

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

JAÍSA VEDANA

ESTUDO AMBIENTAL COM ÊNFASE NOS PARABENOS ENCONTRADOS
EM AMBIENTES LACUSTRES DE FLORIANÓPOLIS/SC

Florianópolis

2022

JAÍSA VEDANA

ESTUDO AMBIENTAL COM ÊNFASE NOS PARABENOS ENCONTRADOS
EM AMBIENTES LACUSTRES DE FLORIANÓPOLIS/SC

Dissertação apresentada ao
Mestrado Profissional em
Clima e Ambiente do
Campus Florianópolis do
Instituto Federal de Santa
Catarina para a obtenção do
diploma de Mestre em Clima
e Ambiente.

Orientador: Dr. Thiago
Pereira Alves.

Coorientador: Dr. Antônio
Carlos Beaumord.

Florianópolis

2022

Aluno (a): **JAISA VEDANA**

Título:	ESTUDO AMBIENTAL COM ENFASE NOS PARABENOS ENCONTRADOS EM AMBIENTES LACUSTRES DE FLORIANÓPOLIS/SC
----------------	--

Aprovado (a) pela Banca Examinadora em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do Título de Mestre em Clima e Ambiente

Dr(a). THIAGO PEREIRA ALVES



Documento assinado digitalmente
THIAGO PEREIRA ALVES
Data: 29/09/2022 12:18:04-0300
CPF: 031.525.469-63
Verifique as assinaturas em <https://v.ifsc.edu.br>

Orientador(a) / Presidente / IFSC / Itajaí – SC

Participação: () Presencial (X) Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Dr(a). ANTÔNIO CARLOS BEAUMORD



Documento assinado digitalmente
ANTONIO CARLOS BEAUMORD
Data: 11/10/2022 19:04:47-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Orientador(a) / Presidente / IFSC / Itajaí – SC

Participação: () Presencial (X) Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Dr(a). MARIO FRANCISCO LEAL DE QUADRO



Documento assinado digitalmente
MARIO FRANCISCO LEAL DE QUADRO
Data: 13/10/2022 15:26:27-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Avaliador(a) Interno / IFSC / Florianópolis - SC

Participação: () Presencial (X) Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Dr(a). MATHIAS ALBERTO SCHRAMM



Documento assinado digitalmente
MATHIAS ALBERTO SCHRAMM
Data: 03/10/2022 15:10:49-0300
CPF: 590.611.629-04
Verifique as assinaturas em <https://v.ifsc.edu.br>

Avaliador(a) Interno / IFSC / Itajaí - SC

Participação: () Presencial (X) Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Dr(a). JURANDIR PEREIRA FILHO



Documento assinado digitalmente
JURANDIR PEREIRA FILHO
Data: 29/09/2022 15:52:53-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Avaliador(a) Externo / UNIVALI / Itajaí - SC

Participação: () Presencial (X) Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Este trabalho foi aprovado por:

() maioria simples

(X) unanimidade

CDD 551.5
V414e

Vedana, Jaísa

Estudo ambiental com ênfase nos parabenos encontrados em ambientes lacustres de Florianópolis/SC - [DIS] / Jaísa Vedana; orientação de Thiago Pereira Alves; coorientação de Antônio Carlos Beaumord – Florianópolis, 2022.

1 v.: il.

Dissertação de Mestrado (Clima e Ambiente) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Contaminantes químicos. 2. Nutrientes. 3. Urbanização. 4. Ambientes lagunares. 5. Legislação. I. Alves, Thiago Pereira. II. Beaumord, Antônio Carlos. II. Título.

Aos que eu amo e que me amam também!

AGRADECIMENTOS

Ao Universo, por tudo que é.

Ao IFSC, pelo ambiente criativo e amigável que proporciona.

Ao meu orientador e coorientador, pela oportunidade e empenho dedicados à elaboração desse estudo.

A minha família, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao meu companheiro de vida, pelo suporte, compreensão e amor.

A todos que colaboraram para a concretização desse trabalho, em especial as amigas que auxiliaram em campo, laboratório e escritório.

Gratidão!

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar,
não seremos capazes de resolver os problemas causados
pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

RESUMO

Os parabenos são conservantes químicos encontrados em produtos de higiene pessoal, fármacos e alimentícios, inseridos no meio ambiente através de atividades antropogênicas. Devido ao uso cada vez maior desses materiais, percebe-se um incremento das concentrações dessa classe de conservante no ambiente aquático. Dessa forma, foi investigada e avaliada a ocorrência de parabenos, suas relações com a urbanização e forçantes meteorológicas em dois ambientes lacustres de Florianópolis, SC. Para tanto, realizou-se cinco campanhas de coletas, distribuídas por 14 pontos de amostragem, que compreenderam espelho d'água, canal de drenagem e ponto marinho, em que foram obtidos resultados com valores baixos para OD e pH, juntamente com elevadas concentrações de nutrientes, mostrando que esses ambientes estão passando por processos de pressão antropogênica, principalmente localizados nos canais de drenagem das lagoas. Há indícios que o regime pluviométrico tem influência expressiva na disponibilidade hídrica, estabelece relação direta com o carreamento de nutrientes e inversa com a quantidade de parabenos disponíveis na água. A repercussão negativa foi principalmente para os pontos relativos aos canais, relacionados com a presença de esgoto doméstico, onde ocorreram as maiores concentrações de parabenos e valores consideráveis de nutrientes, indicando contaminação por esgoto doméstico. Em momentos de seca, os espelhos d'água apresentaram as maiores concentrações de parabenos, relacionados ao uso recreacional, junto dos pontos de maior aglomeração urbana, altas concentrações de nutrientes e baixos valores de OD e pH. O crescimento urbano demonstra afetar a qualidade ambiental, principalmente próximo às áreas de maior concentração populacional, caracterizando a relação entre a presença humana e a degradação imediata da qualidade ambiental.

Palavras-chave: contaminantes químicos; nutrientes; urbanização; ambientes lagunares; legislação.

ABSTRACT

Parabens are chemical preservatives found in personal care products, pharmaceuticals and foods progressively introduced into the environment through anthropogenic activities. Due to the increasing use of these materials, there is an increase in the concentrations of this class of preservative in the aquatic environment. The occurrence of parabens and their relationship with urbanization and atmospheric forcing was evaluated in two lake environments of Florianopolis, SC. To this end, the samples were collected in 14 sampling points in five campaigns. Low dissolved oxygen (DO) and pH values and high concentrations of nutrients were observed in those environments, indicating undergoing processes of anthropogenic pressure. The rainfall regime can have a significant influence on water availability, establishing a direct relationship with nutrient transport and an inverse relationship with the concentration of parabens in the water. The negative repercussion was in the channels, where the highest concentrations of parabens and considerable amounts of nutrients were observed, pointing to contamination by domestic sewage. In times of drought, the water bodies and locations of greater urban agglomeration had high concentrations of nutrients, low values of DO and pH and the highest concentrations of parabens. The environmental quality is immediately degraded in areas of higher population concentration resulting from urban growth, characterizing a negative relationship between human presence and environmental quality.

Keywords: chemical contaminants; nutrients; urbanization; lake environments; legislation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fórmulas químicas das diferentes estruturas do parabeno estudadas, com destaque para os grupos alquilas. Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.15

Figura 2: Mapa de localização da área de estudo com indicações do País, Estado e Município, das lagoas objeto do estudo e dos cursos de água, delimitação das unidades de conservação (Parque Natural Municipal das dunas da Lagoa da Conceição e Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri), e pontos amostrais de cada ambiente lagunar estudado, em (A) ambiente lagunar da Lagoa Pequena e em (B) ambiente lagunar da Lagoa do Peri. Fonte: Elaborado pelos autores em 2022. .20

Figura 3: Fluxograma da determinação dos parabenos, frações dissolvidas e particuladas, nas amostras de água. Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.29

Figura 4: Gráfico da última Normal Climatológica oficial com dados referentes ao período de 1991 a 2020 (NC). Em (A), comparação entre os dados da precipitação da NC com os volumes de precipitação acumulada (P.A.) da Estação Automática Oficial de Kobrasol (E.A), com indicações das campanhas amostrais desenvolvidas ao longo de três anos, sendo elas: C I (novembro/2019), C II (março/2020), C III (junho/2020), C IV (outubro/2020) e C V (fevereiro/2021) e o acumulado de precipitação de 120 horas anteriores às coletas (P.A-120h), em milímetros. Em (B), dados de temperatura média da NC em comparação com a temperatura média do ar em graus Celsius, observadas na E.A (Temp E.A), com indicações da temperatura média do ar e da água observados in situ, ao longo do estudo, para a Lagoa Pequena e para a Lagoa do Peri, em graus Celsius com seus respectivos desvios padrões. Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.31

Figura 5: Gráfico de dispersão, contendo os parâmetros químicos estudados ao longo da pesquisa. Sendo que o oxigênio dissolvido expresso em mg L⁻¹ está representado por quadrados, o potencial hidrogeniônico expresso em - log [H⁺] por esferas. O ambiente da Lagoa Pequena está representado pelas letras (A até E), representando o espelho d'água (1 e 2), o canal (3, 4, 5 e 6) e o ponto marinho (7) enquanto Lagoa do Peri (F até J), representando o espelho d'água (8), o canal (9, 10, 11, 12 e 13) e o ponto marinho (14). As indicações das campanhas amostrais desenvolvidas ao longo de três anos são iguais para ambas, nominadas C I (novembro/2019), C II (março/2020), C III (junho/2020), C IV (outubro/2020) e C V (fevereiro/2021). Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.35

Figura 6: Gráfico misto de dispersão e barra, contendo os parâmetros físicos estudados ao longo da pesquisa. As barras brancas representam a profundidade (cm), as barras hachuradas representam a salinidade (PSU) e os discos representam a transparência (cm). O ambiente da Lagoa Pequena está representado pelas letras (A até E), representando o espelho d'água (1 e 2), o canal (3, 4, 5 e 6) e o ponto marinho (7) enquanto Lagoa do Peri (F até J), representando o espelho d'água (8), o canal (9, 10, 11, 12 e 13) e o ponto marinho (14). As indicações das campanhas amostrais desenvolvidas ao longo de três anos são iguais para ambas, nominadas C I (novembro/2019), C II (março/2020), C III (junho/2020), C IV (outubro/2020) e C V (fevereiro/2021). Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.....36

