

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA

Mariana Pires Schroeder

**CONTAMINAÇÃO QUÍMICA E BIOLÓGICA DO CANAL SANGRADOURO DA
LAGOA DO PERÍ, ILHA DE SANTA CATARINA, BRASIL**

Florianópolis

2021

Mariana Pires Schroeder

**CONTAMINAÇÃO QUÍMICA E BIOLÓGICA DO CANAL SANGRADOURO DA
LAGOA DO PERÍ, ILHA DE SANTA CATARINA, BRASIL**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Ciências
Biológicas Licenciatura do Centro de Ciências
Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito para a obtenção do Título de Licenciado
em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Juan Soriano Sierra

Coorientador: Prof. Dr. Rubens Tadeu Delgado Duarte

Florianópolis

2021

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

Schroeder, Mariana
CONTAMINAÇÃO QUÍMICA E BIOLÓGICA DO CANAL SANGRADOURO DA
LAGOA DO PERÍ, ILHA DE SANTA CATARINA, BRASI / Mariana
Schroeder ; orientador, Eduardo Juan Soriano Sierra,
coorientador, Rubens Tadeu Delgado Duarte, 2021.
63 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis,
2021.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Contaminação. 3. Esgoto. 4.
Saneamento Básico. 5. Sazonalidade. I. Juan Soriano
Sierra, Eduardo. II. Tadeu Delgado Duarte, Rubens. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Ciências Biológicas. IV. Título.

Mariana Pires Schroeder

**CONTAMINAÇÃO QUÍMICA E BIOLÓGICA DO CANAL SANGRADOURO DA
LAGOA DO PERÍ, ILHA DE SANTA CATARINA, BRASIL**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de
“Licenciatura em Ciências Biológicas” e aprovado em sua forma final.

Florianópolis, 14 de Maio de 2021.

Prof. Dr. Carlos Roberto Zanetti
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Juan Soriano Sierra
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Rubens Tadeu Delgado
Coorientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Claudio Roberto Fonseca Sousa Soares
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. José Carlos Simonassi
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico esse trabalho a minha bisavó Olga (*in memoriam*),
lavadeira e fonte de inspiração para este trabalho. A minha mãe,
Camila, aos meus avós, Iara e Deonísio, e ao meu marido,
Romualdo.
Meus maiores exemplos, fonte de inspiração, amor e carinho!

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre abençoar as minhas escolhas, nunca me deixando desistir nos momentos mais difíceis dessa caminhada, me guiando em cada passo e mostrando o quanto valeria a pena cada esforço.

A minha mãe, Camila Margarida, por desde criança me incentivar a estudar, por me inspirar com sua inteligência e sede de aprender e sempre me dizer “o que se leva dessa vida é só o conhecimento”. Obrigada pela vida, por me ensinar a ser uma mulher guerreira e independente.

Aos meus avós, Iara e Deonísio, que me deram tanto amor nessa vida, que são minha fortaleza, meu refúgio e meu motivo para buscar a cada dia um futuro melhor. Com vocês aprendi a lutar, ter caráter e honestidade. Obrigada por me ensinar a ser quem eu sou.

Ao meu marido, Romualdo Rodrigues, que veio de tão longe juntar sua vida a minha, acreditando sempre no meu potencial, me admirando, incentivando e dando todo seu amor. Obrigada por compreender meus momentos de estresse e ausência.

Ao meu irmão Vitor, por ter me acompanhado e auxiliado em algumas coletas, e a todos os meus familiares que estiveram presentes de alguma forma neste longo período, vocês também são fonte de inspiração na minha vida. Sou muito grata pela família linda e cheia de amor que tenho.

Ao meu orientador, Dr. Eduardo Juan Soriano Sierra, que desde o início mergulhou de cabeça comigo neste trabalho, com toda sua sabedoria e experiência me orientou, sempre atencioso e prestativo. Obrigada por acreditar no meu potencial, por me fazer ir além do que achava que seria capaz.

Ao meu coorientador Dr. Rubens Tadeu Delgado, que mesmo nos momentos mais atarefados não mediu esforços em me orientar nas análises microbiológicas, assim como no trabalho em geral, abrindo as portas do seu laboratório e confiando em mim, permitindo com que eu realizasse esse tão sonhado trabalho. Obrigada por toda sua calma e sabedoria para me ensinar.

Ao técnico Dr. José Carlos Simonassi que me ajudou nas análises de nutrientes, sempre muito solícito e paciente. Obrigada por não medir esforços para me ajudar, por compartilhar seu conhecimento, por sempre se mostrar disponível e por sua grande empatia.

A Dra. Bruna Ribeiro Sued Karam, esse ser de luz, que me ajudou neste trabalho e sem dúvidas foi fundamental para a conclusão deste. Minha imensa gratidão, por ter me instruído em alguns momentos, me aconselhado, ensinado, sanado todas as minhas inúmeras dúvidas, respondido meus inúmeros whatsApp e pedidos de socorro. Obrigada principalmente por todas as suas palavras de conforto e por mostrar que eu conseguiria. Sem dúvidas você me motivou nos momentos que mais precisei.

Aos meus colegas de graduação, meus mais sinceros agradecimentos. Mayara Córdova e Renan Costa que estiveram comigo desde o começo desta trajetória, compartilhamos muitos momentos felizes e também muitos momentos de aflições. Agradeço também aos colegas Gustavo Borges, Luana Lucero, Mayara Almeida e Michele Schmoeler que também estiveram comigo em momentos muito importantes nesta graduação, sempre me apoiando, dando força e ajudando. Obrigada a todos os colegas que estiveram presentes nesta jornada tão emocionante, de muito aprendizado e superações.

Aos meus colegas de trabalho, principalmente Jacqueline Figueiró e Cleide Siqueira, que foram muito compreensivas quando precisei me ausentar para me dedicar um pouco mais a esta graduação. Sempre me apoiaram e mostraram sua admiração por mim. As colegas Wanessa Silva e Vanessa Campos que me deram força nos momentos de fraqueza e que comemoraram minhas vitórias.

Ao Laboratório de Microbiologia da UFSC (MIP) e ao NEMAR, por disponibilizar materiais e equipamentos para análise das minhas coletas, assim como toda equipe que me recebeu.

A Universidade Federal de Santa Catarina por me proporcionar realizar esse sonho, estar do lado e ser instruída pelos melhores mestres. Por cada cantinho que vivi tantas emoções. Por ter acesso a um ensino de qualidade e aos melhores laboratórios e equipamentos. Por toda a equipe, desde a limpeza, RU, servidores e técnicos, sem dúvidas vocês são a alma desta universidade.

“Onde houver ódio, que eu leve o amor
Onde houver ofensa, que eu leve o perdão
Onde houver discórdia, que eu leve a união
Onde houver dúvida, que eu leve a fé
Onde houver erro, que eu leve a verdade
Onde houver desespero, que eu leve a esperança
Onde houver tristeza, que eu leve a alegria
Onde houver trevas, que eu leve a luz”.

Oração de São Francisco

RESUMO

O Canal Sangradouro da Lagoa do Peri é um importante curso de água utilizado por turistas e moradores para acesso entre as praias da Armação e do Matadeiro na região do Sul da Ilha de Santa Catarina. Também é utilizado para pesca e por banhistas sendo muito atrativo para crianças por possuir águas rasas e mornas. Devido à falta de infraestrutura de saneamento básico no balneário da Armação do Pântano do Sul, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil, este canal sofre com o lançamento de esgoto ao longo do seu curso. O objetivo desse estudo foi avaliar parâmetros químicos e biológicos da água, e analisar se houve influência da variação sazonal na contaminação do canal. Os parâmetros analisados em cada ponto de amostragem foram fosfato, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e coliformes termotolerantes. As avaliações da qualidade química da água e da contaminação fecal foram realizadas ao longo de um ano, em diferentes períodos sazonais entre 2019 e 2020. Cinco pontos amostrais foram avaliados, sendo o primeiro ponto as margens da Lagoa do Peri, o segundo ponto após a estação de tratamento de água da CASAN, o terceiro ponto após o Canal Sangradouro passar por uma grande área urbanizada, o quarto ponto no Rio Quincas e o quinto ponto na foz do Canal Sangradouro. A metodologia empregada para avaliação de contaminação fecal foi o teste dos tubos múltiplos com caldo lactosado. Para avaliação química através de nutrientes inorgânicos dissolvidos aplicou-se métodos colorimétricos. Foi detectado a presença de coliformes fecais em quatro pontos amostrais e os índices de coliformes totais em alguns momentos atingiram o valor máximo de NMP >1100. As concentrações de nutrientes variaram bastante, porém para alguns nutrientes como o fosfato, por exemplo, apresentaram um aumento gradativo, de 4,99 μM a 7,86 μM no ponto amostral número quatro. Os resultados deste estudo demonstraram que existe contaminação fecal no canal e que em alguns pontos de coleta o aumento populacional da região durante o verão, gera maior contaminação no Canal, elevando as concentrações de nutrientes e microrganismos. Os pontos de coleta (3 e 4) onde a urbanização é maior, apresentaram elevada concentração de contaminantes químicos e biológicos. Este estudo aponta a necessidade de maior fiscalização da prefeitura no Canal, a fim de vetar ligações de esgoto clandestinas e também providenciar o saneamento básico na região, pois a população está sendo exposta a estes contaminantes que causam doenças de vinculação hídrica e que também podem contaminar a praia do Matadeiro, pois esta possui ligação direta com o Canal.

Palavras-chave: Efluentes; Saneamento; Sazonalidade.

ABSTRACT

The Sangradouro Channel in Peri Lake is an important watercourse used by tourists and residents for access between the beaches of Armação and Matadeiro in the southern region of the Island of Santa Catarina. It is also used for fishing and bathers and is very attractive for children because it has shallow and warm waters. Due to lack of infrastructure of basic sanitation infrastructure in Armação do Pântano do Sul, Santa Catarina Island, SC, Brazil, this channel suffers from the release of sewage along its course. Thus, the objective of this study was to assess physical, chemical, and biological parameters and to analyze whether there was an impact of seasonal variation on channel contamination. The parameters at each sampling point were phosphate, nitrite, nitrate, ammoniacal nitrogen, and thermotolerant coliforms. Assessments of chemical water quality and fecal contamination were carried out over a year, in different seasonal periods between 2019 and 2020. Five sample points were obtained, between Lagoa do Peri, Rio Quincas, and Foz of Canal Sangradouro. The methodology used to evaluate fecal contamination was to test multiple tubes with lactated broth. For chemical evaluation using dissolved inorganic nutrients, colorimetric methods, previously described in Grasshoff *et al.* (1983). The results of this study demonstrate that there is fecal contamination in the canal and that in some collection points the population increase in the region during the summer, generates greater contamination in the Canal, increasing the diets of nutrients and microorganisms. The collection points (3 and 4) where urbanization is greatest, a high concentration of chemical and biological contaminants. This study points out the need for greater inspection by the City Hall in the Canal in order to veto clandestine sewage connections and also to provide basic sanitation in the region, as the population is being exposed to these contaminants that cause water-related diseases and that can also contaminate water. Matadeiro beach, as it has a direct connection with the Canal.

Keywords: Effluents; Sanitation; Seasonality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008	18
Figura 2 – Lançamento de esgoto de forma irregular no Canal Sangradouro	20
Figura 3 – Pontos de coleta no Canal Sangradouro, Florianópolis, SC	25
Figura 4 – Ponto amostral 1, localizado as margens da Lagoa do Perí, Florianópolis, SC	26
Figura 5 – Ponto amostral 2, localizado após a estação de tratamento de água da CASAN, Florianópolis, SC	26
Figura 6 – Ponto amostral 3, localizado na porção final do Canal Sangradouro, Florianópolis, SC	27
Figura 7 – Ponto amostral 4, localizado no Rio Quincas, Florianópolis, SC	27
Figura 8 – Ponto amostral 5, foz do Canal Sangradouro, Florianópolis, SC	28
Figura 9 – Teste confirmativo com meio verde brilhante	30
Figura 10 – Teste completo com meio EC	32
Figura 11 – Coleta para teste de nutrientes	33
Figura 12 – Análise das concentrações de nitrito	36
Figura 13 – Fezes de capivara próximo ao ponto 3.....	41
Figura 14 – Possível eutrofização na região de foz do Canal Sangradouro	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Reagentes utilizados na preparação do caldo lactosado concentrado e simples	29
Tabela 2 – Relatórios de balneabilidade do ponto de coleta nº 64, que corresponde a foz do Rio Sangradouro, emitido pelo IMA em datas próximas aos da coleta da pesquisa em questão	45
Tabela 3 – Tabela de padrão microbiológico da água para consumo humano.....	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Curva de calibração de fosfato com equação da regressão linear	34
Gráfico 2 – Resultado das análises de coliformes fecais na água no ponto 1	39
Gráfico 3 – Resultado das análises de coliformes fecais na água no ponto 2	40
Gráfico 4 – Resultado das análises de coliformes fecais na água no ponto 3	42
Gráfico 5 – Resultado das análises de coliformes fecais na água no ponto 4	43
Gráfico 6 – Resultado das análises de coliformes fecais na água no ponto 5	44
Gráfico 7 – Variações das concentrações de fosfato nos cinco pontos de coleta, em diferentes estações do ano	49
Gráfico 8 – Variações das concentrações de nitrito nos cinco pontos de coleta, em diferentes estações do ano	50
Gráfico 9 – Variações das concentrações de nitrato nos cinco pontos de coleta, em diferentes estações do ano	51
Gráfico 10 – Variações das concentrações de nitrogênio amoniacal nos cinco pontos de coleta, em diferentes estações do ano	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CASAN	Companhia Catarinense de Água e Saneamento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DNOS	Departamento Nacional de Obras e Saneamento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMA	Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial
N	Nitrogênio
NMP	Número Mais Provável
P	Fósforo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS	23
1.1.1	Objetivo Geral.....	23
1.1.2	Objetivos Específicos	23
2	MATERIAL E MÉTODOS	24
2.1	ÁREA DE ESTUDO	24
2.2	PONTOS DE COLETA.....	24
2.3	ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA.....	28
2.3.1	Teste Presuntivo.....	29
2.3.2	Teste Confirmativo	29
2.3.3	Teste Completo.....	31
2.4	NUTRIENTES.....	32
2.4.1	Filtragem	33
2.4.2	Análise de nutrientes inorgânicos dissolvidos	33
a)	<i>Fosfato</i>	34
b)	<i>Nitrito</i>	35
c)	<i>Nitrato</i>	36
d)	<i>Nitrogênio amoniacal (N-NH₃+N-NH₄⁺)</i>	37
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
3.1	PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	38
3.1.1	Coliformes totais e termotolerantes	38
3.1.2	Ponto 1	38
3.1.3	Ponto 2	39
3.1.4	Ponto 3	40
3.1.5	Ponto 4	42
3.1.6	Ponto 5	43

