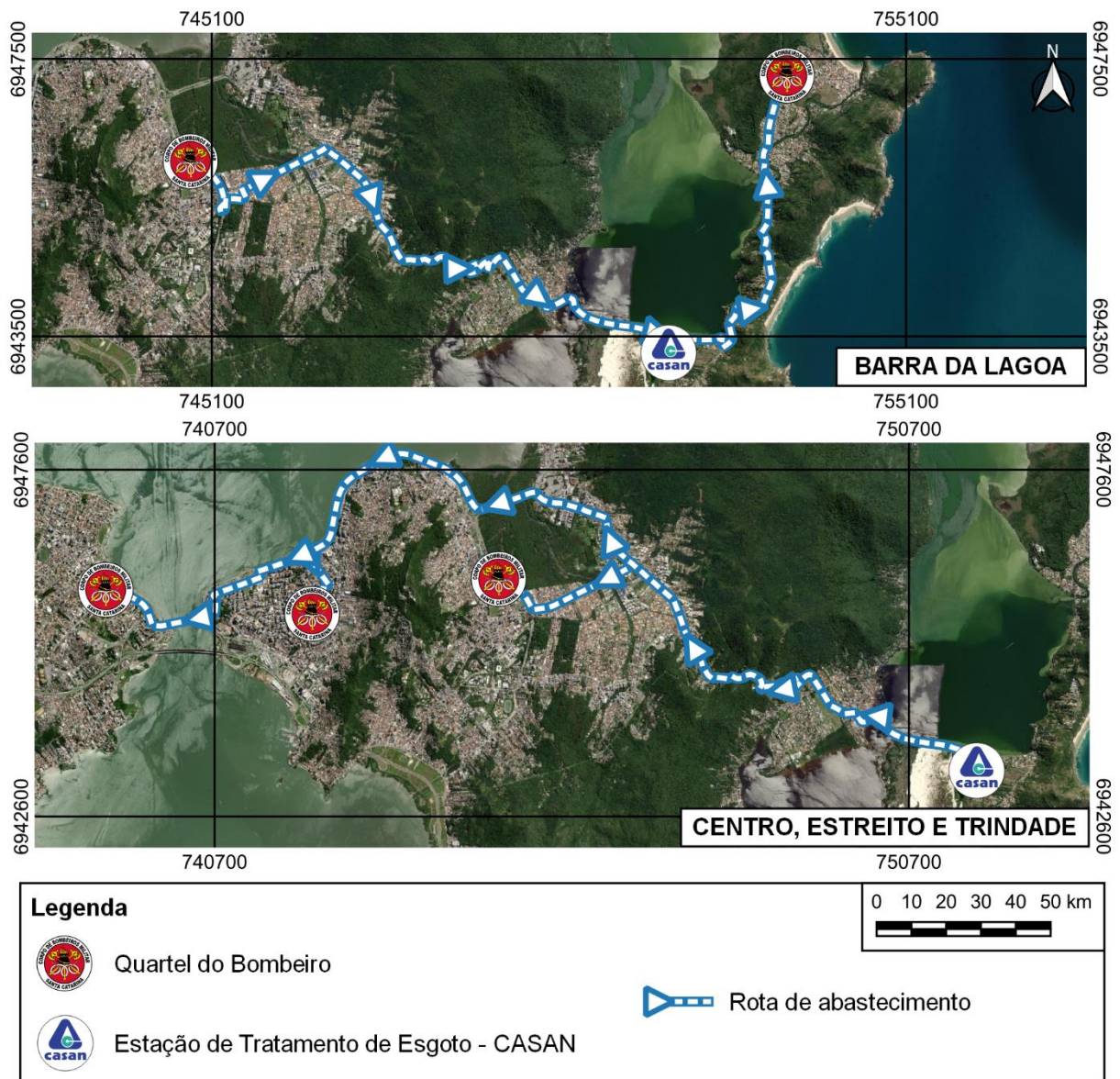
de Canasvieiras. Já na Figura 21 exemplifica-se as rotas para o quartel da Barra da Lagoa e para os quartéis do Centro, Estreito e Trindade que por possuírem parte em comum do deslocamento da ETE até o quartel estão apresentados no mesmo mapa.