Figura 7: Gráfico de barras dos nutrientes estudados ao longo da pesquisa, barras brancas hachuradas representando ortofosfato, barras hachuradas cinzas representando amônio e as barras brancas representando os valores de nitrito +nitrato, todos com os indicativos de desvio padrão. Lagoa Pequena esta representada pelas letras (A até E), representando o espelho d'água (1 e 2), o canal (3, 4, 5 e 6) e o ponto marinho (7) enquanto Lagoa do Peri (F até J), representando o espelho d'água (8), o canal (9, 10, 11, 12 e 13) e o ponto marinho (14), sendo que para ambas, as indicações das campanhas amostrais desenvolvidas ao longo de três anos são iguais, C I (novembro/2019), C II (março/2020), C III (junho/2020), C IV (outubro/2020) e C V (fevereiro/2021). Fonte: Elaborado pelos autores em 2022. ...38

Figura 8: Gráfico de barras da concentração do metil parabeno em ug L-1 encontrado ao longo da pesquisa, barras pretas representando metil parabeno na fração dissolvida e em barras cinzas o metil parabeno na fração particulada, com os respectivos desvios padrões. O ambiente da Lagoa Pequena está representado pelas letras (A até E), representando o espelho d'água (1 e 2), o canal (3, 4, 5 e 6) e o ponto marinho (7) enquanto Lagoa do Peri (F até J), representando o espelho d'água (8), o canal (9, 10, 11, 12 e 13) e o ponto marinho (14). Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

BuP – Butilparabeno.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

CPEs – Contaminantes de Preocupação Emergente.

ENOS – *El Niño* Oscilação Sul.

EtP – Etilparabeno.

EUA – Estados Unidos da América.

HeP – Benzilparabeno.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IbP – Isobutilparabeno.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

IpP – Isopropilparabeno.

LdP – Lagoa do Peri.

LP – Lagoa Pequena.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MeP – Metilparabeno.

MeP D – Metilparabeno Dissolvido.

MeP P – Metilparabeno Particulado.

NC – Normal Climatológica.

OD – Oxigênio Dissolvido.

OMM – Organização Meteorológica Mundial.

pH – Potencial Hidrogeniônico.

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos.

PrP – Propilparabeno.

PrP D – Propilparabeno Dissolvido.

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada.

SC – Santa Catarina.

USEPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos.

USGS – Serviço Geológico dos Estados Unidos.

CE₅₀ – Concentração que provoca uma resposta eficaz em metade dos indivíduos submetidos ao teste.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 OBJETIVOS	7
2.1 OBJETIVO GERAL	7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3 REVISÃO DA LITERATURA	8
3.1 CLIMATOLOGIA E HIDROMETEOROLOGIA	8
3.2 FORÇANTES ANTROPOGÊNICAS	10
3.3 CONTAMINANTES DE PREOCUPAÇÃO EMERGENTE	12
3.3.1 PARABENOS	13
3.4 REGULAMENTAÇÃO DOS PARABENOS	17
4 METODOLOGIA.....	20
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	20
4.2 CLIMATOLOGIA E HIDROMETEOROLOGIA	26
4.3 PARÂMETROS AMBIENTAIS	27
4.4 PARABENOS	28
4.5 ANÁLISE DE DADOS	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1 CLIMATOLOGIA E HIDROMETEOROLOGIA	30
5.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS	33
5.2.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	33
5.2.2 NUTRIENTES INORGÂNICOS DISSOLVIDOS	37
5.3 PARABENOS	40
6 CONCLUSÕES	47
7 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	48
8 REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE 1 Produto técnico tecnológico (PTT).....	57
APÊNDICE 2 Artigo científico.	57
APÊNDICE 3 Base de dados.	57
ANEXO 1 Classificação dos corpos hídricos - CONAMA nº 357 de 2005.	57
ANEXO 2 Lista de substâncias de ação conservante - RDC nº 29 de 2012.....	57

1 INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos são utilizados para diversos fins, que vão desde abastecimento público de água e geração de energia até navegação e recreação e, por isso, carregam consigo enorme importância para a vida humana (CONAMA, 2005; CETESB, 2017). Ao mesmo tempo, observa-se que o crescimento populacional, associado a falta de infraestrutura sanitária, coopera para a degradação dos ambientes aquáticos, através do descarte de produtos tóxicos e poluentes orgânicos, por exemplo, o que pode acarretar processos de eutrofização e acidificação.

O crescente aumento na concentração de substâncias potencialmente tóxicas em águas residuais está intimamente relacionado com o uso cotidiano de bens de consumo como produtos de higiene pessoal, medicamentos, fertilizantes, insumos agrícolas e aqueles utilizados para limpeza doméstica e industrial (FILIPPE, 2018). A situação ainda se agrava com a ineficiência, ou até inexistência, do tratamento de esgoto, além da ausência de leis e normas que especifiquem limites, dificultando, portanto, mensurar os riscos que o descarte desregulado de diversos tipos de poluentes pode trazer ao ambiente aquático.

Assim, devido à exposição constante dos seres vivos a substâncias contaminantes e a falta de informações a respeito dos riscos associados, faz-se necessário estudar com mais afinco as substâncias presentes nos ambientes aquáticos, uma vez que um mesmo corpo hídrico atende a diversas finalidades e, quando contaminado, representa grande risco à sadia qualidade de vida destes organismos. Ressalta-se ainda que o presente estudo é pioneiro, por analisar águas de ambientes lagunares naturais, utilizadas para recreação e abastecimento público de água e, assim, tem papel relevante para a análise de um elemento fundamental para a manutenção da vida humana, a água.

Dentre as classes de substâncias nocivas ao ambiente, estão os contaminantes de preocupação emergente (CPEs), que são diversos componentes químicos de caráter persistente. Esses compostos já foram reportados em diversos ambientes, como lagoas, lagos, rios, estuários e oceanos, e em diversos estudos há relatos de efeitos nocivos dessas substâncias ao ambiente, ecossistema, à biota e à saúde humana (YANG, 2017; USGS, 2019), possuindo relação com a pluviosidade (FILIPPE, 2018). Ainda que muitos dos CPEs possam se aderir a determinados organismos

presentes na água, como macrófitas (ANJOS *et al.*, 2018), ou ao material particulado, como o lodo ativado (SPADOTO, 2017), o lançamento constante no ambiente traz a eles um comportamento similar aos compostos permanentes, ou seja, se acumulam e alteram peremptoriamente o ecossistema. Dentre eles, os mais abundantes são os anticoncepcionais (TRAN *et al.*, 2018).

Devido aos avanços na ciência analítica, os CPEs estão sendo detectados e quantificados com alta precisão, mesmo quando presentes em baixas concentrações. Esse refino analítico também permitiu separar a fração dissolvida dos contaminantes das matrizes aquosas, o que pode contribuir para um tratamento mais eficaz e abrangente da água nas estações de tratamento (KLEYWEGT *et al.*, 2007).

No Brasil, dos 26 estados, foram encontrados CPEs em pelo menos 11, em amostras de diferentes matrizes ambientais. Diversos CPEs vem gerando preocupação no âmbito científico e acadêmico, especialmente os parabenos. Por estarem associados à presença humana, uma das principais hipótese está na relação entre as densidades urbanas e a presença dos contaminantes emergentes no ambiente (MONTAGNER *et al.*, 2017).

Atualmente, os parabenos são amplamente empregados nas indústrias cosméticas, farmacêuticas e alimentícias, devido à sua versatilidade de uso e capacidade de conservação dos produtos. Porém, o sistema de tratamento convencional de água e suas respectivas instalações não foram projetadas para remover esta classe de químicos, permitindo que as substâncias cheguem às torneiras da população (LÓPEZ-DOVAL *et al.*, 2016).

Somado à ausência de regulamentação acerca dos níveis permitidos, o descarte e presença de parabenos em sistemas aquáticos, esses compostos se apresentam como um grande desafio para a gestão de recursos hídricos e sanitária nacional (HAMAN *et al.*, 2015). Além disso, há poucas informações sobre essa classe de contaminantes em ambientes aquáticos naturais (MONTAGNER *et al.*, 2017), havendo a necessidade de mais estudos que abordem a dinâmica dos parabenos nas matrizes aquosas naturais. Os CPEs são substâncias ainda não incluídas nas análises de monitoramento ambiental de rotina e, portanto, candidatos à inclusão na legislação devido aos seus efeitos adversos e/ou de persistência para o ambiente (NOGUEIRA-OVIEDO; AGA, 2016).

A inserção de produtos com potencial bioacumulativo e bioativo no ambiente por si só, já demonstra a relevância do estudo de compostos persistentes, a fim de que seja possível subsidiar políticas públicas para gerenciamento de recursos hídricos e, assim, propiciar um ambiente mais saudável com melhor qualidade de vida à população. Sendo ainda mais pertinente o estudo, por se tratar de ambientes lagunares, inseridos em centros urbanos com destaque turístico. As lagoas em questão, Lagoa Pequena (LP) e Lagoa do Peri (LdP) são empregadas como áreas de recreio de contato primários de cunho local e turístico além de assumirem um papel de suma importância como fonte de água para abastecimento público esporádica, no caso da LP e permanente, para mais de 200 unidades consumidoras, como é o caso da LdP.