3.2.	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	48
3.2.1	Nutrientes Inorgânicos Dissolvidos	48
3.2.2	Fosfato	48
3.2.3	Nitrito	49
3.2.4	Nitrato	50
3.2.5	Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃ + N-NH ₄)	51
3.3	EUTROFIZAÇÃO	52
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
5	CONCLUSÕES	56
	REFERÊNCIAS.....	577
	ANEXO A - Concentração de nutrientes inorgânicos dissolvidos em cada ponto amostral em diferentes períodos	62
	ANEXO B - Número mais provável (NMP) de coliformes fecais	63

1 INTRODUÇÃO

O Canal Sangradouro da Lagoa do Peri está localizado no sul da Ilha de Santa Catarina, Brasil. Inicia-se às margens da Lagoa e sua foz localiza-se entre a praia da Armação e Matadeiro. Possui cerca de 3,5 km de extensão, largura média de 6,7m e 0,90m de profundidade. O volume de água excedente da Lagoa, escoo pelo Canal Sangradouro e de encontro com o Rio Quincas, ambos deságuam na praia do Matadeiro a uma distância de 550m (OLIVEIRA, 2002; FERREIRA, 2015).

A Lagoa do Peri possui uma área de 5,2km², constituindo o maior corpo de água doce da Ilha. Conta com um conjunto de mananciais hídricos que nascem nas encostas do Sul da Ilha para seu abastecimento e é utilizada pela Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN) para abastecimento de água das populações do leste e sul de Florianópolis, além de possuir grande importância ecológica, devido a sua rica fauna e flora, que são protegidos pelo Parque Municipal da Lagoa do Peri. Esse Parque possui extrema importância para a conservação e regeneração da vegetação e espécies do local. Nesta reserva biológica é possível observar remanescentes de Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) e de restinga. A área também funciona como habitat para espécies ameaçadas, como a Lontra-neotropical (*Lutra longicaudis*), Macaco-prego (*Cebus apella*) e a Gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*) (CARDOSO *et al.*, 2008; SYLVÉUS, 2012; LOPES, 2016).

A área inicial do Canal Sangradouro é caracterizada como uma região de ocupação de restinga. Houve um crescimento populacional acelerado que ocasionou na pavimentação da rodovia SC 406, que liga o centro ao sul de Florianópolis. Em 1975, o Canal Sangradouro foi retificado pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) em uma extensão de 75,05% (PRAZERES, 1991), com o intuito de drenar os terrenos da região de restinga (IPUF, 1978; SANTOS *et al.*, 1989; CECCA, 1997). A região recebe água encanada, possui rede elétrica, coleta de resíduos domésticos, porém, não há rede de coleta de efluentes. Segundo Lopes (2016), a retificação do canal e a consequente diminuição dos meandros, causou um aumento na velocidade das águas do canal provocando a diminuição do nível da Lagoa, que ainda assim continua a estar a aproximadamente 3 metros a acima do nível do mar.

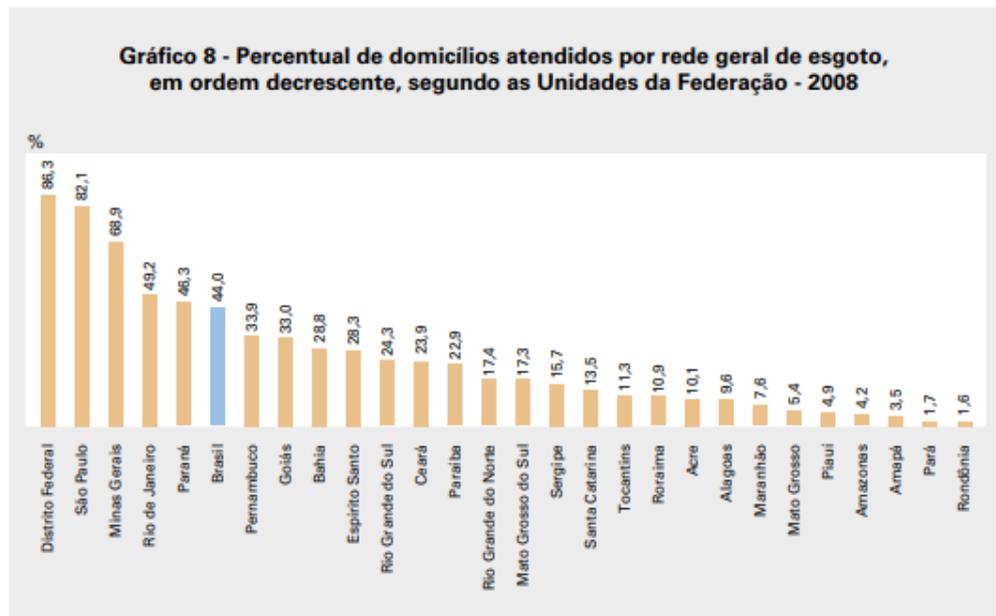
Tratando do contexto histórico da região, na década de 1760, iniciaram-se as primeiras instalações de moradores no entorno da Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri e o desenvolvimento da freguesia de Nossa Senhora da Lapa do Ribeirão da Ilha (LOPES, 2016). O cultivo da mandioca inicialmente era para a subsistência das famílias, porém, devido a sua

boa adaptação ao clima passou também a ser fonte de renda dos açorianos na região, sendo implementado mais adiante os engenhos para sua produção (NOGUEIRA, 2017). As encostas que recobrem a Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri ficaram famosas por seus engenhos de farinha de mandioca e da cachaça, sendo que alguns destes engenhos estão presentes até hoje na região (LOPES, 2016).

Por volta do século XIX, o Canal Sangradouro, foi utilizado como fonte de renda para as lavadeiras. Com a abolição da escravatura e divisões hierárquicas das categorias de trabalho, a profissão de lavadeira ganhou destaque na época. Reconhecidas por sua valentia e garra as lavadeiras conquistaram seu espaço principalmente por tornar o que já fazia parte do seu cotidiano a sua sobrevivência (MATOS, 2002). Até o início do século XX este trabalho era feito em córregos e rios, já que não havia água encanada na região (GOMES, 2018). Somente no início do século XX, mais precisamente em 1909, que as primeiras redes de água encanada foram instaladas em Florianópolis e a construção da rede de esgoto entre os anos de 1913 e 1917 nas regiões centrais da cidade (GOMES, 2018).

O levantamento mais recente sobre saneamento básico no país foi realizado em 2008 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, onde revelou que pouco mais da metade dos municípios brasileiros (55,2%) tinham serviço de esgotamento sanitário por rede coletora (Figura 1).

Figura 1 - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.



Fonte: IBGE, 2008.

Com base nestes dados, é possível observar que no Estado de Santa Catarina, no ano de 2008, somente 13,5% dos domicílios eram atendidos pela rede geral de esgoto, percentual baixo quando comparado com as grandes capitais do país (como por exemplo: Distrito Federal, São Paulo e Rio de Janeiro). Vale ressaltar, que Santa Catarina tem a menor taxa de tratamento de esgoto de toda região Sul do país. Dados mais recentes mostram que dos 295 municípios catarinenses, 173 (58,7%) não possuem o serviço de esgotamento sanitário por rede de coleta, enquanto 122 (41,3%) contavam com o serviço (IBGE, 2017). Em Florianópolis 67% da população urbana possui rede coletora de esgoto (ndmais, 2020), já o tratamento dos dejetos coletados chega a apenas 46% (SNIS, 2019).

Atualmente três comunidades têm contato direto com o Canal Sangradouro, sendo estas: Lagoa do Peri, Armação e Matadeiro. Já o Rio Quincas tem contato com as comunidades do Pântano do Sul e Armação. Nenhuma destas comunidades citadas, possui cobertura da rede de saneamento básico municipal, procedimento que deve ser feito onde há a coleta e tratamento de esgoto, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Assim, devido à falta desta estrutura e serviço, muitos moradores destas comunidades lançam, de forma irregular, o esgoto de suas residências direto nestes cursos de água. As fontes de contaminação antropogênica em corpos hídricos são em geral diretamente associadas a despejos domésticos, industriais e ao chorume oriundo de aterros de lixo que contaminam os lençóis freáticos com microrganismos patogênicos (FREITAS; ALMEIDA, 1998). Durante as visitas técnicas e coletas observou-se que o lançamento do esgoto das residências no canal vem desde a comunidade da Lagoa do Peri até a foz do Canal Sangradouro (Figura 2).

Figura 2 - Lançamento de esgoto de forma irregular no Canal Sangradouro.



Fonte: A autora (2019).

No dia 30 de janeiro de 2019 o portal de notícias “NDmais” (Disponível em: <https://ndmais.com.br/noticias/praiado-matadeiro-sofre-com-poluicao-do-rio-sangradouro-em-florianopolis/>) publicou uma nota informando que a Praia do Matadeiro estava sofrendo com a poluição do Canal Sangradouro. Nesta notícia, moradores da região relataram uma coloração escura na água, com presença de uma espuma branca em determinados pontos e um forte odor presente no rio (NDmais, 2019).

Os cursos hídricos, em geral, vêm sendo alvo de contaminações por diversos poluentes. Dentre as principais fontes desta contaminação encontram-se os esgotos domésticos. A ausência de saneamento básico gera a poluição de cursos hídricos, trazendo prejuízo à saúde pública, pois com a contaminação da água, diversos organismos patogênicos podem estar presentes, como vírus (enterovírus, etc.), bactérias (*Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*, etc.), protozoários (amebas, etc.) e helmintos (*Ascaris*, *Schistosoma*, *Taenia Tricocephalus*, etc.) (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001). Com o crescimento da urbanização e a ausência de saneamento básico em algumas regiões, observa-se o lançamento de esgoto doméstico de forma irregular e sem nenhum tipo de tratamento para amenizar os impactos que estes poluentes possam causar nestes cursos hídricos (FINKLER *et al.*, 2015).

Segundo o informe técnico do Centro de Vigilância Epidemiológica de São Paulo (2009), que trata de questões de doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica, 80% dos casos de diarreias agudas no mundo estão relacionadas ao uso de água imprópria para consumo, não tratada, ausência de sistema de esgoto ou inadequado ou práticas de higiene insuficiente. A contaminação biológica em corpos hídricos é avaliada pela presença da bactéria *Escherichia coli*. O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, em sua Resolução nº357 estabelece os seguintes conceitos para *E. coli* e coliformes termotolerantes:

***Escherichia coli* (*E. coli*):** bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima - glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

Coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.

A bactéria *E. coli*, pode ocasionar problemas de saúde humana como as gastroenterites e as cistites, sendo considerada um indicador de contaminação ambiental. Por ser restrita aos animais de sangue quente, sua presença indica que material fecal está sendo despejado ou entrando em contato com mananciais hídricos, de maneira direta ou indireta. Sua utilização como parâmetro de avaliação é justificada, uma vez que a mesma, é de fácil determinação, além de que a utilização de diversos microrganismos indicadores de contaminação é trabalhosa e onerosa para os serviços de monitoramento de mananciais hídricos (DANTAS *et al.*, 2010; NASCIMENTO; ARAÚJO, 2014; SILVA *et al.*, 2015).

O despejo de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado nos cursos d'água pode levar a eutrofização, que ocorre quando há um aumento acessivo de nutrientes no ecossistema aquático, onde esses nutrientes estimulam o crescimento acessivo de algas e plantas e este evento pode consumir o oxigênio e causar mortalidade de peixes por exemplo (BERTOL *et al.*, 2010; BATISTA *et al.*, 2012; KLEIN; AGNE, 2012).

O nitrogênio é necessário para a síntese de proteínas, e o fósforo, necessário nas moléculas de DNA, RNA e nos processos de transferência de energia, sendo ambos essenciais

para permitir o crescimento dos produtores primários, sendo os principais nutrientes limitantes na maioria dos ecossistemas aquáticos e terrestres (CONLEY *et al.*, 2009).