Figura 20 - Rota de implementação do cenário 2 para os quartéis de Canasvieiras e do Rio Tavares.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 21 - Rota de implementação do cenário 2 para os quartéis da Barra da Lagoa, do Centro, do Estreito e da Trindade.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O cenário 2 possui como maior qualidade a atualização e maior fiscalização de apenas uma das estações de tratamento, sendo esta atualmente a que já possui a maior quantidade de parâmetros dentro da legislação utilizada no presente estudo. A maior dificuldade de implementação deste cenário é a logística de abastecimento, devido ao grande deslocamento necessário para realizar os abastecimentos de cada quartel da corporação dos Bombeiros de Florianópolis.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo ressalta que a temática do reuso no Brasil ainda está em crescimento, e que existem poucos estudos aprofundados e legislações regulamentadoras. Esta tecnologia conforme apresentada é altamente vantajosa quando analisado o benefício ambiental e gera benefício econômico. Dessa forma, apesar de os estudos sobre esta temática serem recentes, seja do reuso potável, não potável, de efluentes tratados ou de águas pluviais, os mesmos devem ser fomentados, para assim fomentar o crescimento e desenvolvimento do país em harmonia com a natureza garantindo um futuro melhor para as próximas gerações.

O estudo das potencialidades de implementação do uso de esgoto tratado, nas estações de tratamento de esgoto, para combate a incêndio no município de Florianópolis, teve como intuito propor solução visando a economia da água tratada e o auxílio no desague do efluente tratado, o qual é uma problemática atual da cidade.

Dentre as potencialidades analisadas neste estudo, pôde-se averiguar que a demanda de água junto ao CBMSC, para o uso no combate a incêndio, foi de 2,5 % da menor vazão tratada nas ETE. Fato que possibilita o abastecimento dos quartéis por meio de uma única estação dependendo da proposta de implementação. Ademais, foi analisada a qualidade atual de saída do efluente, em que se encontrou que a mesma não atendia a legislação do Estado de São Paulo, utilizada neste estudo. Neste sentido, ressalta-se que Florianópolis não possui leis sobre a temática específica de reuso, porém, algumas ETE como a da Lagoa da Conceição, com a melhoria de alguns parâmetros, teriam efluente adequado para o uso proposto. Por meio do presente estudo, definiu-se que a probabilidade de ocorrer o contato direto de terceiros com a água de reuso durante as ocorrências é baixa, por mais que a maioria dos sinistros ocorra em locais movimentados, a maior parte das ocorrências de incêndio atendidas não envolveram vítimas diretas.

Diante desta constatação foram propostos dois cenários de abastecimento do sistema de reuso, levando em conta a proximidade entre os quartéis e as ETE, bem como a demanda dos quartéis. Porém, pontos críticos para a real implantação, como custos, melhora na qualidade do efluente e dificuldades do abastecimento ainda precisam ser estudados.

Sendo este um estudo inicial sobre a temática, além de desenvolver seus objetivos, abre o horizonte para novos estudos e possibilidades que podem e devem

ser investigadas. Apesar de que atualmente a implantação do sistema precise de atualizações, não se deve desistir de buscar novas soluções para tal problemática. O uso desenfreado de água potável para fins não essenciais deve cada vez mais ser substituído por outros tipos de abastecimento como de águas de reuso, sejam estas do regime pluvial ou das estações de tratamento de esgoto visando assim um futuro mais sustentável para a população.

6 RECOMENDAÇÕES

Neste item estão apresentados possíveis novos estudos sobre o tema, os quais foram problemas encontrados durante a elaboração deste projeto ou temas que acabaram por não serem abordados.

- Levantamento da quantificação do real consumo dos caminhões, através da instalação de hidrômetros nos quartéis;
- Análise laboratorial da presença de patógenos, como o rota vírus, no efluente e conseqüente risco de contato;
- Análise laboratorial dos demais parâmetros apresentados, mas não abordados neste estudo;
- Estudo do risco microbiológico envolvido;
- Propostas de melhorias em parte do tratamento para atendimento as exigências;
- Estudo do custo e economia financeira envolvida na implementação do sistema proposto;
- Investigação de possibilidade de implantação de sistema de reuso com diferentes fontes (ex. água de reuso pluvial e água cinza dos quartéis).