Em função da visível necessidade de se conhecer mais sobre a presença e distribuição dos CPEs e os riscos à saúde do ecossistema, esse estudo tem o intuito de avaliar a presença e concentração de parabenos através das quatro principais estruturas químicas de parabenos mais encontradas em matrizes aquosas, em dois ambientes límnicos da ilha de Santa Catarina, e observar a relação entre estes contaminantes com a urbanização local em diferentes condições pluviométricas. Adicionalmente, buscou-se avaliar a distribuição espacial dos contaminantes e dos parâmetros físico-químicos, avaliando a conformidade dos parâmetros de saúde ambiental com a legislação vigente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um diagnóstico ambiental dos ambientes lacustres, relacionando a ocorrência de parabenos com a qualidade ambiental, através das características físico-químicas e de nutrientes inorgânicos dissolvidos em diferentes condições hidrológicas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar e quantificar as principais fórmulas químicas de parabenos (MeP, EtP, PrP e BuP) nas águas da Lagoa Pequena (LP) e Lagoa do Peri (LdP), nos canais e ambiente marinho adjacente;
2. Avaliar a concentração e distribuição espacial dos parabenos de cada ambiente lacustre, relacionado ao uso recreacional, presença de esgoto, usando como indicativo os nutrientes e com a precipitação local; e,
3. Verificar a influência da precipitação na aparição e concentração dos parabenos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 CLIMATOLOGIA E HIDROMETEOROLOGIA

A compreensão do clima se dá por meio da análise de distintos padrões de variabilidade da superfície da terra, englobando as circulações atmosférica e oceânica, além da forma como ambas interagem. Uma importante inter-relação atmosférico-oceânica é o *El Niño* Oscilação Sul (ENOS), fenômeno que ocorre no Oceano Pacífico Equatorial e na atmosfera adjacente, promovendo variabilidade climática em escala global, com importantes reflexos na América do Sul (KAYANO *et al.*, 2016).

O *El Niño* consiste no aquecimento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial, devido ao enfraquecimento dos ventos alísios, acarretando períodos de altos índices pluviométricos na América do Sul, mais especificamente na região sul do Brasil. Dessa forma, ocorrem chuvas acima da média histórica nas estações de transição, primavera (outubro e novembro) e outono (maio e junho), e temperaturas do ar mais elevadas. Nesta condição as frentes frias que chegam ao sul do país podem ficar semiestacionárias, causando precipitação ao longo de todo o dia (BERLATTO; FONTANA, 2003).

Já o *La Niña* se caracteriza pelo resfriamento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial, em virtude da intensificação dos ventos alísios. No sul do Brasil, tende a ocorrer uma diminuição no número de frentes de junho a fevereiro, com possibilidade de períodos de estiagem e frentes frias deslocando-se rapidamente. Assim, as chuvas ficam abaixo da média, mais intensamente no mês de novembro. Em janeiro, a situação pode se reverter no sul do Brasil, com registros de chuvas acima da média para o mês em alguns episódios do *La Niña*. De maneira geral, essas condições promovem uma diminuição da pluviosidade, associando o *La Niña* com uma condição de estiagem (BERLATTO; FONTANA, 2003).

As Normais Climatológicas são métricas obtidas pelo cálculo das médias de variáveis meteorológicas, compreendendo, no mínimo, três décadas consecutivas, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), e são capazes de representar as características médias do clima em cada localidade (INMET, 2022), sendo utilizadas como limiares tanto para o fenômeno

ENSO, como para diversos outros, estabelecendo um paralelo com as variáveis meteorológicas.

Na região sul do Brasil, devido a localização nos limites da zona subtropical as variáveis meteorológicas, precipitação e temperatura do ar, atuam de maneira mais direta para no domínio da climatologia, possuindo relação intrínseca com a dinâmica da atmosfera e o relevo da região (GONÇALVES; BACK, 2018). Direcionando ainda mais para a área de estudo, tem-se os sistemas frontais que são influenciadores de mudanças nas variáveis meteorológicas, e estão presentes na região centro sul do país. A passagem de uma frente fria modifica os padrões de temperatura, precipitação e demais fatores que compõe o sistema como um todo, ocasionando temporais mais localizados na faixa litorânea (OLIVEIRA, 2022), desastres naturais e influências diretas na recarga dos mananciais e no fluxo das águas, seja pelo excesso ou escassez, portanto, a precipitação é de extrema importância para o ciclo hidrológico (GOTARDO *et al.*, 2018).

Cardoso *et al.* (2020) pontua que para a região os eventos externos de precipitação ocorrem majoritariamente na estação do verão, corroborando com Oliveira (2022) que documentou na região de Santa Catarina para esta mesma estação eventos de enxurradas repentinas devido ao aquecimento e formação de células convectivas de circulação. Relativo a frentes frias, no verão estão mais enfraquecidas no litoral catarinense (OLIVEIRA, 2022), e um aumento na frequência da passagem desses sistemas é observado no outono, tendo sido pontuado pelos menos 5 grandes eventos de passagens de frentes frias pela região de estudo no período durante o ano de 2020 o que propiciou aumento no volume acumulado de precipitação.

Segundo a NC 1991-2020 o período de maiores precipitações para Florianópolis ocorre na estação do verão, entre os meses de dezembro e fevereiro, com média aproximada de 206 mm/mês, com temperatura média para a estação na casa dos 25 °C e a época de precipitações menos significativas para Florianópolis é durante o inverno, de junho a agosto como média de 65 mm/mês e com temperatura em torno dos 17 °C (INMET, 2022). Apesar deste padrão determinado, a meteorologia e os eventos extremos subsidiam importantes interpretações locais, bem como a avaliação da precipitação recente que acometeu a região estudada, que foi capaz de

trazer as respostas mais diretas frente as concentrações de substâncias químicas encontradas nas matrizes ambientais.

Os fatores meteorológicos, como as chuvas, também influenciam a presença de parabenos nas águas naturais, onde, a ocorrência de intensas precipitações pode elevar as quantidades de parabenos que chegam nos rios (VILELA *et al.*, 2018) e ocasionar a diluição de compostos presentes nos ecossistemas aquáticos segundo Reichert *et al.* (2017).

3.2 FORÇANTES ANTROPOGÊNICAS

Segundo o último censo do IBGE, em 2010, 26,58% da população brasileira vive na zona costeira (IBGE, 2010), que é definida constitucionalmente como patrimônio nacional junto com Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, a Serra do Mar e o Pantanal Mato-Grossense, “e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais” (BRASIL, 1988).

A zona costeira (ZC) foi sendo ocupada sem a preocupação ou mesmo o conhecimento da dinâmica ambiental o que resultou em uma zona geradora de conflitos. Principalmente por estar em área de interesses múltiplos e sobreposição de usos, fruto das formações socioeconômicas construídas ao longo do processo histórico de ocupação do território, caracterizada pela diversidade ambiental e cultural, e por desequilíbrios sociais e econômicos (ANGULO, 2004).

Os conflitos sociais, econômicos e ambientais da ZC estão ligados à extensa ocupação, ao dinamismo do ambiente e a diversidade dos processos terrestres, oceânicos e atmosféricos, que alteram constantemente as características deste ambiente (ANGULO, 2004). Intervenções na ZC necessitam de compreensão da morfodinâmica do litoral, devido às forçantes meteorológicas e oceanográficas e como interagem com as pressões de ordem econômicas e sociais, políticas, legais e institucionais, seus usos, impactos e conflitos.

O Estado de Santa Catarina possui área territorial de aproximadamente 95.730 km² com população estimada em 7.338.473 pessoas em 2021 (IBGE, 2020), sendo que 4,35% compreendem a planície costeira e o sistema praiial ao longo de 538 km de linha de costa (HORN FILHO, 2003). O litoral Catarinense se destaca no cenário

nacional, devido ao desenvolvimento socioeconômico, à expansão urbana e ao turismo local. O Município de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina, tem como território a ilha de Santa Catarina e uma pequena parte continental, já completamente urbanizada, que totalizam uma área territorial de 674,844 km² (IBGE, 2022). Separadas pelas baías Norte e Sul, que se interligam por um estreito, sobre o qual existem três pontes que ligam a ilha ao continente.

Florianópolis possui 30% do seu território classificadas como Áreas Protegidas (FLORAM, 2020), com poucas efetivamente preservadas, devido principalmente à expansão dos núcleos urbanos e vias de acesso que fragmentaram habitats. O município vem atraindo muitos turistas e novos moradores, a população da cidade de Florianópolis cresceu de 421.240 para 516.524 habitantes, segundo estimativa realizada desde o censo de 2010 até 2021 (IBGE, 2022). Com 117 praias arenosas, lagoas, lagoas, dunas, restingas, costões, marismas e mangues, sua população praticamente dobra na temporada de verão, gerando impactos ambientais intensos e pontuais de curta duração (COVELLO; BRILHA, 2017).

O ambiente lagunar da Lagoa Pequena é um dos ambientes classificado como áreas protegidas e junto ao canal e praia adjacente do Campeche, localizam-se no bairro que leva o mesmo nome. Neste ambiente pode-se contemplar a paisagem, caminhar por suas trilhas, tomar banho na lagoa e praticar esportes náuticos não motorizados, fotografar e fazer piqueniques, sendo que a UC fica aberta ao público sem restrições de acesso (FLORAM, 2020). Este ambiente está inserido em um novo centro urbano, com 15.436 habitantes (IBGE, 2010), com importância econômica para o município como polo turístico. Igualmente, o segundo ambiente estudado pertencente a áreas protegidas, o ambiente lagunar da Lagoa do Peri, que tem uma lagoa com águas doces utilizadas para abastecimento público de água desde 1996 e junto de seu canal e praias adjacentes, praia da Armação e do Matadeiro fazem parte do bairro Armação do Pântano do sul, contando com 2.837 habitantes, é um bairro pequeno, que mantém as características de antiga vila de pescadores.

O desafio está em compatibilizar a ocupação costeira com sua dinâmica ambiental, minimizando os impactos e conflitos, como processos erosivos, contaminação e poluição das águas, degradação dos ecossistemas e recursos naturais (ANGULO, 2004). O equilíbrio entre a proteção da ZC e o desenvolvimento econômico representa um dos principais desafios para o modelo de desenvolvimento

sustentável, e causam grande preocupação na sociedade (COVELLO; BRILHA, 2017).