O fósforo é um nutriente que em grande quantidade é considerado um grande poluente de cursos de água. Está presente nos produtos de limpeza, como sabão e detergente em pó. O nitrogênio é utilizado em indústrias e na agricultura, como fertilizante e insumo, respectivamente. Esses nutrientes de origem antropogênica contribuem para o processo de eutrofização artificial, provocando a floração de produtores primários, como as cianobactérias, que liberam toxinas, ou as macrófitas aquáticas. Esse desequilíbrio ambiental causa prejuízos para o abastecimento de água e a saúde da população, pois pode se tornar prejudicial e tóxico, uma vez que esteja em grande quantidade (KLEIN; AGNE, 2012).

A constante avaliação da qualidade ambiental dos cursos hídricos é necessária e fundamental para a saúde pública e que exige atenção das autoridades sanitárias e órgãos ambientais, a fim de preservar a qualidade da água. A primeira medida a ser tomada é o fim das ligações de esgoto de forma irregular, implementando o sistema de captação para tratamento de efluentes domésticos de acordo com um programa de saneamento básico. Sem esse procedimento, o esgoto continuará a afetar a população da região e todas as espécies presentes neste ecossistema. Este serviço é essencial, sendo de responsabilidade de gestores e políticas públicas.

A partir da notícia do portal NDmais, a temática do presente estudo buscou então avaliar os poluentes químicos e biológicos em diversos pontos do Canal Sangradouro. Quantificou-se os seguintes nutrientes inorgânicos dissolvidos: ortofosfato (PO_4^{3-}), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-) e nitrogênio amoniacal ($\text{N-NH}_3 + \text{N-NH}_4$), verificou-se e quantificou-se também a presença de coliformes totais e termotolerantes, além de avaliar se a sazonalidade tem relevante influência nos índices destes poluentes químicos e biológicos registrados, considerando que a notícia reflete um relato feito no período do verão.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a contaminação química e biológica da água e a influência da sazonalidade ao longo do Canal Sangradouro da Lagoa do Perí, Ilha de Santa Catarina, Brasil.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Quantificar a presença de bactérias do grupo coliformes totais e termotolerantes em amostras de água coletadas ao longo do Canal Sangradouro e Rio Quincas;
- b) Quantificar os nutrientes inorgânicos dissolvidos relacionados à contaminação da água;
- c) Comparar a quantidade de organismos e nutrientes encontrados nos diferentes locais de coleta; e
- d) Monitorar os contaminantes em diferentes períodos sazonais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido no Canal Sangradouro da Lagoa do Perí, localizado na região do sul da Ilha de Santa Catarina (Figura 3). Este canal que atravessa o balneário da Armação do Pântano do Sul, se inicia às margens da Lagoa do Perí, sob coordenadas 27°43'42"S - 48°30'38"W e sua foz na extremidade da praia do Matadeiro a 27°45'04" - 48°29'59"W. A bacia hidrográfica da Lagoa do Perí possui dois principais rios tributários, o rio Ribeirão Grande e Cachoeira Grande. A Lagoa também recebe a contribuição de outros pequenos rios, como o Cachoeira Pequena e, alguns córregos temporários formados em períodos prolongados de chuva (SIMONASSI, 2001).

O canal Sangradouro é responsável pela conexão entre a lagoa e o oceano. Suas dimensões são de 3,5 km de comprimento, 6,7 m de largura e 0,90 m de profundidade, aproximadamente (SOARES; PIZZOLATTI; SENS, 2017) registrou uma vazão média de 106 L s⁻¹, com um máximo de 250,2 L s⁻¹ e mínimo de 58,6 L s⁻¹.

O estudo foi desenvolvido no período de setembro de 2019 a junho de 2020, onde foram realizadas quatro coletas em diferentes períodos sazonais. As coletas foram realizadas em cinco pontos ao longo do Canal.

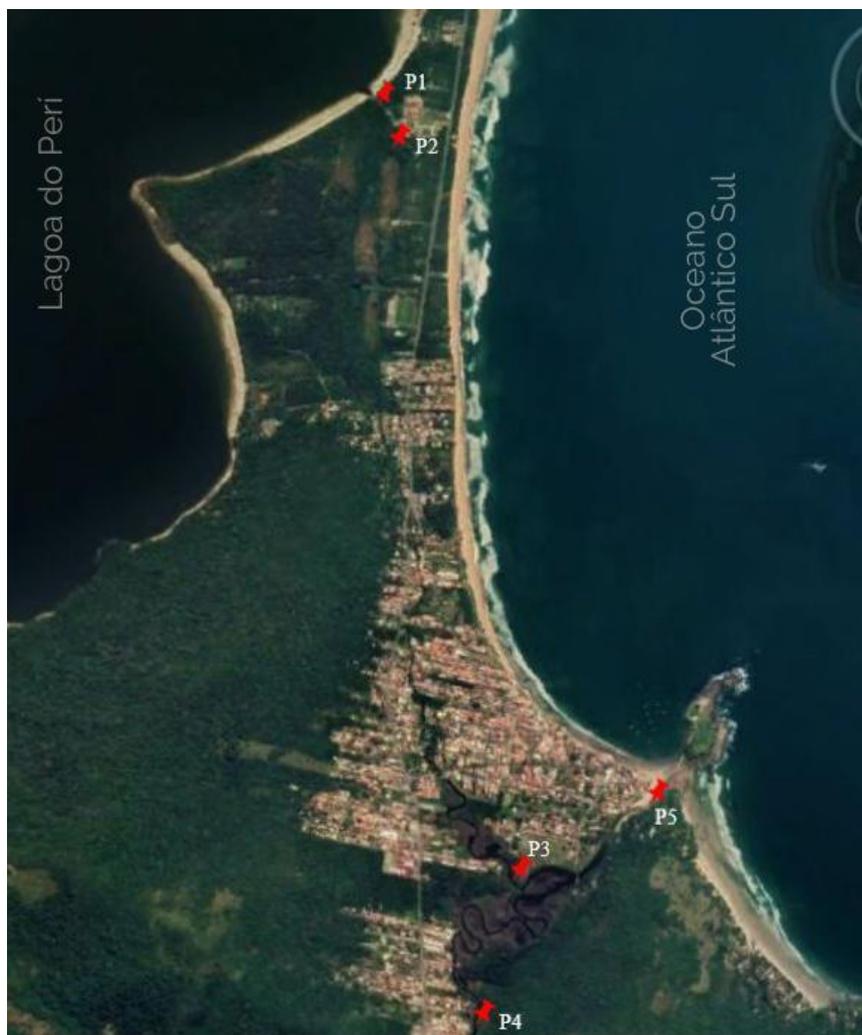
2.2 PONTOS DE COLETA

Os pontos de coletas foram estabelecidos ao longo de todo o canal, buscando representar os diferentes pontos de urbanização encontrados na área de estudo, desde o início do Canal Sangradouro, localizado as margens da Lagoa do Peri, até sua Foz, às margens da praia do Matadeiro (Figura 3). Neste estudo foi incluído também uma coleta no Rio Quincas que se encontra com o Canal Sangradouro antes de sua foz, a fim de avaliar se este também sofre impactos químicos e biológicos por meio do lançamento de esgoto (Figura 6).

As coletas totalizaram-se em cinco pontos diferentes (Figura 4,5,6,7 e 8), sendo quatro pontos ao longo do Canal Sangradouro e uma coleta no Rio Quincas (Figura 3). Este processo se repetiu por quatro vezes, sendo uma vez em cada diferente estação do ano, a fim de avaliar a relevância da sazonalidade neste estudo.

Amostras de água foram coletadas e armazenadas separadamente em cada ponto, sendo realizada duas coletas por ponto, uma para avaliação química e outra para avaliação microbiológica. As coletas foram realizadas nos seguintes dias: 12/09, 04/12 do ano 2019 e 02/03, 16/06 do ano de 2020. Totalizando em quatro coletas, onde obteve-se um total de 20 amostras.

Figura 3 – Pontos de coleta no Canal Sangradouro,
Florianópolis, SC.



Fonte: A autora (2021).

Figura 4 - Ponto amostral 1, localizado as margens da Lagoa do Perí, Florianópolis, SC.



Fonte: A autora (2019).

Figura 5 - Ponto amostral 2, localizado após a estação de tratamento de água da CASAN, Florianópolis, SC.



Fonte: A autora (2019).

Figura 6 - Ponto amostral 3, localizado na porção final do Canal Sangradouro, Florianópolis, SC.



Fonte: A autora (2019).

Figura 7 – Ponto amostral 4, localizado no Rio Quincas, Florianópolis, SC.



Fonte: A autora (2019).

Figura 8 - Ponto amostral 5, foz do Canal Sangradouro,
Florianópolis, SC.



Fonte: A autora (2019).

2.3 ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA

Amostras de 50 mL de água foram coletadas em cada ponto e armazenadas em tubos de centrifugação do tipo Falcon previamente esterilizados, sendo armazenadas sob refrigeração até a chegada ao laboratório. No laboratório, foram determinados os valores para o número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes, por meio da técnica dos tubos múltiplos. Esta técnica, que é a mais tradicional e utilizada para a análise de coliformes e para isso foi usada uma adaptação da metodologia conhecida como número mais provável (NMP) (BAIRD, 2017). Esta metodologia foi aplicada para a avaliação de coliformes, onde os resultados nos permitem a estimativa do NMP de coliformes em cada ponto amostral. Este teste é dividido em três fases sucessivas: teste presuntivo, teste confirmativo e teste completo. Para os três testes foram preparados os meios de cultura, com os caldos lactosado, bile verde brilhante e *E. coli*, respectivamente.

2.3.1 Teste Presuntivo

Na fase presuntiva o meio de cultura utilizado foi o caldo lactosado. Este meio de cultura oferece lactose como única fonte de carbono para as bactérias. Os coliformes pertencem ao grupo de enterobactérias, microrganismos capazes de fermentar a lactose produzindo ácido e gás (CO₂). Para cada amostra coletada foram preparados 9 tubos com meio caldo lactosado. Destes, 3 tubos foram preparados com caldo lactosado concentrado (200% m/v) e 6 tubos com caldo lactosado simples (100% m/v). Em cada tubo foi adicionado um tubo de Durham invertido para captura do gás produzido na fermentação. Os meios foram autoclavados a 121°C e 1 atm por 15 minutos. O caldo lactosado foi preparado como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Reagentes utilizados na preparação do caldo lactosado concentrado e simples

Meio	Concentrado	Simple
Peptona	1,5g	1,5g
Extrato de carne	0,9g	0,9g
Lactose	1,5g	1,5g
H ₂ O destilada	150ml	300ml

Fonte: A autora (2021).

Com o auxílio de pipetas e dentro da cabine de fluxo laminar, a fim de evitar contaminação do material, foi adicionado a amostra de água dentro dos tubos de ensaio com o meio de cultura. Aos três tubos de caldo lactosado concentrado foram adicionados 10 mL de amostra de água, enquanto 1 mL foram adicionados a três tubos de caldo simples e 0,1 mL adicionados aos outros três tubos de caldo simples restantes. Em seguida os 9 tubos contendo amostras de água foram armazenados em uma estufa a 37°C por 48h.

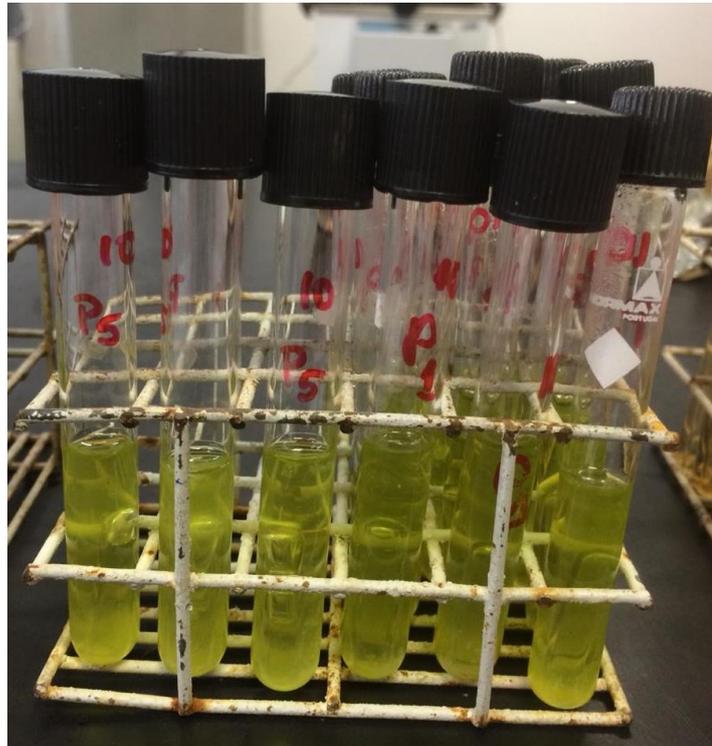
O cálculo dos resultados foi obtido computando-se a combinação dos tubos positivos e relacionando-os com a Tabela de Número Mais Provável – NMP, para séries de 3 tubos por diluição (10 mL, 1 mL e 0,1 mL). Após este cálculo, passa-se ao teste confirmativo.