REFERÊNCIAS

AISSE, M. M.; COHIM, E.; KIPERSTOK, A. Reuso urbano e industrial. In: PROSAB. **Reuso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim**. Rio de Janeiro: Abes, 2006. Cap. 4. p. 111-154.

ANDERSON, J. et. Al.. Climb the ladder: a step by step approach to international guidelines for water recycling. *Water Science and Technology*. 43(10):1-8. **IWA Publishing**. 2001.

ALMEIDA, F. C. P. de; MENEZES, M. A.; FACÓ, J. F. B. Challenges in water management: perceptions of the managers of an automotive industry of the Paulista Macrometropolis. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. e02921920, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i2.1920. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1920>. Acesso em: 1 jul. 2022.

ANDREOLI, C. V; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. **Princípios do Tratamento biológico de águas residuárias: Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Vol. 6. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. 2ª Edição, 2014. 444 p.

ASANO, T.; COTRUVUO, J. A. **Groundwater recharge with reclaimed municipal wastewater: health and regulatory considerations**. *Water Research*, v. 38, n. 8, p. 1941-1951, 2004. https://www.oieau.org/eaudoc/system/files/documents/39/196231/196231_doc.pdf. Acesso em: 11 jun. 2022.

BENTO, M. I. de O. **Avaliação do Risco de Incêndio no Centro Histórico de Leiria**. 2019. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Construções Civis, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Leiria, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.8/4733>. Acesso em: 27 jun. 2022.

BERNARDI, C. **Reuso de água para irrigação**. 2003. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, Planejamento Estratégico, Seafgv/Ecobusiness School, Brasília, 2003. Disponível em: https://hugepdf.com/download/reuso-de-agua-para-irrigacao_pdf#. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF 09/01/1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm> Acesso em: 03 jul. 2022.

CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **Plano de emergência e contingência operacional ETE Barra da Lagoa**. Florianópolis: Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, 2017a. 23 p. Disponível em:

<https://www.aresc.sc.gov.br/index.php/documentos/relatorios-de-fiscalizacao-de-municipios-conveniados/municipios-agua/florianopolis/1558-pec-ete-barra-da-lagoa-revisao-abril-2017/file#:~:text=O%20Plano%20de%20Emerg%C3%Aancia%20e%20Conting%C3%Aancia%20visa%20definir%20as%20responsabilidades,decis%C3%A3o%20com%20elementos%20previamente%20planejados.&text=Os%20riscos%20est%C3%A3o%20associados%20a,hipot%C3%A9tica%20que%20proporciona%20efei.> Acesso em: 12 jun. 2022.

CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **Plano de emergência e contingência operacional ETE Insular**. Florianópolis: Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, 2017b. 24 p. Disponível em: <https://www.aresc.sc.gov.br/index.php/documentos/plano-emergencial/plano-emergencial-agua/2018-3/1718-pec-ete-insular-revisao-abril-2017-2/file>. Acesso em: 12 jun. 2022.

CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **Plano de emergência e contingência operacional ETE Saco Grande**. Florianópolis: Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, 2017c. 23 p. Disponível em: <https://www.aresc.sc.gov.br/index.php/documentos/plano-emergencial/plano-emergencial-agua/2018-3/1721-pec-ete-saco-grande-revisao-abril-2017-2/file>. Acesso em: 12 jun. 2022.

CBMDF – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. **Manual básico de combate a incêndio: Módulo 3 - Técnicas de combate a incêndio**. 2. ed. Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2009. 244 p.

CBMRJ - Corpo de Bombeiros Militar do estado do Rio de Janeiro. **Apostila do bombeiro profissional civil**. Rio de Janeiro: Subsecretaria de estado da defesa civil, Diretoria Geral de Ensino e Instrução, 2005. 115 p.

CBMRJ - Corpo de Bombeiros Militar do estado do Rio de Janeiro. **Prevenção e combate a incêndio**: apostila concurso 2008. Rio de Janeiro: Centro de formação e aperfeiçoamento de praças, 2008. 48 p.

CBMSC - Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Área do bombeiro**. Florianópolis, 2022a. Disponível em: <<https://www.cbm.sc.gov.br/index.php/area-do-bombeiro-login>>. Acesso: 14 de maio de 2022.