Uma desarmonia no ambiente pode ser causada pelas quantidades incoerente de nitrogênio e o fósforo, quando em níveis adequados são nutrientes essenciais à biota aquática (DODDS; SMITH, 2016). O fósforo, enquanto elemento limitante para a produtividade primária, possui relevância singular para o funcionamento balanceado dos sistemas. Esse elemento encontra-se sob a forma de fosfato, quer na forma iônica, quer na forma complexada. Do ponto de vista limnológico, todas as formas de fosfato são importantes, no entanto, o P-orto assume maior relevância por ser a principal forma de fosfato assimilada pelos vegetais aquáticos. O nitrogênio também está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas, como nitrato, nitrito, amônia, íon amônio e nitrogênio orgânico dissolvido. Dentre elas, o nitrato e o íon amônio assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários (ESTEVES, 2011).

Adicionalmente, há um aumento da variedade e da quantidade de substâncias químicas descartadas nos corpos hídricos como por exemplo resíduos do uso de fertilizantes agrícolas (TUNDISI *et al.*, 2008), e de compostos com potencial risco, como os parabenos (BOLONG *et al.*, 2009).

3.3 CONTAMINANTES DE PREOCUPAÇÃO EMERGENTE

Segundo o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), contaminantes de preocupação emergente são quaisquer substâncias químicas, naturais ou sintéticas, e/ou microrganismos que ainda não são vigiados, capazes de surgir no ambiente e provocar impactos negativos sobre ecossistemas e/ou sobre a saúde humana, sejam esses conhecidos ou desconhecidos. Ao analisá-los, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) considera a possibilidade de inclusão desses em legislações futuras e recomendam a necessidade de pesquisas sobre ecotoxicidade, e sobre a saúde dos seres vivos (USEPA, 2022).

Desde a revolução industrial, uma diversidade de novos compostos químicos vem sendo utilizados em abundância na composição dos mais variados produtos, que vão desde tintas, fertilizantes, cosméticos e alimentos até fármacos (MONTAGNER *et*

al., 2017). Os CPEs estão cada vez mais presentes no ambiente e compreender como se comportam nas diferentes matrizes ambientais, qual o potencial de bioacumulação e quais são os efeitos adversos é de grande relevância, assim como identificar mecanismos capazes de remover esses compostos das águas (YAMAMOTO *et al.*, 2011).

Pode-se observar que os contaminantes chegam ao ambiente por meio de fontes pontuais e difusas. As fontes pontuais estão relacionadas aos lançamentos oriundos de uma só fonte de contaminação, por exemplo, pela descarga de efluentes através de um duto. Esse tipo de contaminação pode ser facilmente identificada e corrigida, enquanto as fontes difusas são de difícil controle e identificação por não possuir um ponto concentrado de lançamento de contaminantes, e geralmente estão associadas ao escoamento pluvial, por infiltrações no solo ou aportes provenientes da drenagem urbana, contaminando o ambiente por vários pontos de contato (MIZUKAWA *et al.*, 2017).

Muitos compostos nomeados CPEs são utilizados pelos humanos e eliminados na água, seja através da excreção ou da higiene pessoal (MIZUKAWA *et al.*, 2017). Alguns destes contaminantes são bioacumulados e podem provocar alterações fisiológicas como desregulações endócrinas (YAMAMOTO *et al.*, 2011). Estudos relatados na literatura científica sobre os impactos negativos desses compostos ampliam o entendimento acerca da problemática, e endossam a proposição para que os CPEs venham a ser considerados substâncias incluídas na legislação que regula os limites e padrões de uso da água (EPA, 2008; BOLONG *et al.*, 2009).

3.3.1 PARABENOS

Os parabenos são compostos orgânicos da família de ésteres sintéticos do ácido p-hidroxibenzóico, que diferem apenas no grupo alquil, que é o número de átomos de carbono que formam a ramificação do composto (MOREIRA, 2014), sendo sua primeira utilização pelas indústrias farmacêuticas datada de meados de 1920 (CHEN *et al.*, 2017). Desde então, seu vasto potencial de uso deve-se à alta eficácia como conservante antimicrobiano, eficaz contra bolores e leveduras, sendo consideradas as substâncias orgânicas mais abundantes em fórmulas de produtos de uso diário e cuidado pessoal.

As formas mais utilizadas por indústrias farmacêuticas e alimentícias são o metilparabeno (MeP) e o propilparabeno (PrP), seguidos por etilparabeno (EtP), butilparabeno (BuP), conforme ilustrado na Figura 1, isopropilparabeno (IpP), isobutilparabeno (IbP) e benzilparabeno (HeP) (LIN *et al.*, 2008). Na indústria cosmética, MeP e PrP, são rotineiramente empregados por serem de uso seguro (relativamente não irritantes e de baixa toxicidade) e estáveis em diversas faixas de pH, além de apresentarem ausência de odor perceptível e gosto, solúveis em água e baixo custo (SONI *et al.*, 2005). Ao mesmo tempo, devido a sua estabilidade química em função do pH e da temperatura, os produtos podem ser autoclavados com segurança, sem perdas substanciais da função antimicrobiana.

O MeP possui a menor grupo alquil sendo mais solúvel em água e considerado menos tóxico (PETRUCI *et al.*, 2011; MENDONÇA, 2015). Em amostras de água, o MeP se junta com materiais sólidos suspensos e nos sedimentos (HAMAN *et al.*, 2015). O PrP tem ação fungicida, sendo utilizado nas preparações farmacêuticas de supositórios, anestésicos, xaropes, soluções injetáveis, contraceptivos e vitaminas para ganho de peso. São mais eficazes quando utilizados em combinações do que individuais (SONI *et al.*, 2005). Também pode ser utilizado como conservante de alguns produtos, e estudos indicam toxicidade, efeito mutagênico e cancerígeno deste composto (LARA-VALDERRÁBANO *et al.*, 2016).

Segundo Mowad (2000) o primeiro caso documentado de alergia em função dos parabenos foi com o EtP (antifúngico) em 1940, quando esse foi utilizado em um cosmético, sendo que as taxas de sensibilização variam a depender das concentrações que vão de 0 a 4,2%, com casos isolados de até 10,9%. O BuP tem baixa solubilidade em água, sendo um composto não iônico com capacidade de inibição bacteriana quatro vezes maior que EtP (BLEDZKA *et al.*, 2014), amplamente utilizado como ingrediente desinfetante em cosméticos, medicamentos e alimentos (QIAN *et al.*, 2008).

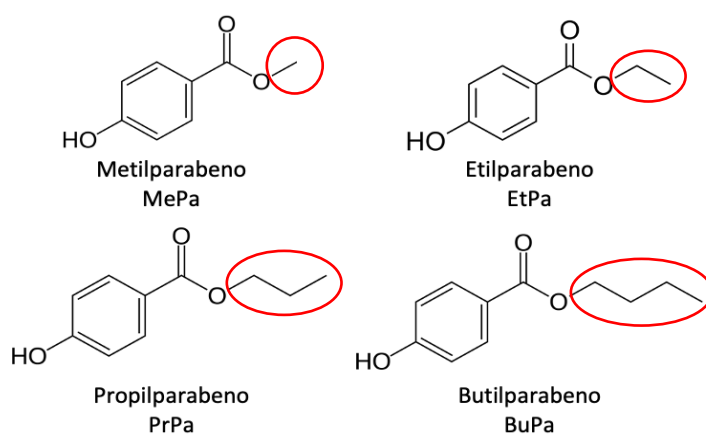


Figura 1: Fórmulas químicas das diferentes estruturas do parabeno estudadas, com destaque para os grupos alquilas. Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.

O primeiro relato dessas substâncias em um corpo hídrico ocorreu em 1996 (PAXÉUS, 1996), mas foi apenas nos anos 2000 que o avanço nas técnicas analíticas por cromatografia líquida permitiu detectar e quantificar estas substâncias no ambiente aquático (HAMAN *et al.*, 2015). Sua presença foi relatada em águas continentais e regiões costeiras, chegando também à população através da água de abastecimento (HAMAN *et al.*, 2015; ZGOŁA-GRZEŚKOWIAK *et al.*, 2016; REICHERT *et al.*, 2017; MA *et al.*, 2018; FENG *et al.*, 2019).

Uma vez inseridos no meio aquático, os serviços ecossistêmicos prestados pelos diferentes componentes da biota atuam na remoção desses compostos, como relatado por Anjos *et al.* (2018), que utilizou macrófitas aquáticas *Landoltia punctata* e *Lemna minor* e, após 9 dias de experimento observou a remoção de 98% para PrP e 80% para MeP. O mesmo estudo apresentou uma remoção de aproximadamente 20% do MeP, empregando apenas processos naturais de associação biológica.

Dordio *et al.* (2010), Ratola *et al.* (2012) e Zhao *et al.* (2021), afirmam que a presença das macrófitas aquáticas e bactérias incrementam a eficiência de remoção de poluentes emergentes, incluindo os parabenos, devido a adsorção dos poluentes pelos organismos, processo conhecido como fitorremediação.

Nascimento *et al.* (2019) removeu 90% para MeP, EtP e PrP e 88% para BuP com o método de microaeração para remoção de parabenos e através do processo de oxidação avançada com ultravioleta e peróxido de hidrogênio, a remoção de MeP em solução aquosa se mostrou eficiente (PEÑA, 2015; JORGE, 2018). A eliminação de parabenos em matriz aquosa, mediante processos de adsorção com diferentes

elementos químicos (polímeros de tanino *Weibull Black* e resina *Dowex Optipore*), e processos químicos de oxidação avançada, por radiação UV com $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}_2^+$ ou TiO_2 apresentaram resultados promissores. Oxidação eletroquímica avançada, utilizando eletrodo de Diamante Dopado com Boro (BDD) eliminou quase totalmente MeP, EtP, PrP e BuP, em 15 minutos de tratamento (PEÑA, 2015).