2.3.2 Teste Confirmativo

Na etapa confirmatória o meio utilizado foi o caldo lactosado com sais de bile e verde brilhante (Figura 9). Este meio de cultura tem como objetivo confirmar a presença de coliformes do Teste Presuntivo, pois é capaz de eliminar todos os organismos não-coliformes com suas

altas concentrações de sais biliares e verde brilhante, deixando somente os coliformes totais que serão alvos desta pesquisa. Para 50 mL de água filtrada foram utilizados 2 g do meio pré-pronto, com a seguinte formulação: Peptona 10 g.L⁻¹; Lactose 10 g.L⁻¹; Oxgall 20 g.L⁻¹; verde brilhante 0,0133 g.L⁻¹. As amostras que apresentaram resultado positivo (observados por meio da formação de bolhas de gás no tubo de Durham) durante o experimento com caldo lactosado, foram transferidas para os tubos do teste confirmativo com auxílio de uma alça de platina. Após inoculados, os tubos do teste confirmativo foram levados a estufa a 37°C por 48h. Após verificado os tubos positivos novamente é feito o cálculo do NMP e em seguida é realizada a última etapa da análise que consiste no teste completo.

Figura 9 – Teste confirmativo com meio verde brilhante.



Fonte: A autora (2019).

2.3.3 Teste Completo

O teste completo foi realizado com meio Caldo *Escherichia coli* (EC) com objetivo de discriminar os tipos de coliformes encontrados nas amostras de água entre coliformes ambientais e termotolerantes. Neste teste, fornece-se lactose e a enzima caseína como fonte de energia e uma temperatura de 44,5°C, onde somente coliformes termotolerantes irão crescer, por viver em sistema entérico de animais de sangue quente.

O Caldo EC foi preparado a partir da suspensão de 37 g do reagente em 1000 mL de água destilada, sendo a composição química do reagente: Caseína hidrolisada 20 g.L⁻¹; lactose 5 g.L⁻¹; sais de bile 1,5 g.L⁻¹; fosfato de potássio dibásico 4 g.L⁻¹; fosfato de potássio monobásico 1,5 g.L⁻¹; cloreto de sódio 5 g.L⁻¹. Os tubos que apresentaram crescimento (turbidez) e produção de gás no teste confirmatório com verde brilhante, foram inoculados em meio EC com auxílio de uma alça de platina e incubados em banho-maria a 44,5 °C por 48 horas.

O resultado final de coliformes termotolerantes foi expresso a partir da tabela de NMP, pela combinação do número de tubos positivos em cada série da diluição, no qual a positividade caracterizou-se pela turvação e produção de gás em cada tubo individualmente.

Todos os meios de culturas, foram auto clavados por 15 min, a temperatura de 120°C ou 1 atm, sendo resfriados a temperatura ambiente e armazenados em refrigerador específico, em temperatura média de 4° C (Figura 10). Para o desenvolvimento da técnica, utilizou-se câmara de fluxo laminar, previamente limpa com álcool 70% e 5 minutos de luz UV para esterilização da mesma.

Figura 10 – Teste completo com meio EC.



Fonte: A autora (2019).

2.4 NUTRIENTES

Para a análise química, as amostras de água foram coletadas com uma garrafa de polietileno de 1 litro de capacidade de cada estação de amostragem (Figura 11). Foram transportadas em caixas térmicas com gelo e protegidas da luz até a chegada ao laboratório. Cada frasco foi devidamente identificado de acordo com a análise a ser realizada. Nesta etapa foi analisado os seguintes nutrientes inorgânicos dissolvidos - nitrito, nitrato, ortofosfato e nitrogênio amoniacal como descrito em Grasshoff *et al.* (1983).

Figura 11 – Coleta para teste de nutrientes.



Fonte: Vitor Natã Pires Callegari (2019).

2.4.1 Filtragem

Para análise de nutrientes foi necessário que as amostras fossem previamente filtradas, a fim de separar o material dissolvido do particulado. Utilizou-se um sistema composto de um kitasato acoplado a um suporte para filtro e recipiente para amostra. Uma bomba de vácuo acoplada ao sistema foi utilizada para realizar a filtragem. A malha utilizada contém uma espessura aproximada de $0,6 \mu\text{m}$. Após este processo, as amostras foram congeladas em frascos de polietileno, para melhor conservação até o momento das análises.

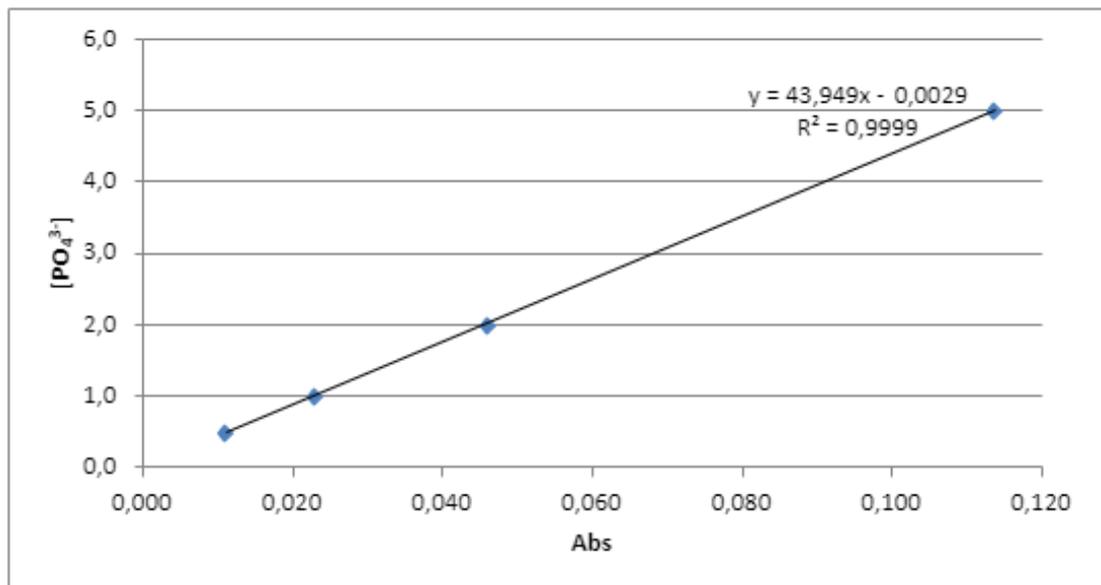
2.4.2 Análise de nutrientes inorgânicos dissolvidos

Para determinação das concentrações dos nutrientes inorgânicos - fosfato, nitrito e nitrato, e N-amoniacoal ($\text{N-NH}_3 + \text{N-NH}_4^+$) foram utilizados métodos colorimétricos

estabelecidos por Grasshoff *et al.* (1983), com leitura da absorbância de padrões, brancos e amostras, em espectrofotômetro de feixe simples da marca HACH modelo DR2000 em cubetas de 1cm de trajeto óptico. Para cada nutriente analisado foi construída uma nova curva de calibração no mesmo dia da análise.

As concentrações destes nutrientes foram determinadas a partir da substituição dos valores de absorbância de padrões com concentrações conhecidas, de cada nutriente, plotados em curva de calibração e aplicados a equação de regressão linear conforme exemplo a seguir (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Curva de calibração de fosfato com equação da regressão linear.



Fonte: A autora (2021).

a) Fosfato

Para este nutriente utilizou-se o método adaptado de Murphy & Riley em 1962, que dosa o fósforo sob as formas de íons ortofosfatos, que reagem com o molibdato de amônio em meio ácido. Esta redução catalisada pelo antimônio tartarato de potássio, forma um composto de coloração azulada, cuja absorção máxima se dá no comprimento de onda de 885nm de onda luminosa, utilizando-se cubetas com 1cm de trajeto óptico em espectrofotômetro (BAUMGARTEN *et al.*, 1996) com modificações descritas por Simonassi (2001). Neste método de análise em tubos de ensaio foram separadas três alíquotas de 10ml de cada amostra,

além de uma prova em branco de água destilada, onde foram adicionados 0,2ml da mistura de reagentes. Após quinze minutos foi feita a leitura da absorvância em 880nm de comprimento de onda no espectrofotômetro. Obteve-se o valor de absorvância corrigida descontando-se o valor da absorvância do branco de água destilada. Ao inserir os valores da absorvância corrigida na equação da curva de calibração, obteve-se as concentrações de fosfato de cada amostra.

b) Nitrito

Para determinação das concentrações deste nutriente utilizou-se o método de Reação de Griess, que é específico para análises de água. As técnicas utilizadas se assemelham às empregadas para determinação das concentrações do fosfato citadas anteriormente, porém a leitura de absorvância é feita em 543nm de comprimento de onda, e utilizando seus reagentes específicos. Uma bateria de padrões de nitrito foi preparada, com concentrações de 0 a $3,0\mu\text{M}$, a partir de uma solução de nitrito (NaNO_2) $50\mu\text{M}$, para a elaboração da curva de calibração. Em seguida separou-se 10ml de cada amostra em um tubo de ensaio, em cada um foi adicionado 0,2 mL da solução de Sulfanilamida. Após 5 minutos foi adicionado 0,2 mL de N-naftil etilenodiamina (Figura 12). Este procedimento foi repetido com uma prova em branco com água destilada. Dez minutos depois foi feita a leitura da absorvância em 540nm de comprimento de onda. Assim como na análise do fosfato fez se a conversão para obter a absorvância corrigida e ao inserir este resultado na reta padrão obteve-se as concentrações de nitrito de cada amostra.

Figura 12 – Análise das concentrações de nitrito.



Fonte: Simonassi (2021).

c) *Nitrato*

Seguindo os métodos anteriores utilizou-se a mesma metodologia para determinação das concentrações de nitrato nas amostras. Para a redução de nitrato a nitrito realizou-se a passagem das amostras por uma coluna redutora preenchida com cádmio granulado tratado com uma solução cúprica (Sulfato de cobre II). Para verificar a eficiência de redução da coluna, foram preparadas duas soluções padrão, uma de nitrato (NaNO_3) 2, μM e outra de nitrito (NaNO_2) 2,0 μM . Com a leitura da absorbância da solução de nitrito 2,0 μM obteve-se o valor padrão que representa 100%. Logo após a passagem da solução de nitrato 2,0 μM pela coluna redutora realizou-se a leitura da absorbância, para determinar qual a porcentagem de eficiência de redução da coluna e em seguida as amostras foram preparadas para análises. Separou-se 15 mL de cada amostra adicionando-se 15 mL de solução tampão de NH_4Cl 1,84 μM ($\text{pH} = 8,5$).

Cada uma destas porções de 30 ml foram passadas pela coluna, desprezando 15 ml inicial a fim de “limpar” possíveis resíduos da amostra anterior. foram coletados 5,0 mL em tubo de ensaio onde foram adicionados os reagentes para a leitura da absorbância. Da mesma forma como nas outras análises se fez a correção dos valores de absorbâncias, em 540 nm de

comprimento de onda, segundo a eficiência de redução da coluna; com a subtração da concentração de nitrito originalmente presente na amostra; subtração do valor do branco de tampão e pela correção da diluição provocada pela adição de 15ml de solução tampão.

d) Nitrogênio amoniacal ($N-NH_3+N-NH_4^+$)

O método mais utilizado para a determinação das concentrações de amônia é o método do indofenol primeiramente registrado por Berthelot (1859). Baseia-se na reação da amônia ($NH_3 + NH_4^+$) com o fenol, em meio moderadamente alcalino e em presença de hipoclorito de sódio, para formar um complexo azul de indofenol (o indofenolato), que apresenta máxima absorvância a 630 nm.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

3.1.1 Coliformes totais e termotolerantes

A análise microbiológica das amostras revelou a presença de coliformes totais nos cinco pontos de coleta. Já os coliformes termotolerantes foram observados em quatro pontos. Estes microrganismos foram observados em diferentes concentrações ao longo do canal.

3.1.2 Ponto 1

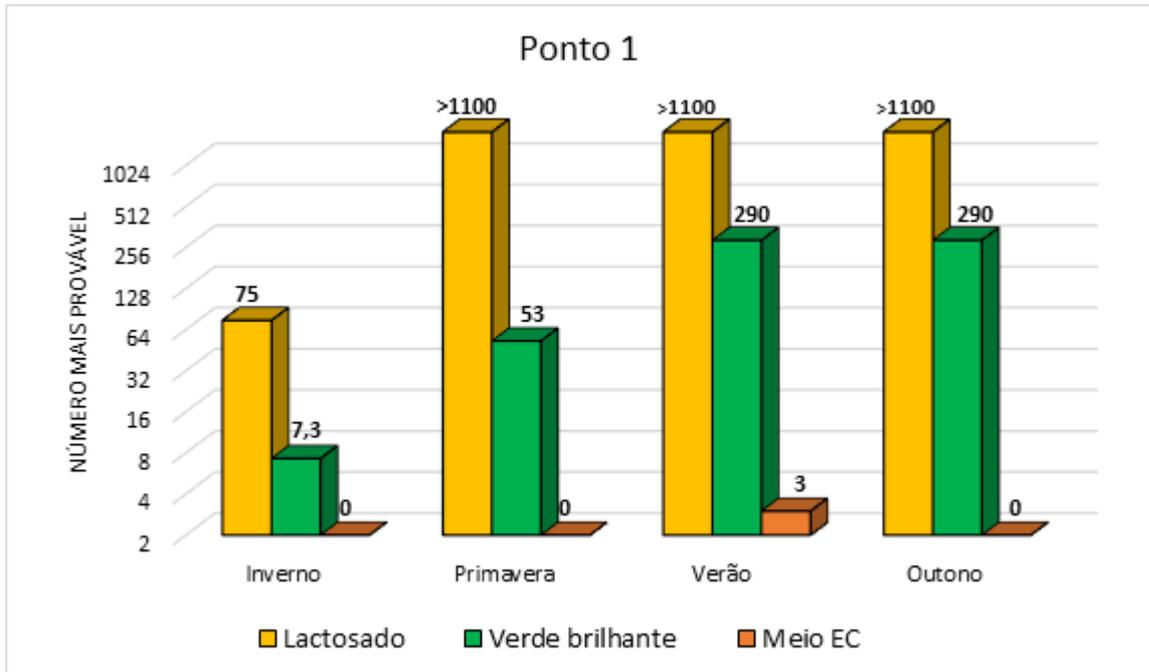
Constatou-se a presença coliformes totais em todos os períodos sazonais analisados neste ponto (Gráfico 2).