CBMSC - Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Endereços e Contatos**. Florianópolis, 2022b. Disponível em: <<https://www.cbm.sc.gov.br/index.php/institucional/enderecos-e-contatos>>. Acesso: 01 de junho de 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 430, de 17 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

CUNHA, A. et. al.. O reúso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. **Enciclopédia Biosfera**, [S. l.], v. 7, n. 13, 2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4207>. Acesso em: 28 jun. 2022.

FLORIANÓPOLIS. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis**. Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2019. 215 p. Disponível em: <https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comunicacao/index.php?cms=estudo+esgotamento+sanitario+de+florianopolis&menu=0>. Acesso em: 05 jun. 2022.

FLORIANÓPOLIS. **Plano Municipal de Saneamento Básico - Versão Final**. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2021. 273 p. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/05_04_2022_11.50.56.a6d0cb8eb0ca6e77f9eb77a9dd8cbe40.pdf. Acesso em: 12 jun. 22.

FONSECA, P. F.; DA SILVA, J. R. da; FONSECA, E. da S. Análise da viabilidade da separação de água de chuveiros e pias para reúso. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. e14921938, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i2.1938. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1938>. Acesso em: 1 jul. 2022.

FRANCY, D.S. et. al.. **Comparative effectiveness of membrane bioreactors, conventional secondary treatment, and chlorine and UV disinfection to remove microorganisms from municipal wastewaters**. *Water Research*, v. 46, n. 13, p. 4164-4178, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.04.044>. Acesso em: 30 jun. 2022.

GERBA, C.; SMITH Jr, J. Sources of pathogenic microorganisms and their fate during land application of wastes. **Journal Of Environmental Quality**. Madison, USA, 42-48. 2005. Disponível em: [https://slunik.slu.se/kursfiler/TE0014/20061.1920/F13._Sources_of_Pathogenic_Microorganisms_and_Their_Fate_during_Land_Application_of_Wastes._Gerba_\(2007\).pdf](https://slunik.slu.se/kursfiler/TE0014/20061.1920/F13._Sources_of_Pathogenic_Microorganisms_and_Their_Fate_during_Land_Application_of_Wastes._Gerba_(2007).pdf). Acesso em: 11 jun. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados**. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/florianopolis.html>. Acesso: 01 de junho de 2022.

IWAKI, G. P. Portal Tratamento de Água. Reuso de Água: **Tipos, Processos Específicos e Contaminantes**. (2015). Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/reuso-de-agua-tipos-processos-especificos-e-contaminantes/>. Acesso em: 27 jun. 2022.

KUBLER, H.; FORTIN, A.; MOLLETA, L. **Reúso de água nas crises hídricas e oportunidades no Brasil**. São Paulo: Abes - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015. 43 p. Disponível em: https://www.abes-dn.org.br/pdf/Reuso_nas_Crises.pdf. Acesso em: 29 mai. 2022.

MAINIER, F.; NETO, S. C.; MONTEIRO, L. **O reuso de água em Centro de Treinamento de combate a incêndios**. Vol 13. ENGEVISTA. nº3, 2011. p 167-176.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS H. F. **Reuso de Água**. Barueri: Manole, 2013.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082009-082126/publico/SIMONE_MAYOK.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.

MELLO, D. E. **Análise evolutiva da rede de tratamento de esgoto no município de Florianópolis, Santa Catarina**. 2018. Monografia de especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PINTO, H.S. et. al. **A Crise Hídrica e suas Consequências**. Brasil: Núcleo de Estudo e Pesquisas, Senado Federal. 32 p, 2014. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/508678/Boletim_do_Legislativo_n.27_de_2015.pdf?sequence=1>. Acesso em: 04 jun. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Geoprocessamento**. Florianópolis, 2022. Disponível em: <<https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/geo/index.php?cms=mapas+para+download&menu=0>>. Acesso: 31 de maio de 2022.

SANTA CATARINA. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **CASAN inicia construção da ETE Rio Tavares**. 2017. Disponível em: <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/casan-inicia-construcao-da-ete-rio-tavares#0>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SANTA CATARINA. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **ETE Saco Grande/João Paulo: CASAN explica benefícios da infraestrutura**. 2021. Disponível em: <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/ete-saco-grande-joao-paulo-casan-explica-beneficios-da-infraestrutura#0>. Acesso em: 21 jun. 2022.

SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. (ed.). **Manual de Viaturas e Equipamentos**. Florianópolis: Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, 2020. 45 p. Disponível em: <https://www.cbm.sc.gov.br/index.php/comunicacaosocial/manuais/manual-de-viaturas-e-equipamentos>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SANTA CATARINA. Instrução Normativa Nº 25, de 28 de março de 2014. Diretoria de atividades técnicas do Corpo de Bombeiros Militar. **Normas de Segurança Contra Incêndios: Rede Pública de Hidrantes**.

SANTOS, K. M. S.; OLIVEIRA, M. F. de; ALBUQUERQUE, T. M. A. Reúso de Água como Alternativa de Gestão de Oferta. In: I ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., 2019, Sergipe. **Água para todos: não deixar ninguém para trás**. Sergipe: ABRHidro, 2019. p. 1-5. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/100/ENREHSE0087-1-20190313-185744.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2022.

SANTOS, S. G. dos. **Estudo de cenários para o uso do lodo produzido na estação de tratamento de esgoto de Canasvieiras, Florianópolis, SC**. 2022. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

SANTOS, V. dos. **Disposição de efluentes tratados em uma lagoa de evapoinfiltração**. 2018. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: https://lahimar.paginas.ufsc.br/files/2020/04/2018_DOS-SANTOS_DISPOSI%C3%87%C3%83O-DOS-EFLUENTES-TRATADOS-EM-UMA-LAGOA-DE-EVAPOINFILTRA%C3%87%C3%83O.pdf. Acesso em: 19 jun. 2022.

SANZ, L. A.; GAWLIK, B. M. Water reuse in Europe: relevant guidelines, needs for and barriers to innovation. **Joint Research Centre: JRC Science and Policy Reports**, European Commission, p. 1-51, 2014. Publications Office. <http://dx.doi.org/10.2788/29234>. Disponível em: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC92582>. Acesso em: 13 jun. 2022.

SÃO PAULO. Resolução conjunta SES/SIMA - N°1, de 13 de fevereiro de 2020. Disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas. **Publicada No Doe De 14//02/2020 - Seção I Pág 47/48 Resolução, [S. I.]**, p. 47-48, 2020. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2020/02/resolucao-conjunta-ses-sima-01-2020/>. Acesso em: 05 mai. 2022

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico Temático de Água e Esgoto**: Visão geral ano de referência 2020. 2021. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf Acesso em: 05 jun. 2022.

ZANATTA, L. C.; RAMAGE, L. Avaliação da eficiência da infiltração de efluentes nas dunas do aquífero Campeche, Florianópolis, S.C. **Águas Subterrâneas**, [S. I.], 2015. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28250>. Acesso em: 27 jun. 2022.

APÊNDICE A - Formulário aplicado nas entrevistas

Nome:

Cargo:

Quartel:

Volume ABTR:

Responda as próximas questões com o número de vezes em média que ocorre o fato citado:

Quantas vezes ao dia o tanque de água do caminhão é abastecido?

0 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10

Esse abastecimento representa quanto do volume total do tanque?

Todo volume / Metade do volume / Menos da metade do volume/ Mais da metade do volume

Quantas vezes ao dia o caminhão é acionado?

0 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10

Das vezes que o caminhão é acionado quantos % das ocorrências é feito o uso de água?

0% / 10% / 20% / 30% / 40% / 50% / 60% / 70% / 80% / 90% / 100%

Em relação ao uso de esgoto tratado para combate a incêndio responda as próximas questões:

Sendo comprovada a qualidade adequada d'água, você se sente confortável em utilizar a água proveniente do tratamento de esgoto nas ocorrências? (Isso implica a sua saúde e a dos terceiros) Caso sua

resposta seja negativa, se fosse utilizado água da chuva você se sentiria seguro?

Sim, para ambas as opções / Sim, mas gostaria de ter comprovação destas análises do esgoto tratado. / Sim, mas apenas com água da chuva. / Não, para nenhuma das alternativas.