A toxicidade aguda para MeP e o PrP em crustáceos (*Daphnia similis*), bactérias (*Vibrio fischeri*), algas (*Pseudokirchneriella subcapitata*) e peixes (*Oryzias latipes*) foi estudada por Madsen *et al.*, (2001) e mais tarde por Terasaki *et al.*, (2012). A concentração que provoca uma resposta eficaz em metade dos indivíduos submetidos ao teste (CE_{50}) média entre todos os estudos variaram de $5,9 \text{ mg L}^{-1}$ a 91 mg L^{-1} para o MeP e $0,26 \text{ mg L}^{-1}$ a 15 mg L^{-1} para o PrP.

De acordo com Moreira (2014), os parabenos têm efeitos semelhantes aos estrogênios, ocasionando desregulação hormonal e, assim, causando danos à saúde humana. Ao mesmo tempo, Oishi (2002), sugere que os parabenos são possíveis desreguladores endócrinos, afetando a produção de hormônios (testosterona), a quantidade de espermatozoides e consequentemente a fertilidade masculina. Estes compostos são absorvidos e acumulados em diferentes tecidos, como fígado, músculo, rins e até cérebro (XUE; KANNAN, 2016), e em amostras de câncer de mama, foram detectadas concentrações médias de parabenos na ordem de 20 ng g^{-1} de tecido (DARBRE, 2016).

A absorção dos parabenos em mamíferos por via oral ocorre de forma rápida e a absorção tópica de forma diferente para cada estrutura química e sendo maior para EtP, PrP e BuP em comparação com MeP (GOLDEN *et al.*, 2005). São excretados como p-hidroxbenzeno ou depois de passarem por hidrólise, eliminados como conjugados de sulfato com ácido glicurônico ou glicina (PACHECO, 2018). Em ratos, Golden *et al.* (2005) relataram que 2% dos parabenos ficam retidos nos tecidos, 4% são excretados nas fezes e todo o restante é eliminado pela urina.

Os efeitos relacionados a exposição aos parabenos frente a distúrbios reprodutivos masculinos foram descritos em ratos, nos quais PrP e BuP afetam a síntese de testosterona e sua função reprodutiva para o sexo masculino (HARVEY; EVERETT, 2004). Já para o sexo feminino, Pacheco (2018) relatou que, depois de uma administração subcutânea de BuP em ratos, a atividade estrogênica do composto foi confirmada, com o aumento de peso uterino.

3.4 REGULAMENTAÇÃO DOS PARABENOS

Após a Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente em Estocolmo, em 1972, foi declarado que os recursos naturais, como a água, o ar, o solo, a flora e a fauna devem ser conservados em benefício das gerações futuras, cabendo a cada país inserir na sua legislação e tutelar sobre os temas (ONU, 2020). Os Estados Unidos da América iniciaram, na década de 1990, investigações amplas acerca de compostos químicos, poluentes industriais e subprodutos humanos que aportam nos ambientes aquáticos. Em sua maioria realizados e publicados pela USGS, os estudos confirmaram que diversos produtos químicos emergentes persistentes e/ou de preocupação emergente estão sendo detectados no ambiente. Correlato aos resultados encontrados nas pesquisas americanas, Yamamoto *et al.* (2011) detectou contaminantes químicos na água potável, tornando preocupante o grau de incerteza sobre os efeitos destas substâncias, especialmente pela frequente ingestão destes contaminantes presentes na água.

O Brasil, antes mesmo do início da filosofia protecionista para o meio ambiente em âmbito internacional, já possuía normas disciplinadoras de proteção ambiental, como é o Código de Águas, de 1934, e o estabelecimento legal dos bens ambientais naturais, artificiais e culturais como bens públicos, em 1937. Com a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente, assegurada pela Lei 6.938/1981 (BRASIL, 1981), passou-se a tratar os recursos ambientais de forma integrada e holística, além de criar institutos e autarquias destinadas exclusivamente a essa temática. Neste sentido, os recursos hídricos do país são regulados pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), através da Lei Federal 9.433/1997, que objetiva assegurar à atual e futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados, a utilização racional e integrada desse recurso, além da prevenção e defesa contra eventos hidrológicos, decorrentes do uso inapropriado dos recursos (BRASIL, 1997).

De forma complementar, a Resolução CONAMA 357/2005, dispõe sobre a classificação hídrica e fornece instruções para seu enquadramento, com definições sobre as classes e padrões limites de lançamento de efluentes (CONAMA, 2005). Especificamente para os parabenos a ANVISA, através das Resoluções da Diretoria Colegiada (RDC), estabelece alguns limites e proibições de uso. A RDC 8/2008, proíbe o uso de aditivos PrP e PrP de sódio em alimentos (ANVISA, 2008), enquanto

a RDC 30/2011 substituiu uma já obsoleta lista de substâncias de ação conservante permitida para produtos saneantes de 2008 (ANVISA, 2011), e fixou os mesmos limites da RDC 29/2012, que aprovou o Regulamento Técnico Mercosul sobre a “Lista as Substâncias de Ação Conservante permitidas para Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes” (ANEXO 1).

A Resolução de 2012 ainda permite o uso do parabeno (TABELA 1), enquanto éster individual (metila, etila, propila, isopropila, butila, isobutila e fenila), no valor máximo de 0,4 % e dobra o limite quando usado para misturas de ésteres ou sais (ANVISA, 2012).

Tabela 1: Recorte da lista de substâncias de ação conservante permitidas para produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, segundo a RDC 29/2012 no tocante aos parabenos.

No	Substância	Máxima Concentração Autorizada
11	Ácido 4-hidroxibenzóico, seus sais e ésteres.	Expresso como ácido: a) Individual 0,4%; b) Misturas de sais ou ésteres 0,8%.

Fonte: Modificado da RDC 29/2012 pelos autores em 2022.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa Conjunta 01/2013 (BRASIL, 2013), também mencionou os parabenos (MeP, EtP, PrP, BuP e IbP) como ingredientes passíveis de uso nas formulações de agrotóxicos, e classificou BuP, EtP e IbP, pertencentes a Classe III (componentes de preocupação toxicológica e/ou ambiental não determinada), o MeP e PrP na Classe IV (componentes de mínima preocupação toxicológica e/ou ambiental). Estes limites são relativos às concentrações permitidas de parabenos em produtos de higiene pessoal, cosméticos, produtos de limpeza, agrotóxicos e alimentos que estão previstos em legislações, porém, cabe ressaltar que não existe disposição legal alguma sobre a quantidade e os limites que esses compostos podem ser encontrados em quaisquer matrizes aquosas no Brasil.

De acordo com a ANVISA (2012), conservantes são substâncias adicionadas a produtos como cosméticos, higiene pessoal, limpeza, dentre outros, com a finalidade de inibir o crescimento de microrganismos, desde a fabricação até a estocagem dos produtos e/ou para proteger da contaminação inadvertida durante o uso.

Na área alimentícia, são empregados em diversos alimentos processados, incluindo legumes, assados, gorduras e óleos, temperos, adoçantes, extratos de café, sucos, pickles, molhos, refrigerantes e produtos lácteos congelados (SONI *et al.*, 2005).

4 METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Os ambientes lacustres foram aqui denominados, na sua totalidade, incluindo espelho d'água, canal e ponto marinho como: Ambiente Lagunar da Lagoa Pequena ou LP e Ambiente Lagunar da Lagoa do Peri ou LdP. A LP e a LdP são ambientes lacustres pertencentes ao Município de Florianópolis, na parte insular, mais especificadamente na porção sul (FIGURA 2). Esses ambientes são compostos por sedimentos arenosos lamosos, mal selecionados, sob a forma de terraços lagunares, adjacentes aos depósitos marinhos praias e eólicos holocênicos (CARUSO JÚNIOR, 1993; HORN FILHO *et al.*, 2014).