A Portaria do Ministério da Saúde nº2914/2011 indica que para fins de potabilidade este local não possui água própria para o consumo humano. Para fins de balneabilidade nenhuma das coletas realizadas excedem o limite estabelecido segundo a Resolução CONAMA nº274/2000, onde o número de coliformes termotolerantes não deve ultrapassar de 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

Observa-se um crescimento gradativo de coliformes totais o ao longo das estações. No período de inverno até a primavera identificou-se um aumento de 13,77% coliformes totais por 100 mililitros. Já no período de primavera até o outono houve um crescimento de 18,28%.

Os maiores índices de coliformes totais foram identificados no verão e outono. Sendo que o verão foi o único período testou positivo para coliformes termotolerantes, apresentando um NMP de 3 *Escherichia coli* por 100 mililitros. Este fenômeno pode estar relacionado a utilização do Parque Municipal da Lagoa do Perí, que recebe um grande número de visitantes principalmente na temporada de verão (PIRES; MUNIZ, 2010).

Gráfico 2 – Resultado das análises de coliformes fecais na água no ponto 1.



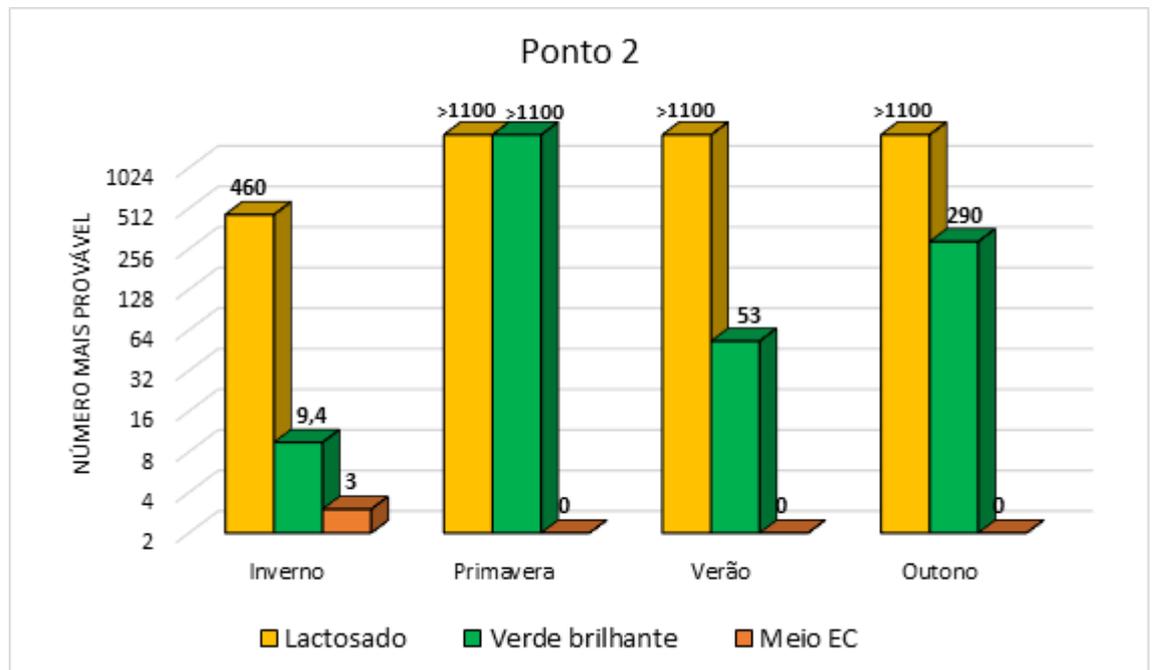
Fonte: A autora (2021).

3.1.3 Ponto 2

Este ponto está localizado logo após a estação de tratamento de água da CASAN. A análise microbiológica indicou que todas as amostras apresentavam coliformes totais, mostrando que neste ponto a água encontra-se imprópria para consumo (Gráfico 3). Na primavera os índices de coliformes totais foram os mais elevados, apresentando um NMP >1100 *E. coli* por 100 mililitros. Este fenômeno pode estar associado a presença de mamíferos como lontras (*Lutrinae*) e capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) muito avistados nesta região.

Para a análise microbiológica de coliformes termotolerantes, o período de inverno foi o único que apresentou um NMP de 3 por 100 mililitros, indicando que existe uma contaminação fecal logo após a estação de tratamento de água. Observa-se que no ponto anterior para este período o número de coliformes termotolerantes naquela região foi zero.

Gráfico 3 – Resultado das análises de coliformes fecais na água no ponto 2.



Fonte: A autora (2021).

3.1.4 Ponto 3

No terceiro ponto de coleta, após o canal passar por uma grande área urbanizada, observa-se um alto índice de coliformes totais nas estações de primavera e outono. Este fato também pode estar associado a presença de mamíferos nesta região, considerando que em uma das coletas capivaras foram avistadas, assim seus vestígios (fezes) bem próximo deste ponto de coleta (Figura 13).

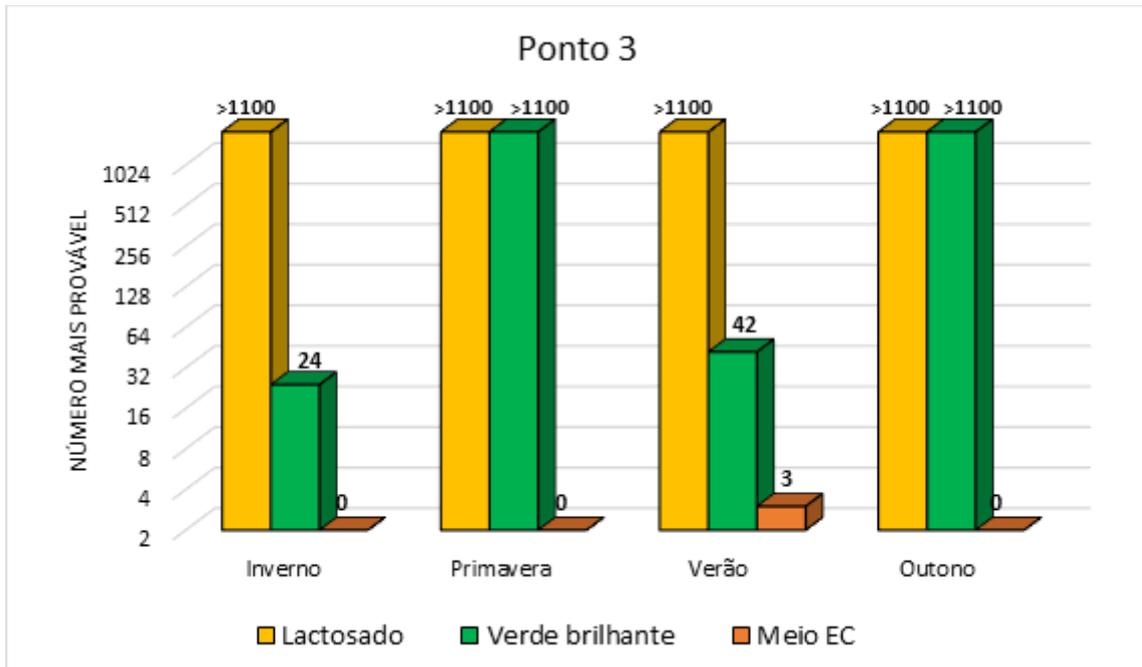
Figura 13 – Fezes de capivara próximo ao ponto 3.



Fonte: A autora (2020).

Os coliformes termotolerantes neste ponto foram identificados apenas na estação de verão (Gráfico 4). Possivelmente este resultado é reflexo da sazonalidade, pois a região tem grande ocupação imobiliária neste período e muitas casas não possuem rede coletora de esgoto aumentando o aporte para dentro do canal. Observe-se que os níveis de coliformes totais alcançam em alguns períodos seus valores máximos de NMP <math><1100</math> por 100 mililitros a partir do ponto de coleta 2, indicando uma contaminação significativa a partir da estação de tratamento de água.

Gráfico 4 – Resultado das análises de coliformes fecais na água no ponto 3.



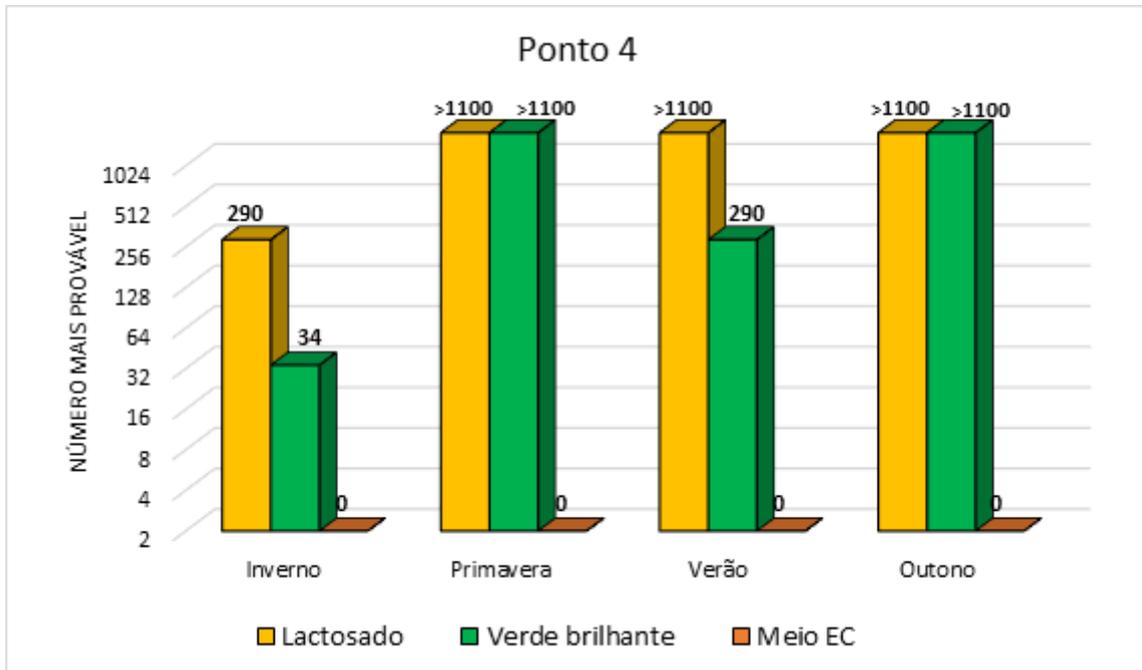
Fonte: A autora (2021).

3.1.5 Ponto 4

Para este ponto que está localizado no Rio Quincas, foram observados resultados semelhantes aos obtidos no ponto anterior para coliformes totais, assim como no ponto três este também passa por uma grande área urbanizada e conseqüentemente maior é a degradação do curso hídrico em decorrência da atividade antrópica. Um fator que pode explicar o aumento da concentração de coliformes totais no período do outono, é a pandemia do Covid-19 que levou a cidade de Florianópolis a *lockdown* a partir do mês de março de 2020, onde a população precisou ficar por muito tempo em suas residências, levando a um aumento no aporte de efluentes domésticos no canal.

Este ponto foi o único que não apresentou coliformes termotolerantes nas análises (Gráfico 5). Ainda assim o índice de contaminação por coliformes totais estiveram acima do limite estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº2914/2011 para fins de potabilidade.

Gráfico 5 – Resultado das análises de coliformes fecais na água no ponto 4.

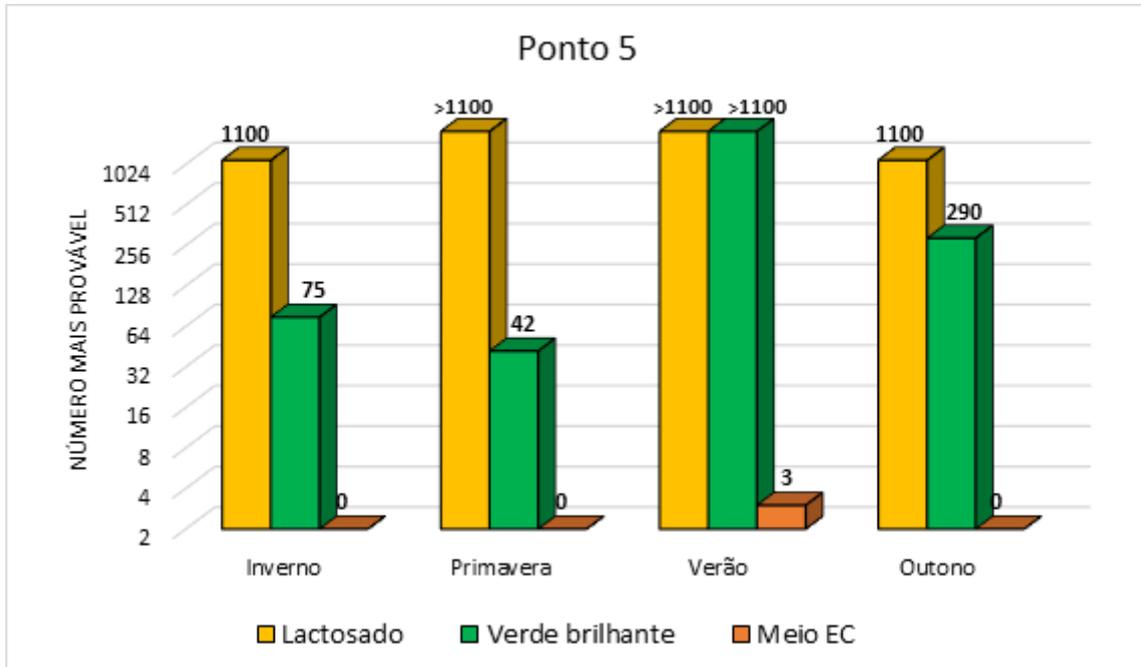


Fonte: A autora (2021).