Comente:

Você acredita ser importante estudar novas possibilidades para o tipo de água usada para combate a incêndio?

Sim / não / Indiferente

Quais benefícios você acredita que a implementação deste sistema pode trazer?

Economia de água / Aumento de treinamentos e testes / Uma visão sustentável para a corporação / Auxílio no tratamento de esgoto / Só vejo malefícios / Nenhum

Comente:

Quais riscos você acredita que a implementação deste sistema pode trazer para você, para os equipamentos e para a população?

Aumento de doenças / Corrosão dos equipamentos / Visão negativa por parte da população / dificuldade de abastecimento / Nenhum

Comente:

ANEXO A - Ofício para solicitação de informações da CASAN para fins de estudo



OF. 009/GESAD/2022.

Florianópolis, 03 de maio de 2022.

De: Prof. Pablo Heleno Sezerino – GESAD/ENS-UFSC.

Para: Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN.

Assunto: Informações para o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental, da UFSC.

Prezados(as)

A graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, Marcela Samadian de Castro Marimon (marcela.samadian@gmail.com), orientada por mim, demonstra interesse em desenvolver o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) sobre a viabilidade do aproveitamento de esgoto tratado em Estações de Tratamento de Florianópolis para combate a incêndio no município. Desta forma, solicitamos informações quantitativas e qualitativas sobre o efluente gerado pelas estações de tratamento de esgoto de Florianópolis para os fins acadêmicos citados. Para o trabalho em questão necessita-se dos dados citados abaixo:

- Vazão de saída de cada estação de Florianópolis (de projeto e medida anualmente – últimos dois anos);
- Processos realizados no tratamento de cada estação;
- Parâmetros medidos nos últimos dois anos e dos projetos futuros, bem como a frequência (diária, semanal, quinzenal, mensal, anual...) em que ocorrem as análises dos seguintes parâmetros: pH, DBO_{5,20}, Turbidez (Antes da Desinfecção), Sólidos Suspensos Totais, Coliformes Termotolerantes, Cloro Residual Total, Sólidos dissolvidos totais e Cloreto.

Certos de vossa colaboração, agradecemos antecipadamente.

Atenciosamente.

Prof. Dr. Pablo Heleno Sezerino

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – ENS/CTC-UFSC
Supervisor GESAD-ENS/UFSC



GESAD – Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado
ENS – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
CTC – Centro Tecnológico
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
Campus João Reitor David Ferreira Lima, s/n – Trindade, Florianópolis – SC. CEP: 88040-900
Telefone: +55 (48) 3721-7696 www.gesad.ufsc.br

ANEXO B - Ofício para solicitação de informações da CBMSC para fins de estudo



OF. 08/GESAD/2021.

Florianópolis, 08 de novembro de 2021.

De: Prof. Pablo Heleno Sezerino – GESAD/ENS-UFSC.

Para: Major Fábio Colodel – CBMSC.

Assunto: Parceria no desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental, da UFSC.

Prezado Major.

A graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, Marcela Samadian de Castro Marimon (marcela.samadian@gmail.com), orientada por mim, demonstra interesse em desenvolver o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) sobre a viabilidade do aproveitamento de esgoto tratado em Estações de Tratamento de Florianópolis para combate a incêndio no município. Desta forma, solicitamos informações quantitativas e qualitativas sobre a demanda de água pelo CBMSC nos quartéis de Florianópolis para os fins acadêmicos citados. A graduanda demonstra disposição para entrevistas, para troca de informações e opiniões sobre o tema, além de coletar possíveis necessidades específicas de uso, como material dos caminhões, mangueiras, tipo de bombas e demais fatores.

Certos de vossa colaboração, agradecemos antecipadamente.

Atenciosamente.



Documento assinado digitalmente
Pablo Heleno Sezerino
Data: 08/11/2021 20:03:17-0300
CPF: 952.175.849-44
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Pablo Heleno Sezerino
Supervisor GESAD-ENS/UFSC



GESAD – Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado
ENS – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
CTC – Centro Tecnológico
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
Campus João Reitor David Ferreira Lima, s/n – Trindade, Florianópolis – SC
CEP: 88040-900
Telefone: +55 (48) 3721-7696
www.gesad.ufsc.br