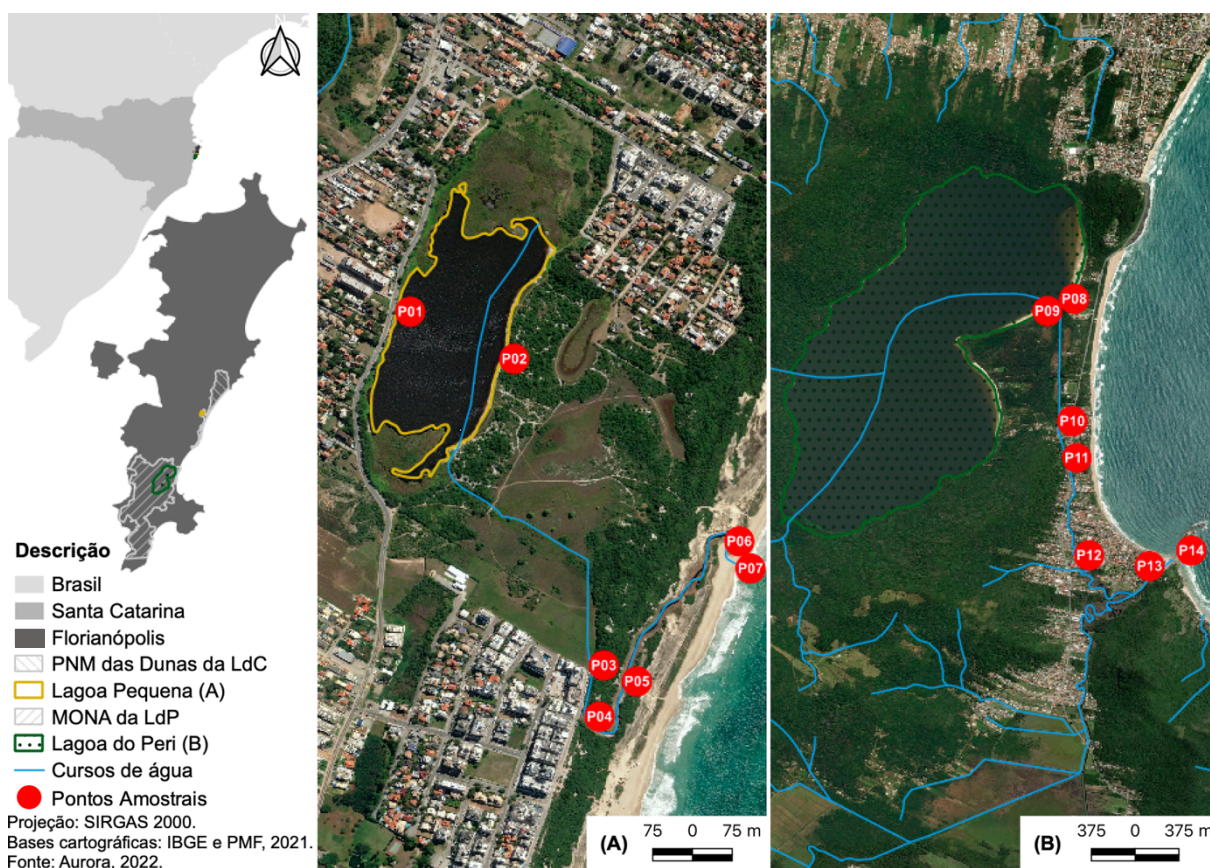


Figura 2: Mapa de localização da área de estudo com indicações do País, Estado e Município, das lagoas objeto do estudo e dos cursos de água, delimitação das unidades de conservação (Parque Natural Municipal das dunas da Lagoa da Conceição e Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri), e pontos amostrais de cada ambiente lagunar estudado, em (A) ambiente lagunar da Lagoa Pequena e em (B) ambiente lagunar da Lagoa do Peri. Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.

Situada no bairro Rio Tavares, pertencente ao Distrito do Campeche, a LP está na maior área de planície sedimentar da ilha de Santa Catarina, situada entre duas outras formações lagunares de maior porte, Lagoa da Conceição e LdP. Sendo que está inserida na unidade de conservação Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição com área total protegida de 706,76 ha. A lagoa possui 2.029 m de perímetro de espelho d'água, 99.877,15 m² de área de lagoa e aproximadamente 112.000 m³ de volume de água. A profundidade varia entre 0,3 e 1,5 m, sendo a profundidade média estimada em 1,12 m (BEAUMORD *et al.*, 2014). A vegetação do entorno da LP se apresenta no formato de mosaicos, com dominância herbácea/subarbusiva nas margens e predomínio arbustivo nas regiões de pós-dunas (FALKENBERG, 1999).

A LdP representa um ambiente límnic pelo menos 50 vezes maior que a LP e, além do uso recreacional, é utilizada para abastecimento público de água para o leste e sul da ilha, cabe ressaltar ainda que não sofre influências da maré, pois está 3 m acima do nível do mar (CECCA, 1997). A lagoa possui perímetro de 10.257 m de espelho d'água e área equivalente a 5,1 km² de área de lagoa, com profundidade máxima de 11 m, e constitui-se como a maior lagoa de água doce potável do litoral catarinense, e como o maior manancial superficial de água doce da ilha. Um conjunto de mananciais que nascem nas encostas do sul da ilha chegam na lagoa e, junto com a morraria adjacente, compõem a Unidade de Conservação Municipal denominada Monumento Natural Municipal da LdP (MONA da LdP), criada pela Lei 10.530/2019 (LEI ORDINÁRIA, 2019). A MONA da LdP compreende uma área do território municipal com superfície de 4.274,43 ha de unidade de conservação e 20,3 km² de bacia hidrográfica e representa um dos principais ecossistemas em estágio de preservação e regeneração da Mata Atlântica original, berçário de animais típicos, como a lontra e o macaco-prego, além de ser refúgio para aves ameaçadas, como a gralha-azul (FLORAM, 2020).

O presente estudo conta com um cronograma de coletas distribuído em cinco campanhas amostrais exploratórias, entre os anos de 2019, 2020 e 2021. As campanhas foram executadas considerando as estações do ano e o regime pluviométrico do período amostrado. Sempre que possível, as coletas foram iniciadas pela LdP, devido à logística operacional de tempo de deslocamento, trânsito e,

principalmente, para que as amostras passassem o menor tempo possível sem estarem devidamente refrigeradas.

Tabela 2: Cronograma de coletas.

CAMPANHA	ESTAÇÃO DO ANO	DATA AMOSTRAL
C I	Primavera	28/11/2019
C II	Verão	11/03/2020
C III	Outono	05/06/2020
C IV	Primavera	01/10/2020
CV	Verão	26/02/2021

Em cada ponto amostral foram realizadas coletas de água em triplicatas, utilizando o amostrador mais adequado (caneco inox, garrafa Niskin ou os próprios frascos das amostras) para a realidade do momento da coleta, que variou conforme o regime pluviométrico.

A acessibilidade, relevância para a pesquisa e proximidade de possíveis fontes poluidoras foram os fatores que mais influenciaram para a escolha dos pontos amostrais, em ambos os ambientes lacustres. Foram priorizados os pontos de fácil acesso para a população, tendo em vista que as lagoas são utilizadas para turismo, lazer e recreação e, no caso da LdP, também para o abastecimento público de água. Para melhor avaliar cada ambiente, categorizou-se em espelho d'água, canal e ponto marinho adjacente.

Tabela 3: Detalhamento dos sete pontos amostrais do ambiente lagunar da Lagoa Pequena – LP. Contendo a identificação de cada ponto, suas localizações e a porção em que se encontram no ambiente, além dos registros fotográficos e breve descrição.

Porção / Ponto amostral / Coordenadas Descrição do local	Ilustração
Espelho d'água / P01 / -27,65673/-48,47968 Local de fácil acesso à população através de deck de madeira ou pela margem da lagoa. Essa é margeada pela Avenida Campeche e apresenta uma baixa declividade entre a rua e a lagoa e por se tratar de um novo centro urbano, há concentração populacional e empreendimentos residenciais e comerciais no seu entorno, com vegetação mais escassa do lado oeste da lagoa.	

Espelho d'água | P02 | -27,65763/-48,47769

Para acessar a margem leste é necessário que seja feita uma trilha de nível moderada. Região com vegetação rasteira e arbustiva, característica de dunas, que margeia todo o lado leste da lagoa, promovendo sombreamento e possibilitando que seja um local de refúgio e corredor ecológico para a vida silvestres, ficando do lado oposto ao P01.



Canal | P03 | -27,66350/-48,47598

Primeiro ponto localizado no canal, após o primeiro trecho de drenagem da água vinda da lagoa em direção ao mar. Esse ponto faz fronteira entre a área de vegetação rasteira e arbustiva do perímetro da lagoa e a área de um novo lote habitacional, Loteamento Novo Campeche, nesse local há presença de tubulação de escoamento unidirecional da água e as coletas foram realizadas no ponto anterior a tubulação.



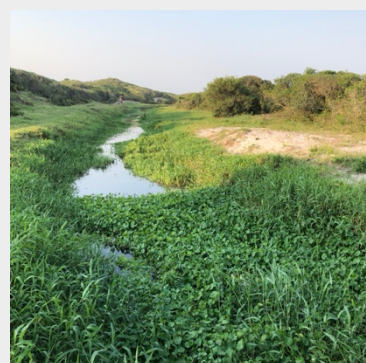
Canal | P04 | -27,66448/-48,47606

Localizado logo após a saída da tubulação, das águas vindas da lagoa, em frente as unidades habitacionais do já referido loteamento, a cerca de 115 metros do ponto anterior. Nesse ponto a água volta a seguir seu curso natural em direção ao mar e a ela juntam-se águas das chuvas recolhidas nas galerias de drenagem vindas dos condomínios. As margens do córrego possuem cobertura vegetal e o declive da rua até a água é de aproximadamente 2,5 metros, além disso o local apresentava certa degradação com abandono de resíduos orgânicos, materiais plásticos e restos de madeiras no período que compreendeu o estudo.



Canal | P05 | -27,66381/-48,47534

Na metade da segunda parte do canal, entre área habitada e região vegetada das dunas que levavam à praia. Nesse local existia uma madeira que funcionava como ponte, por onde era possível atravessar e chegar à praia, caminho conhecido e frequentemente utilizado por moradores locais, banhistas e até turistas. O local possuía vegetação rasteira e arbustiva, nas proximidades ainda podiam ser encontrados equinos e bovinos.



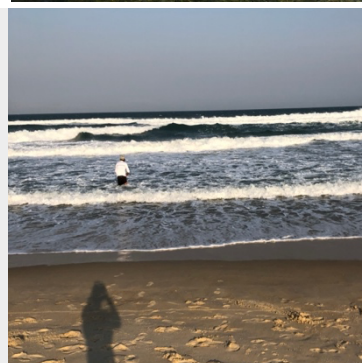
Canal | P06 | -27,66113/-4847338

Último ponto do canal, é o ponto da barra do córrego que pode estar aberta, estabelecendo comunicação com o mar, ou fechada, com uma barra arenosa impedindo tal comunicação a depender dos fatores meteorológicos reinantes, local de fácil acesso vindo da praia.



Ponto marinho | P07 | -27,66165/-4847317

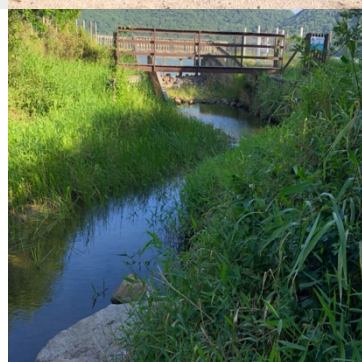
O último ponto deste ambiente, quando não há barra arenosa impedindo, é o de ampla mistura entre a água da lagoa com a água marinha. Localizado na Praia do Campeche.



Fonte: *Elaborado pelos autores em 2022.*

Tabela 4: Detalhamento dos sete pontos amostrais do ambiente lagunas Lagoa do Peri – LdP. Contendo a identificação de cada ponto, suas localizações e a fração em que se encontram no ambiente, além, dos registros fotográficos e de uma breve descrição.