3.1.6 Ponto 5

Neste último ponto de coleta localizado na foz do Canal Sangradouro observa-se que a estação de verão apresenta maiores índices de coliformes totais (Gráfico 6). Este mesmo período foi o único que apresentou coliformes termotolerantes na amostra, comprovando a existência de coliformes de origem entérica neste ponto.

Gráfico 6 – Resultado das análises de coliformes fecais na água no ponto 5.



Fonte: A autora (2021).

Mesmo o NMP de coliformes termotolerantes estando dentro dos limites estabelecidos pelas diversas legislações, em especial para a Resolução CONAMA n°274/2000, a presença de coliformes termotolerantes é indicativo que o canal necessita ações de prevenção da chegada de efluentes, em especial dos animais de sangue quente, que possuem carga microbiológica, bem como, ações de saneamento básico, para que a população que possui contato com esta água, não esteja exposta aos patógenos e não corra o risco de contaminações. Neste ponto a atenção deve ser ainda maior por ser um local de acesso entre as praias da Armação e Matadeiro, onde as pessoas utilizam o canal para travessia de uma praia a outra e muitas até utilizam o Canal para recreação, que expõe estas pessoas aos patógenos.

Outro fator importante a considerar no ponto 5, é por ser um local utilizado para pesca. Além de correr o risco de ser contaminado de forma direta a estes por estes microrganismos, os pescadores também podem alimentar-se de peixes e moluscos contaminados.

A contaminação desta área também preocupa pelo motivo do canal estar diretamente ligado a praia do Matadeiro. Todo o acúmulo de poluição do canal vem para a praia. Este problema não parece ser exclusivo do Canal Sangradouro. Segundo a reportagem do jornal

“NSC total” esta situação ocorre em, pelo menos, quatro pontos na ilha: Rio Capivari, que deságua na Praia dos Ingleses, Rio Sangradouro, que chega até a Praia do Matadeiro, Riozinho, no Campeche, e Rio do Braz, em Canasvieiras (NDtotal, 2018).

É possível notar que todos os pontos de coleta apresentaram grande variação no número de coliformes totais e termotolerantes. Somente no ponto 4 não foi identificado em nenhum momento coliformes termotolerantes, somente totais. Porém nos pontos 1, 2, 3 e 5 os coliformes termotolerantes foram identificados, sendo no ponto 2 encontrado no período de inverno e nos pontos 1, 3 e 5 no período de verão. Cabe destacar os níveis de coliformes termotolerantes encontrados apresentam-se dentro dos limites de balneabilidade estabelecidos pela Resolução CONAMA n°274/2000. Ainda assim, a presença de coliformes mesmo em menores valores, em especial os termotolerantes, indicam a necessidade de medidas de preservação deste canal, em decorrência, dos processos endêmicos que possam ocorrer pela ingestão de coliformes.

O Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) emite relatórios mensais referente a balneabilidade em diversos pontos do litoral catarinense. O ponto de coleta n°64 que nestes relatórios está localizado na foz do Rio Sangradouro, corresponde ao ponto 5 deste estudo. Verificou-se que em todas as datas próximas as coletas deste estudo, o resultado neste ponto foi de condição imprópria para balneabilidade (Tabela 2).

Segundo a resolução CONAMA n° 274/2000 classifica-se um ponto de coleta como impróprio quando: em mais de 20% de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, for superior a 800 *E. coli* por 100 mililitros ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 *E. coli* por 100 mililitros.

Tabela 2 – Relatórios de balneabilidade do ponto de coleta n°64, que corresponde a foz do Rio Sangradouro, emitido pelo IMA em datas próximas aos da coleta da pesquisa em questão

Data	Hora	Vento	Maré	Chuva	Água (°C)	Ar (C°)	<i>E. coli</i> NMP*/100ml	Condição
24/09/2019	11:15:00	Noroeste	Enchente	Ausente	18 °C	21 C°	428	IMPRÓPRIA
03/12/2019	09:58:00	Noroeste	Enchente	Ausente	21 °C	23 C°	52	IMPRÓPRIA
10/12/2019	10:01:00	Oeste	Enchente	Ausente	22 °C	25 C°	2489	IMPRÓPRIA
03/03/2020	09:45:00	Leste	Vazante	Moderada	22 °C	23 C°	19863	IMPRÓPRIA
10/03/2020	09:41:00	Noroeste	Enchente	Ausente	24 °C	25 C°	2359	IMPRÓPRIA
17/03/2020	09:42:00	Sul	Vazante	Moderada	25 °C	24 C°	6867	IMPRÓPRIA
01/09/2020	09:43:00	Sudoeste	Enchente	Fraca	15 °C	17 C°	1607	IMPRÓPRIA

*NMP – número mais provável

Fonte: IMA (modificado pela autora), 2020.

Todas as resoluções do CONAMA que foram desenvolvidas para avaliar a qualidade da água em relação aos microrganismos, trazem regulamentações apenas para coliformes termotolerantes. A resolução nº357/2005 estabelece condições de qualidade para o enquadramento dos corpos hídricos em território nacional, de acordo com os seus usos preponderantes, e para o lançamento de efluentes. Essa resolução, fixou limites superiores ou inferiores para diversas variáveis incluindo coliformes termotolerantes em sistemas de água doce, salobra e salina.

Já a resolução do CONAMA nº274/2000 define os critérios de balneabilidade (recreação de contato primário) em águas brasileiras, sendo elas doces, salobras e salinas e avaliadas nas categorias própria e imprópria também utilizando diversas variáveis incluindo coliformes termotolerantes. Para esta resolução o Art. 7º dispõe que os métodos de amostragem e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial - INMETRO ou, na ausência destas, no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - APHA-AWWA-WPCF, última edição. Este último método citado é o mesmo utilizado neste estudo.

A única legislação encontrada menciona coliformes totais e não somente termotolerantes é a Portaria do Ministério da Saúde nº2914/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. O Art. 27 desta portaria diz que a água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico, conforme disposto (Tabela 3) e demais disposições desta Portaria. O primeiro parágrafo deste Art. também cita que para controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.

Tabela 3 – Tabela de padrão microbiológico da água para consumo humano

Tipo de água		Parâmetros		VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano		<i>Escherichia coli</i> ⁽²⁾		Ausência em 100 mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais ⁽³⁾		Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	<i>Escherichia coli</i>		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais ⁽⁴⁾	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês
NOTAS: (1) Valor máximo permitido. (2) Indicador de contaminação fecal. (3) Indicador de eficiência de tratamento. (4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).				

Fonte: Portaria do Ministério da Saúde nº2914/2011.

Para as resoluções do CONAMA nº357/2005 e nº274/2000 segure-se que leve em consideração também os índices de coliformes totais e não somente coliformes termotolerantes. Tendo em vista que podem também ser um indicativo da qualidade da água, pois fazem parte da microbiota residente do trato gastrointestinal do homem e de alguns animais. Os coliformes totais em condições normais não são, por si só, patogênicos, porém algumas linhagens ou a proliferação destes microrganismos podem causar diarreias e infecções urinárias (JAWETZ, 2000).

3.2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

3.2.1 Nutrientes Inorgânicos Dissolvidos

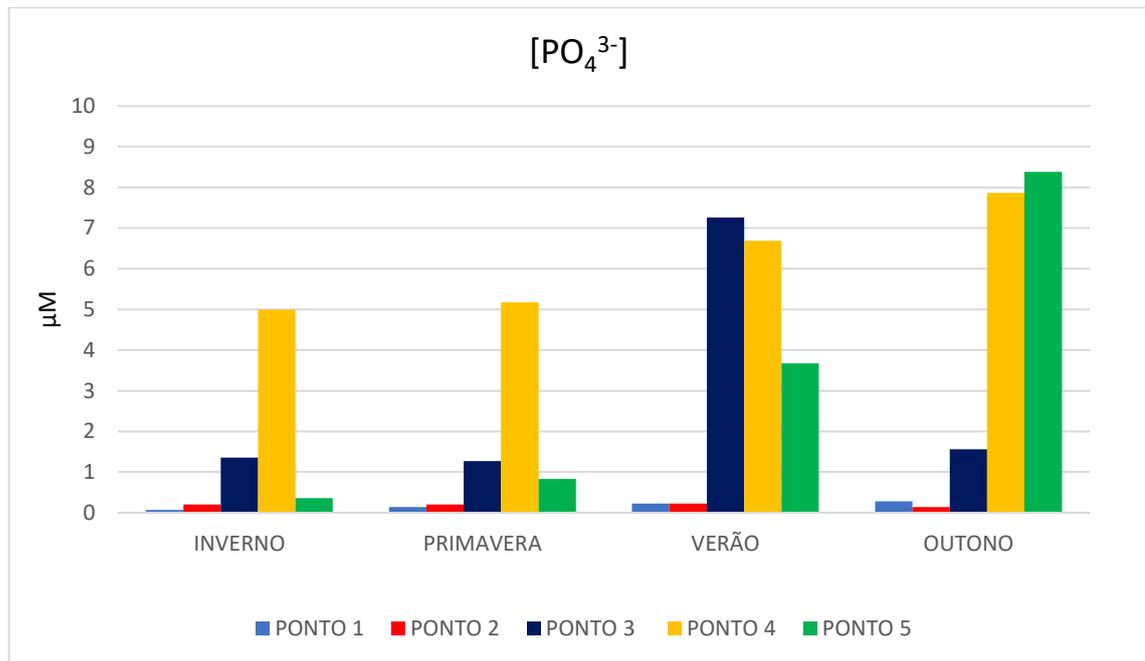
O excesso de nutrientes inorgânicos em cursos hídricos pode alterar os ciclos biogeoquímicos levando uma perda de qualidade de água. Em etapas avançadas, ocorre morte de diversas espécies que habitam estes ambientes (SILVA; FONSECA, 2016). No presente

estudo verificou-se a variação das concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos no Canal Sangradouro da Lagoa do Perí, Ilha de Santa Catarina durante os períodos coletados.

3.2.2 Fosfato

As concentrações de fósforo inorgânico dissolvido, representado pelos íons fosfato (PO_4^{3-}), variaram entre 0,07 e 8,38 μM (Gráfico 7). A tendência geral de variação do PO_4^{3-} mostrou um aumento nas concentrações nos pontos próximos as áreas mais urbanizadas (ponto 3 e 4). No ponto 4 em todas as coletas registrou-se uma carga excessiva de fosfato, sendo a mínima 4,99 a máxima 7,86 μM . Localizado no Rio Quincas, este ponto está inserido dentro de uma área bastante urbanizada, onde existe alta descarga de efluente doméstico, o que possivelmente pode explicar este excesso de fosfato neste ponto. Temporalmente os picos de maiores concentrações de PO_4^{3-} foram no outono nos pontos 1,2,4 e 5 e no verão no ponto 3. Devido ao início de pandemia, onde se estabeleceu um lockdown na cidade de Florianópolis em março de 2020 o fato de a população estar em casa por mais tempo, gerando um aumento na descarga fluvial, pode ter gerado reflexos nas coletas de outono. Os elevados picos de concentrações no verão também ganharam destaque neste estudo. Este resultado indica que neste período onde a ocupação das casas na região é maior, também reflete no aporte de esgoto doméstico no canal.

Gráfico 7 – Variações das concentrações de fosfato nos cinco pontos de coleta, em diferentes estações do ano.

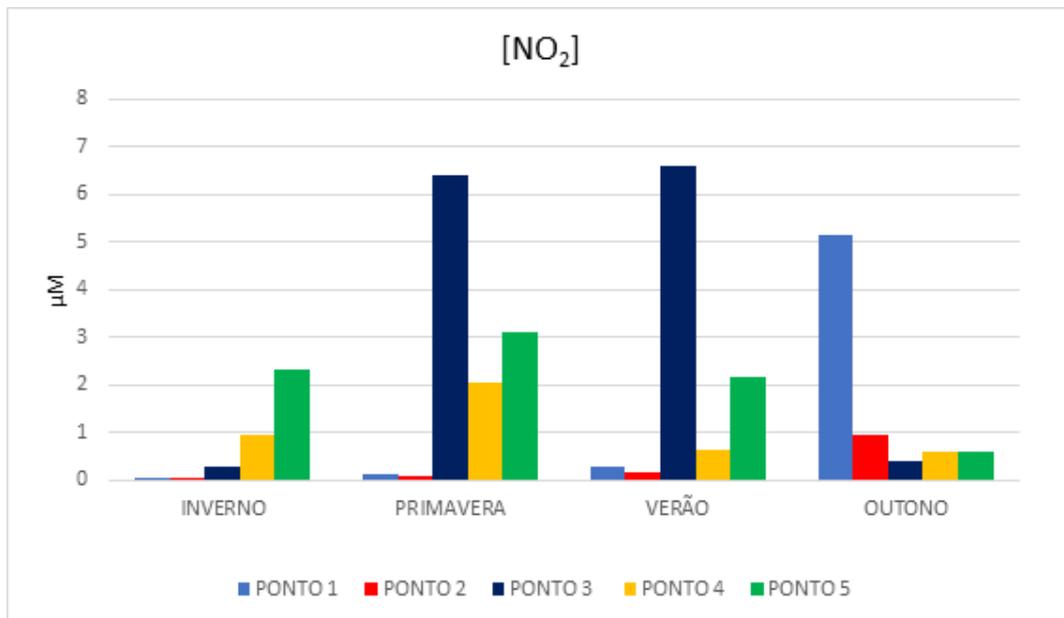


Fonte: A autora (2021).

3.2.3 Nitrito

De modo geral as concentrações de nitrito apresentaram muitas variações em todas as estações. Apresentando uma mínima de 0,03 e máxima de 6,62 μM . Os maiores valores detectados foram no ponto 3 (6,40 e 6,62 μM) durante o período de primavera e verão respectivamente (Gráfico 8). Este fenômeno pode estar relacionado com a o fato de o ponto 3 estar localizado em uma área de grande urbanização no Canal Sangradouro. Outra possível explicação seria pelo fato deste ponto estar inserido em uma área de mangue, e manguezais são ambientes ricos em nutrientes, onde existe muita matéria orgânica em decomposição. O ponto 1 que está localizado as margens da Lagoa do Peri, as concentrações de NO_2^- apresentaram um aumento significativo na coleta de outono. Este fato pode estar associado ao período de estiagem enfrentado na lagoa desde abril de 2020, que só voltou a restabelecer seu nível normal em janeiro de 2021.

Gráfico 8 – Variações das concentrações de nitrito nos cinco pontos de coleta, em diferentes estações do ano.

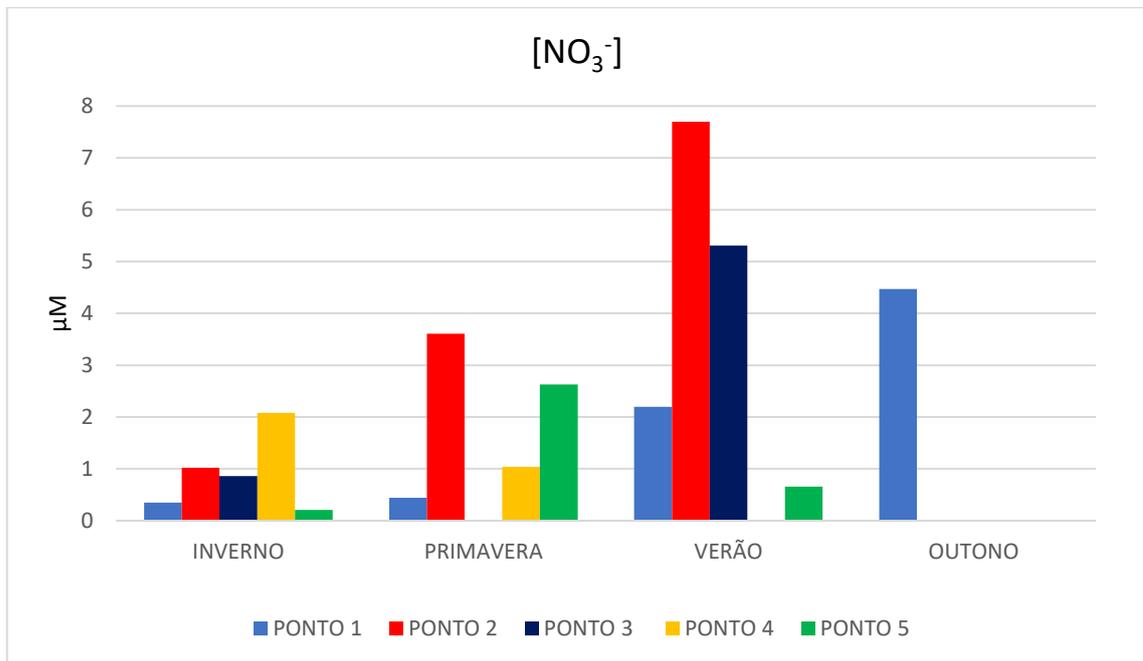


Fonte: A autora (2021).

3.2.4 Nitrato

Assim como as concentrações de nitrito, para nitrato também obteve-se valores muito variados. Valores estes com mínimas não detectáveis, ou seja, igual a zero, e máxima de 7,7 μM . No ponto 1 também foi detectado na coleta de outono um aumento significativo de nitrato, de 0,35 μM no inverno para 4,47 μM (Gráfico 9). Este fenômeno também pode estar relacionado com o período de estiagem ocorrido na Lagoa do Perí. No período de outono nos pontos 2,3,4 e 5 a concentração de nitrogênio foi tão baixa que não foi possível detectar pelo método aplicado. As maiores concentrações de nitrato foram registradas no verão, 7,7 e 5,31 μM no ponto 2 e 3 respectivamente. Possivelmente no ponto 3 esse fato está associado ao período de temporada, onde há um aumento na ocupação das casas da região, levando a um aumento no aporte de efluentes domésticos.

Gráfico 9 – Variações das concentrações de nitrato nos cinco pontos de coleta, em diferentes estações do ano.



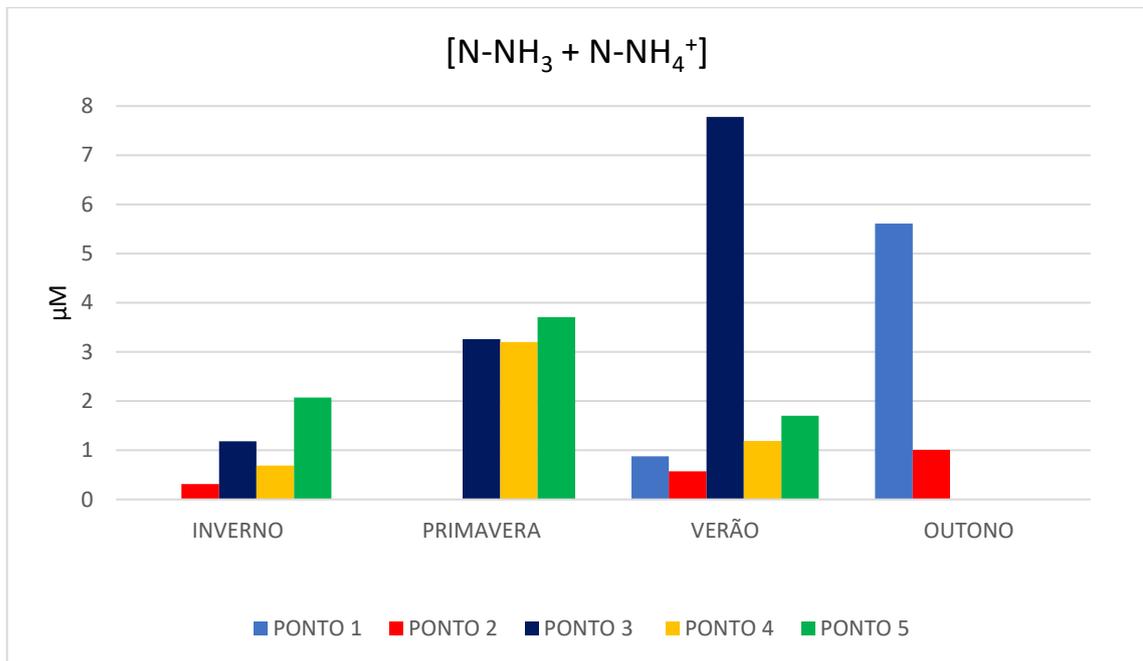
Fonte: A autora (2021).

3.2.5 Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃ + N-NH₄)

As concentrações de N- Amoniacal também apresentaram bastante variação, sendo o valor mínimo zero (ou N/D = não detectável) e máximo de 7,78 μM (Gráfico 10). Assim como para nitrito e nitrato, no ponto 1 no período de outono também foi detectado alta concentração de N- Amoniacal, podendo também ser explicado pelo fenômeno de estiagem que ocorreu na Lagoa do Peri neste período.

A maior concentração encontrada foi no ponto 3, no período de verão. Assim como citado anteriormente, este fato pode estar associado ao período de alta temporada, onde o local recebe maior aporte de resíduo orgânico pela ação antropogênica. Outro fator que deve ser considerado também é devido ao ponto estar em uma área de mangue conforme já discutido.

Gráfico 10 – Variações das concentrações de nitrogênio amoniacal nos cinco pontos de coleta, em diferentes estações do ano.



Fonte: A autora (2021).

O ambiente aquático do Canal Sangradouro, Ilha de Santa Catarina, apresentou elevada concentração de nutrientes quando comparado a Lagoa do Perí. Pires (2015), registrou uma média de concentração de nitrito na Lagoa de 0,08 mg/L. Para nitrato a mesma autora registrou uma média de 4,75 mg/L. Os mesmos nutrientes foram analisados neste estudo, porém no Canal, atingiram valores de 6,62 e 7,70 μM para nitrito e nitrato respectivamente. Este comparativo indica que o Canal recebe um enriquecimento de nutrientes e que o ecossistema ali encontrado difere-se do ecossistema encontrado na Lagoa. Observa-se então que a contaminação por fontes antrópicas no canal reflete nestas variações de ambientes.

Utilizando somente como um parâmetro a resolução CONAMA 357/2005, podemos observar que as concentrações de nutrientes inorgênicos em diversos momentos se demonstraram bastante alta, não estão de acordo com esta nem mesmo para águas salobras de classe 2, onde para Nitrato estabelece limites máximos de 0,70 mg/L, onde em vários momentos neste estudo os resultados obtidos ultrapassam esse valor, chegando até a 7,7 μM que mesmo que fazendo as conversões de unidades nota-se um valor muito além do permitido. Para nitrito, utilizando a mesma classe 2 como parâmetro observa-se também que o limite estabelecido pela resolução é de 0,20 mg/L, e nesse estudo obteve-se valores até de 6,62 μM .

3.3 EUTROFIZAÇÃO

Durante uma visita a região de foz do Canal Sangradouro, no dia 31 de janeiro de 2020 foi observada concentração de algas em grande quantidade, o que pode sugerir uma eutrofização no Canal. Este fenômeno é uma forma de poluição que também caracteriza a degradação ambiental do meio aquático (KITSIOU; KARYDIS, 2011). Trata-se de um estresse ambiental, causado pelo elevado índice de nutrientes, como nitrogênio (N) e fósforo (P), que provocam danos ao meio aquático, como, por exemplo, anóxia (falta de oxigênio), aumento de biomassa fitoplanctônica (mensurado por clorofila-a) e proliferação de macrófitas aquáticas. Quanto à origem, a eutrofização pode ser caracterizada como natural ou antropogênica (cultural): a natural ocorre com o resultado da descarga autóctone de nitrogênio (N) e fósforo (P) nos sistemas aquáticos; e a eutrofização antropogênica ocorre quando os nutrientes N e P são derivados dos despejos de esgotos domésticos e industriais, ou da descarga de fertilizantes utilizados nas práticas agrícolas (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2010). Nesta pesquisa não foi possível identificar o tipo de eutrofização que ocorria naquele momento (Figura 14).

Figura 14 – Possível eutrofização na região de foz do Canal Sangradouro.



Fonte: A autora (2020).

É importante preservar a qualidade da água e seu bom estado ecológico nesta região, para que os moradores e turistas continuem a fazer a travessia por dentro do canal para acessar a praia do Matadeiro e também manter as atividades pesqueiras que ocorre neste local e recreação. O aumento de nutrientes na água (principalmente fosfato e nitrato) leva a um aumento significativo na população de algas e de micro-organismos decompositores, ocasionando uma brusca redução do teor de oxigênio dissolvido (FERREIRA *et al.*, 2015) provocando a morte de organismos aeróbios maiores como, por exemplo, peixes e crustáceos.

Para recuperar um ambiente aquático eutrofizado é necessário considerar o ecossistema e seus componentes físicos, químicos e biológicos (ALMADA, 2018). É necessário também um conjunto de ações. Uma delas é o diagnóstico inicial do sistema e seu estágio de degradação, as alternativas para a recuperação, os custos envolvidos e um sistema de monitoramento e avaliação do sistema (ALMADA, 2018). Alguns nutrientes como NO_2^- e NO_3^- por exemplo servem como indicadoras da qualidade de um corpo hídrico. Em geral, os esgotos sanitários contribuem para o lançamento de nitrogênio orgânico, devido à presença de proteínas, e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da ureia na água.