Porção Ponto amostral Coordenadas	Ilustração
Descrição do local	
Espelho d'água P08 -27,72844/-48,51074 Próximo a captação de água para abastecimento público de pelo menos 140 mil moradores das partes leste e sul da ilha. Local de menor uso pelos banhistas, margeado de vegetação e bem próximo a comporta de captação d'água pela companhia de abastecimento público.	
Canal P09 -27,72865/-48,51053 Localizado logo após o ponto de captação de água, inserido em local com vegetação arbórea, entre a lagoa e a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), responsável pelo abastecimento e tratamento de água para o leste e sul da Ilha de Florianópolis, local de difícil acesso para os banhistas.	



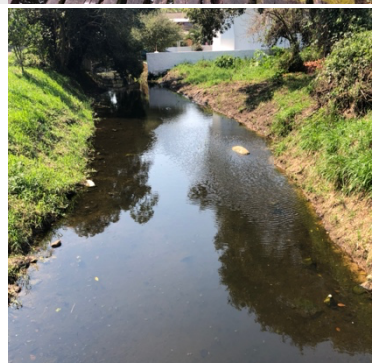
Canal | P10 | -27,73908/-48,51069

Ficando no caminho de acesso ao Projeto Lontras, em uma estrada de terra batida, porém próxima a Rodovia SC 406. As coletas foram realizadas nas proximidades de uma ponte de madeira, em má conservação, numa região com vegetação alta, robusta e densa, existência de algumas casas próximas ao córrego.



Canal | P11 | -27,74228/-48,50991

Localizado onde a Rua Túlio de Oliveira converge com a SC 406, região que também apresentava vegetação alta, porém com mais casas em torno e algumas fazendo divisa às margens do córrego, esse ponto foi o que apresentou o segundo maior volume de água encontrado ao longo do canal, ficando atrás apenas do P12. Em algumas campanhas apresentava abundantes macrófitas e cheiro característico de esgoto.



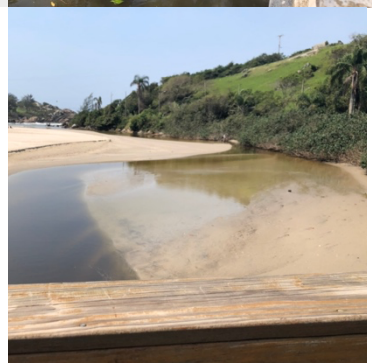
Canal | P12 | -27,75075/-48,50924

Maior volume de água, profundidade, adensamento populacional e impacto ambiental negativo no entorno. O ponto de coleta foi realizado sob a ponte da Avenida Antônio Borges dos Santos que liga a Rodovia SC 406 às Praia da Armação e Praia do Matadeiro. Neste ponto o córrego mantém a influência apenas das águas que vêm da LdP, margens com vegetação esparsa.



Canal | P13 | -27,75169/-48,50164

Localizado já em solo arenoso, próximo a uma passagem para a parte mais frequentada da Praia do Matadeiro. Neste ponto ocorre a mistura das águas vindas da LdP e de outro afluente vindo da região do Pântano do Sul, também pode ter influência do ambiente marinho em condições específicas de maré e luação.



Ponto marinho | P14 | -27,75033/-48,50034

Localizado após a confluência dos córregos que drenam o sul da ilha e com a ampla mistura com a água marinha. Acesso por meio de passarela que une o continente à Ponta das Campanhas, estrutura essa que também divide a Praia da Armação e a Praia do Matadeiro.



4.2 CLIMATOLOGIA E HIDROMETEOROLOGIA

A climatologia foi verificada através de análise bibliográfica junto ao endereço eletrônico do órgão oficial de monitoramento meteorológico e climático do Brasil, Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (<https://portal.inmet.gov.br/normais#>). A edição base para o trabalho foi a digital de 2022, período de dados que compreendeu os anos de 1991 a 2020, para a cidade de Florianópolis, que apresenta dados climáticos, como períodos anômalos, extremos climáticos e normais climatológicas.

Esta edição, assim como as anteriores tem como finalidade analisar as alterações no clima, porém, a edição digital de 2022 também tem por objetivo trazer os registros das alterações do clima nas últimas décadas, principalmente a partir do ano de 2000, orientar e informar sobre a vulnerabilidade natural do clima terrestre e as preocupações com a mudança climática global que trazem interferências nas atividades naturais e/ou antropogênicas como um todo (INMET, 2022).

Os dados hidrometeorológicos foram também retirados no site do INMET, correspondendo aos anos de 2019, 2020 e 2021, período em que se desenvolveu a presente pesquisa, para o município de Florianópolis, usando a mesma estação de coleta de dados automáticos e os dados observados *in situ*. As condições de maré disponíveis no endereço eletrônico do Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil – CHM (<https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>).

A variação nos níveis de precipitação entre os períodos das coletas também influencia e provoca alterações nos parâmetros analisados, ocorrendo diluição de poluentes ou arrasto de contaminantes para o ecossistema aquático por meio da lixiviação, sendo, portanto, fundamental mensurar tais variáveis meteorológicas para a realização de um estudo de monitoramento de ambientes aquáticos (FILIPPE, 2018). Assim, foi realizada uma análise da precipitação, tanto para o período do mês completo da coleta, quanto para as 120 horas que antecederam a coleta.

A região do presente estudo pode ser caracterizada como subtropical úmida com temperaturas amenas, chuvas distribuídas durante todo o ano, estações climáticas bem definidas e predominantemente inserida no bioma da Mata Atlântica (MONTEIRO, 2001). Durante o período o padrão climático de larga escala estava em uma condição de *La Niña*, conforme mostrado por Muller (2022), o que provocou um resfriamento das águas do oceano Pacífico Equatorial, trazendo influências também

para a precipitação (KAYANO *et al.*, 2016), quanto de eventos extremos relacionados à precipitação, de acordo com dados da Defesa Civil de Santa Catarina (2022).

4.3 PARÂMETROS AMBIENTAIS

Os dados populacionais foram coletados através do endereço eletrônico e de materiais produzidos pelo IBGE, utilizando como referência o último censo realizado no ano de 2010 e indicadores de nascimento e falecimento e mortes disponíveis até o ano de 2022.

A verificação dos parâmetros físico-químicos foi realizada no momento imediatamente anterior às coletas das amostras de água, diretamente no ambiente aquático (*in situ*). Os parâmetros de temperatura da água, potencial hidrogeniônico (pH) e salinidade foram verificados por meio da sonda multiparâmetro (YSI profissional) e o oxigênio dissolvido (OD) através do oxímetro (Lutron DO-5519). Ao mesmo tempo, um termômetro foi acondicionado em local abrigado do sol para aferir a temperatura do ar e na sequência, foram pontuados os valores de nível da água presente nos locais de coleta e a transparência da água, através da razão da profundidade do disco de secchi* no momento da coleta.

Para as análises de nutrientes inorgânicos dissolvidos (NID), alíquotas de 25 mL do volume filtrado em pré-filtro de fibra de vidro, de cada amostra, foram utilizadas para determinar as concentrações dos nutrientes inorgânicos dissolvidos: nitrito (N-NO_2^-), nitrato (N-NO_3^-), N-amoniacal (N-NH_4^+) e ortofosfato (P-PO_4^{3-}), de acordo com as metodologias descritas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998) através das técnicas colorimétricas (GRASSHOFF *et al.*, 1999), conforme tabela 5. As concentrações foram determinadas a partir de regressão linear, obtida de diluições sucessivas dos respectivos padrões analíticos, com ajuste de tendência superior a 90% ($r^2 > 0,90$).

Tabela 5. Análise de nutrientes conforme parâmetro, método e especificidades de cada técnica.

Parâmetro	Método	Nome do método	λ (nm)	Cor apresentada
N-amoniacal	4500-NH ₃ F	Fenato	640	Azul claro
Nitrito	4500-NO ₂ ⁻	Colorimétrico	530	Rosa
Nitrato	4500-NO ₃ ⁻ E	Redução do cádmio	530	Rosa
Ortofosfato	4500-P E	Ácido ascórbico	880	Azul escuro

Fonte: APHA (1998).

* Disco circular com diâmetro entre 20 e 30 cm, normalmente pintado com duas cores (preto e branco) formando quatro quadrículas ligado a um cabo graduado. O instrumento é utilizado para medir a transparência da água a partir do alcance visual do disco, sendo o valor da transparência o dobro da medida do alcance visual. Desenvolvido por Pietro Angelo Secchi em 1865.

4.4 PARABENOS

Os parabenos (MeP, EtP, PrP e BuP) foram determinados em amostras de água, nas frações dissolvida e particulada, através do método analítico de Cromatografia Líquida de Alta Performance, com detector de fotodiodo de varredura (HPLC-DAD), de acordo com a metodologia validada por Derisso *et al.* (2020).

Para a fração dissolvida, foram acondicionados em tubos falcon alíquotas de 10 mL do volume de amostra filtrada com 20 mL de acetato de etila a 95%. A solução passou por agitação no vórtex, durante 30 segundos, e seguiu para ser centrifugada a 2.500 RPM por 10 minutos. O sobrenadante foi coletado e transferido para um balão de evaporação acoplado a um evaporador rotatório até evaporação completa do volume. Ao balão de evaporação, foi adicionado 1,5 mL da mistura Metanol:Ácido acético 1% (60:40), onde o extrato foi ressuspendido em banho de ultrassom e transferido para frascos tipo vial, e analisado por cromatografia líquida de alta performance (HPLC) para a quantificação dos parabenos, conforme ilustrado na Figura 3.

Já a análise da fração particulada dos parabenos presentes nas amostras de água, cada filtro contendo as partículas do contaminante foi fragmentado em pedaços e disposto em tubos falcon junto a 5 mL de acetato de etila a 95%. A mistura passou, então, por um disruptor de células ultrassônico (Unique) para que o filtro fosse desconstituído e o contaminante dissociado do mesmo. O líquido sobrenadante foi aspirado e passou por um filtro de seringa (0,22 µm). Em seguida, a solução foi colocada em um balão de evaporação acoplado a um evaporador rotatório até a disposição final em frascos tipo vial para análise no HPLC, seguindo os mesmos passos que a fração dissolvida de parabenos na água, conforme Figura 3.