Os corpos hídricos podem ser classificados de acordo com seu índice de estado trófico, estabelecido a partir da concentração de nutrientes na água (P total e N total), além de outras variáveis como transparência e concentração de clorofila-a. Tais ecossistemas podem ser classificados como oligotróficos, mesotróficos, eutróficos ou hipereutróficos (ALMADA, 2018). Após identificar em que estado trófico o ambiente encontra-se, é necessário realizar medidas corretivas para recuperação da área eutrofizada. Existem diversas técnicas de correção, podendo ser mecânicas, químicas e/ou biológicas, entretanto muitas possuem um custo elevado para sua realização, o que dificulta sua implementação, mas a fitorremediação pode se tornar uma opção viável, pois seu custo não é elevado e sua aplicação é simples em comparação com outras técnicas (MARIANO, 2012). A macrófita água-pé *Eichhornia crassipes* é muito utilizada na fitorremediação, devido a sua grande capacidade de acumular em seus tecidos elementos tóxicos e altos teores de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, além de também estimular a decomposição de material orgânico adsorvido ao seu denso sistema radicular (PEREIRA, 2010).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Canal Sangradouro da Lagoa do Perí, ilha de Santa Catarina, apresenta diferentes indicativos de contaminação por fontes antropogênicas. Os pontos mais urbanizados (3 e 4), apresentaram maiores concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos em comparação aos demais pontos, indicando um alto grau de contaminação nestas regiões. Já no ponto 2, que está localizado logo após a estação de tratamento de água da CASAN, por não se tratar de uma área urbanizada, e que apresentou coliformes fecais e uma elevada concentração de NO_3^- no verão, constatou-se a importância de uma averiguação por parte dos órgãos competentes do poder público, para investigar a origem destes contaminantes.

Alguns fenômenos como a estiagem da Lagoa do Perí e sazonalidade, também trouxeram reflexos nesta pesquisa. A influência da sazonalidade ficou clara na contaminação deste curso hídrico, onde no verão alguns pontos apresentaram maiores concentrações de nutrientes e detectou-se a presença de coliformes fecais. A presença de coliformes totais e termotolerantes indicam a contaminação dos pontos avaliados. A detecção de coliformes termotolerantes ainda que em baixas concentrações indicaram que Canal possui uma contaminação fecal humana.

Este estudo revela a necessidade imediata de intervenções do Poder Público a fim de prestar serviço de saneamento básico no Sul da Ilha de Santa Catarina e maior fiscalização das ligações irregulares de esgoto no canal, a fim de garantir que a população não seja exposta a esta carga microbiológica e de nutrientes que causam doenças de vinculação hídrica e que também podem contaminar a praia do Matadeiro, pois o canal possui ligação direta com a praia.

5 CONCLUSÕES

Com base nas análises e discussões dos resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que o Canal Sangradouro da Lagoa do Perí é contaminado por efluentes domésticos. Os pontos mais urbanizados (3 e 4) apresentaram maiores concentrações de nutrientes e elevados números de coliformes totais. A análise da influência da sazonalidade demonstrou que houve aumento da contaminação da água com o crescimento populacional durante o verão por conta do turismo na região. O Canal apresentou maior contaminação por fonte antropogênica a partir do ponto 3, onde a urbanização é maior. Este estudo indicou que o Canal não apresenta uma boa qualidade de água em toda sua extensão.

Concluí-se a necessidade de ações por parte do poder público afim de implementar o saneamento básico na região e ações para vetar as ligações de esgoto irregulares. O Canal está sendo impactado com o lançamento de efluentes domésticos, podendo contaminar o ecossistema aquático ali presente e também trazer prejuízos a saúde da população e também a longo prazo pode vir a contaminar a praia do Matadeiro.

REFERÊNCIAS

- ALMADA, E. V. C. **Proposta de mitigação da eutrofização na lagoa do vigário-rj através da macrófita *eichhornia crassipes*: de praga a fitorremediadora**. 93f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro, 2018.
- BAIRD, R. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23. ed. Washington: American Water Works Association, 2017.
- BAUMGARTEN, M.G.Z.; ROCHA, J.M.B.; NIENCHESKI, L.F.H. **Manual de análises em oceanografia química**. Rio Grande, FURG, 1996.
- BATISTA, A. A. *et al.* **Relação entre nitrogênio e fósforo nas águas superficiais do açude óros-CE**. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, Fortaleza – Ceará. Disponível em: <<http://www.inovagri.org.br/meeting2012/wp-content/uploads/2012/06/Protocolo291.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- BERTOL, O.J. *et al.* Mobilidade de P, Cu e Zn em colunas de solo sob sistemas de semeadura direta submetido às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1841-1850, 2010.
- BERTHELOT, M. **Répertoire chimie pure appliquée**. França. p.284, 1859.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272> >. Acesso em: 19 abril 2021.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> >. Acesso em: 19 abril 2021.
- BRASIL, São Paulo – Centro de Vigilância Epidemiológica. **Doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica**. Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/2009/2009dta_pergunta_resposta.pdf>. Acesso em: 25 abril 2021.

CARDOSO, F. S. *et al.* Análise do uso e ocupação da terra na bacia da Lagoa do Peri, Florianópolis (SC). **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v.9, n.27, p.201-213, 2008.

CECCA – Centro de Estudos Cultura e Cidadania. **Unidades de conservação e áreas protegidas da Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: Insular, 160p, 1997.

CONLEY, D. J. *et al.* Controlling eutrophication: nitrogen and phosphorus. **Science**, v.323, p.1014–1016, 2009.

DANTAS, A.K.D. *et al.* Qualidade microbiológica da água de bebedouros destinadas ao consumo humano. **Revista Biociências**, v.16, n.2, p.1-7, 2010.

FERREIRA, C. *et al.* Eutrofização: aspectos conceituais, usos da água e diretrizes para a gestão ambiental. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.6, n.1, p.66-77, 2015.

FERREIRA, N. C. **Comunidade de peixes da Lagoa do Peri e seu Canal Sangradouro, Florianópolis, SC**. 105f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

FINKLER, N.R. *et al.* Qualidade da água superficial por meio da análise de componente principal. **Ambiente e Água**, v.10, n.4, p.182- 192, 2015.

FREITAS, M. B.; ALMEIDA, L. M. **Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário**. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. São Paulo. Sonopress-Rimo, 1998.

FREITAS, M. B; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.17, n.3, p.651-660, 2001.

GOMES, A. R. Lavadeiras no processo de modernização de Florianópolis., **Revista Santa Catarina em História**, v.12, n.1-2, p.277-293, 2018.

GRASSHOFF, K.; EHRARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of Seawater Analysis**. 2 ed. Weinheim: Verlag Chermie, 1983, 419 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>> Acesso em: 19 abril. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=resultados>> Acesso em: 26 maio. 2021.

IPIUF – Instituto do Planejamento Urbano de Florianópolis. **Plano diretor do Parque da Lagoa do Peri**. Relatório final, 1978.

JAWETZ, E.; MELNICK, J.A.; ADELBERG, E.A. **Microbiologia Médica**. 21. Ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 175p.

KITSIOU, D.; KARYDIS, M. Coastal marine eutrophication assessment: a review on data analysis. **Environment International**, v.35, p.778-801, 2011.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: De nutriente à poluente. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.8, p.1719-1721, 2012.

LOPES, A. C. **Estudo sobre uso e ocupação do solo da área urbana ao norte do Parque Municipal da Lagoa do Peri**. 155f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MARIANO, D. C. Aspectos agronômicos, uso pelo homem e mecanismos da fitorremediação. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.5, p.85-101, 2012.

MATOS, M. I. S. **Cotidiano e Cultura**. SP, EDUSC, 2002.

MURPHY, J., RILEY, J.P. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, v.27, p.31-36, 1962.

NASCIMENTO, E. D.; ARAÚJO, M. F.F. Antimicrobial resistance in bacteria isolated from aquatic environments in Brazil: a systematic review. **Ambiente e Água**, v.9, n.2, p.239-249, 2014.

NDmais. **Praia do matadeiro sofre com poluição do Rio Sangradouro, em Florianópolis.** Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/noticias/lixo-na-praia-e-poluicao-de-rios-e-mares-os-desafios-de-florianopolis-para-a-temporada>>. Acesso em: 13 abril 2021

NDtotal. **Lixo na praia e poluição de rios e mares: os desafios de Florianópolis para a temporada.** Disponível em: <<https://ndmais.com.br/noticias/praias-do-matadeiro-sofre-com-poluicao-do-rio-sangradouro-em-florianopolis/>>. Acesso em: 10 abril 2021.

NOGUEIRA, T. **Alternativas de uso e ocupação do solo frente às pressões do avanço urbano nas encostas do morro do ribeirão ao norte dos limites do parque municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis - SC.** 90f Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

OLIVEIRA J. S. **Análise sedimentar em zonas costeiras: subsídio ao diagnóstico ambiental da Lagoa do Peri – Ilha de Santa Catarina-SC, Brasil.** 154f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PEREIRA, F. **Características anatômicas e fisiológicas de aguapé e índice de fitorremediação de alface d'água cultivados na presença de arsênio, cádmio e chumbo.** 117f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PIRES, J. **Influência da estrutura do habitat no processamento de detritos foliares alóctones em uma lagoa costeira subtropical.** 36f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

PIRES, P. S.; MUNIZ, C. E. C. Caracterização dos visitantes do parque municipal da Lagoa do Peri-Florianópolis-SC: uma contribuição metodológica para a gestão da visitação em unidades de conservação. **Turismo Visão e Ação**, v.12, n.3, p.348-365, 2010.

PRAZERES, A. **Aspectos bioecológicos de *macrobrachium olfersii* (crustacea, malacostraca, decapoda) (Wiegmann, 1936) no canal da Lagoa do Peri - Florianópolis/SC- Brasil.** 67f. Tese (Pós Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1991.

SANTOS, G. F. *et al.* Análise ambiental da Lagoa do Peri. **Geosul**, v.4, n.8, p.101-123, 1989.

SILVA, A.R.; FONSECA, A. L. O. Eutrofização dos recursos hídricos como ferramenta para a compreensão das doenças de vinculação hídrica. **Geosul**, v.31, n.62, p.247-270, 2016.

SILVA, M. C. A. *et al.* Avaliação da viabilidade de utilização de colifagos como indicadores de poluição fecal: suas relações com parâmetros físicos e químicos e indicadores bacterianos. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.20, n.4, p.645-652, 2015.

SIMONASSI, J. C. 2001. **Caracterização da Lagoa do Peri, através da análise de parâmetros físico-químicos e biológicos, como subsídio ao gerenciamento dos recursos hídricos da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** 72f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SOARES, M.; PIZZOLATTI, B. S.; SENS, M. L. Estudo Hidrogeológico Preliminar para a Avaliação do Potencial de Colmatação do Sedimento das Margens da Lagoa do Peri e do Canal Sangradouro – Florianópolis – Santa Catarina – para a Implantação da Técnica da Filtração em Margem. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v.42, n.4, p.46-55, 2019.

SNIS, Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento, **Diagnósticos SNIS 2019**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnosticos>> Acesso em: 26 maio. 2021.

SYLVÉUS, A. **Diagnóstico das cianobactérias na Lagoa do Peri, Florianópolis, SC e a legislação sobre água para consumo humano.** 26f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotrop.**, v.10, n.4, p.67-75, 2010.

ANEXO A – Concentração de nutrientes inorgânicos dissolvidos em cada ponto amostral em diferentes períodos

Nitrato – NO ₃ ⁻ (µm)					
PERÍODO AMOSTRAL	PONTO AMOSTRAL				
	1	2	3	4	5
INVERNO (set/2019)	0,35	1,02	0,86	2,08	0,21
PRIMAVERA (dez/2019)	0,44	3,61	0,00	1,04	2,63
VERÃO (mar/2020)	2,20	7,70	5,31	0,00	0,66
OUTONO (jun/2020)	4,47	0,00	0,00	0,00	0,00

N-Amoniacal – N-NH ₃ + N-NH ₄ ⁺ (µm)					
PERÍODO AMOSTRAL	PONTO AMOSTRAL				
	1	2	3	4	5
INVERNO (set/2019)	0,00	0,31	1,18	0,69	2,07
PRIMAVERA (dez/2019)	0,00	0,00	3,26	3,20	3,71
VERÃO (mar/2020)	0,88	0,57	7,78	1,19	1,70
OUTONO (jun/2020)	5,61	1,01	0,00	0,00	0,00

Nitrito – NH ₂ (µm)					
PERÍODO AMOSTRAL	PONTO AMOSTRAL				
	1	2	3	4	5
INVERNO (set/2019)	0,03	0,03	0,28	0,95	2,32
PRIMAVERA (dez/2019)	0,13	0,10	6,40	2,07	3,12
VERÃO (mar/2020)	0,27	0,18	6,62	0,64	2,17
OUTONO (jun/2020)	5,14	0,97	0,42	0,60	0,59

Fosfato – PO ₄ ³⁻ (µm)					
PERÍODO AMOSTRAL	PONTO AMOSTRAL				
	1	2	3	4	5
INVERNO (set/2019)	0,07	0,20	1,36	4,99	0,36
PRIMAVERA (dez/2019)	0,14	0,20	1,27	5,17	0,83
VERÃO (mar/2020)	0,23	0,23	7,26	6,69	3,67
OUTONO (jun/2020)	0,28	0,14	1,56	7,86	8,38

ANEXO B – Número mais provável (NMP) de coliformes fecais

	1ª coleta (inverno)			2ª coleta (primavera)			3ª coleta (verão)			4ª coleta (outono)		
	LAC	VB	EC	LAC	VB	EC	LAC	VB	EC	LAC	VB	EC
Ponto 1	75	7,3	0	>1100	53	0	>1100	290	3	>1100	290	0
Ponto 2	460	9,4	3	>1100	>1100	0	>1100	53	0	>1100	290	0
Ponto 3	>1100	24	0	>1100	>1100	0	>1100	42	3	>1100	>1100	0
Ponto 4	290	34	0	>1100	>1100	0	>1100	290	0	>1100	>1100	0
Ponto 5	1100	75	0	>1100	42	0	>1100	>1100	3	1100	290	0

Legenda: LAC: teste lactosado; VB: teste verde brilhante; EC: meio; >: maior que.

Fonte: A autora (2021).