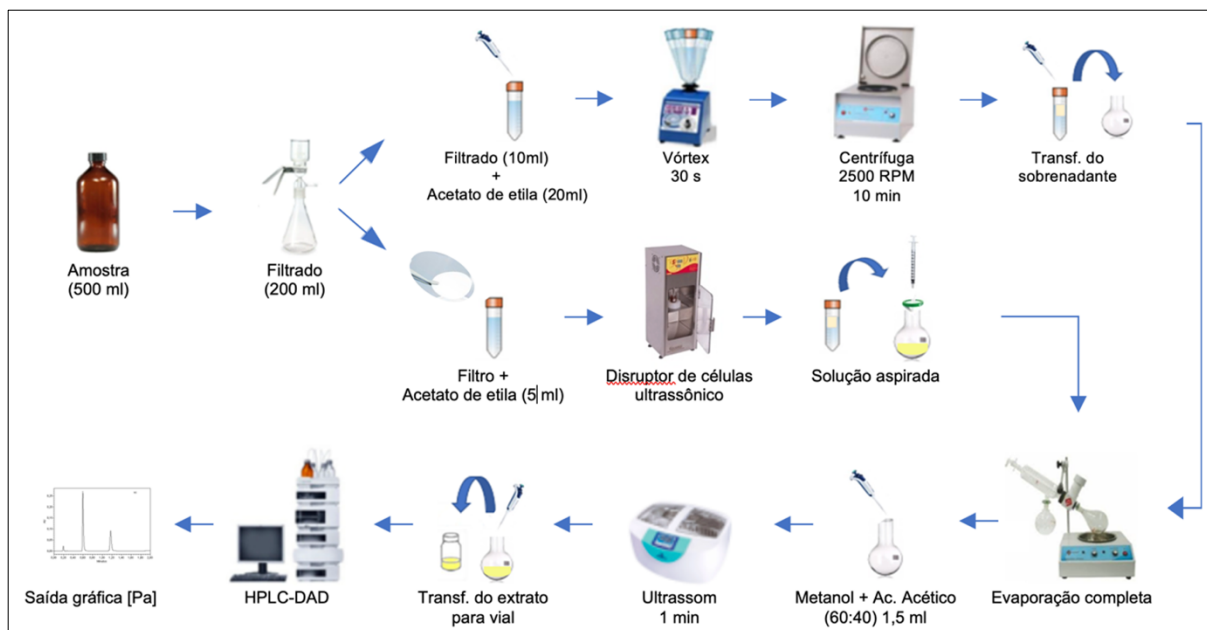


Figura 3: Fluxograma da determinação dos parabenos, frações dissolvidas e particuladas, nas amostras de água. Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.

4.5 ANÁLISE DE DADOS

Devido às características e especificidades das informações envolvidas no presente estudo, optou-se por ferramentas estatísticas descritivas e multivariadas, como análise da variância paramétrica (ANOVA) utilizando como fatores, combinados ou não, os pontos e as campanhas em cada ambiente separadamente. O teste de Mann-Whitney e o teste de correlação (*Spearman test*) através do autoescalamento da matriz com as informações coletadas, foram utilizados para a comparação entre os ambientes em uma abordagem mais ampla da interação entre as variáveis observadas. Todas essas análises ocorreram através do software SigmaPlot v.11, que também foi utilizado para a elaboração dos gráficos (SYSTAT SOFTWARE INC., 2008).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CLIMATOLOGIA E HIDROMETEOROLOGIA

Os resultados obtidos conforme aquisições de dados do INMET e Estação Automática de Florianópolis (A806) mostram que a climatologia em grande escala esteve em condição de *La Niña* durante todo período de estudo. Estando condizente e sendo explicativos para as 3 primeiras campanhas realizadas, onde as poucas frentes frias passaram rapidamente pela região, gerando baixos e até a ausência de volumes de chuva o que gerou uma escassez hídrica para a região e momentos de seca. A C I foi realizada em um mês que não houve precipitação, em divergência com os 147 mm esperados (FIGURA 4-A). Na segunda campanha o volume de precipitação novamente abaixo do esperado e a C III foi realizada no final do momento de seca. Durante esses períodos de estiagem, alguns pontos, principalmente localizados no canal, apresentaram baixíssimo fluxo de água e foi registrada ausência de água no P03, localizados na LP, na C II e C III.

Todavia, as duas últimas campanhas foram explicadas e estiveram sujeitas a eventos meteorológicos extremos de precipitação que acometeram a região estudada. Na C IV os volumes de precipitação estiveram dentro do padrão considerado normal, mais chuvosos com a possibilidade de ocorrência de eventos extremos, ocasionando chuvas intensas e localizadas (MONTEIRO, 2001), conforme foi observado. A última campanha ocorreu após dois meses de chuvas acima da NC. Neste período predominam chuvas características de processos convectivos influenciados pelo calor e umidade, podendo resultar em precipitação intensa e ocorrência de eventos extremos relacionados a passagens de frentes frias (MONTEIRO, 2001; MULLER, 2022).

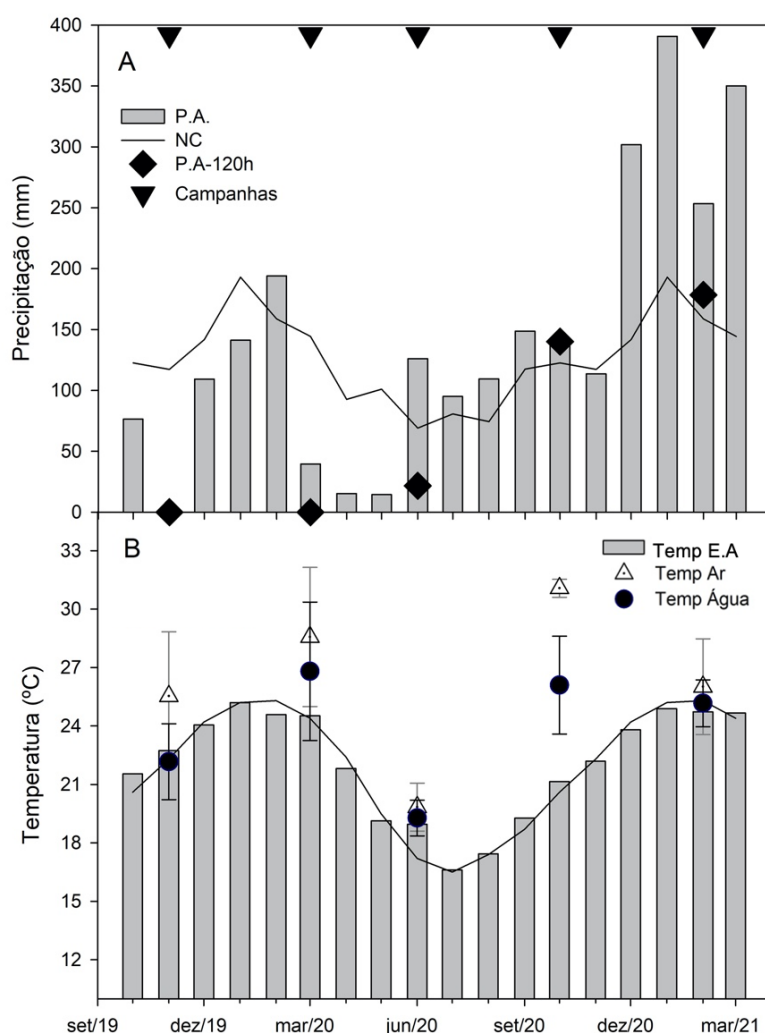


Figura 4: Gráfico da última Normal Climatológica oficial com dados referentes ao período de 1991 a 2020 (NC). Em (A), comparação entre os dados da precipitação da NC com os volumes de precipitação acumulada (P.A.) da Estação Automática Oficial de Kobrasol (E.A), com indicações das campanhas amostrais desenvolvidas ao longo de três anos, sendo elas: C I (novembro/2019), C II (março/2020), C III (junho/2020), C IV (outubro/2020) e C V (fevereiro/2021) e o acumulado de precipitação de 120 horas anteriores às coletas (P.A-120h), em milímetros. Em (B), dados de temperatura média da NC em comparação com a temperatura média do ar em graus Celsius, observadas na E.A (Temp E.A), com indicações da temperatura média do ar e da água observados *in situ*, ao longo do estudo, para a Lagoa Pequena e para a Lagoa do Peri, em graus Celsius com seus respectivos desvios padrões. Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.

Os registros de temperatura média mensal do ar (FIGURA 4-B) obtidos na EA foram positivos com relação a NC nas C I, C II, C III e C IV de 0,4, 0,1, 1,7 e 0,5 °C, em contraste com a C V, que registrou 0,6 °C abaixo da NC. Tanto a temperatura média mensal do ar, quanto a da água, sofrem influência de fatores como latitude, altitude, estação do ano e período do dia, além de fontes antrópicas, o que influencia diretamente na velocidade das reações químicas, solubilidade de substâncias e metabolismo dos organismos nos meios aquáticos (BRASIL, 2006; CETESB, 2017).

Outubro de 2019 e setembro de 2020, registraram anomalias positivas de 0,9 e 0,6 °C em relação ao esperado pela NC, enquanto fevereiro e abril de 2020 apresentaram anomalia negativa de 0,7 e 0,6 °C.

Os valores médios e desvios padrões da temperatura do ar coletados *in situ*, em cada ponto amostral e ambiente resultaram em valores mais elevados do que as médias mensais e da NC, conforme pode ser visualizado na Figura 4-B devido as aferições terem sido realizadas em um total de 70 amostras espaço-temporais e concentradas no período diurno. Observou-se, claramente, que os pontos que possuíam vegetação próxima tinham uma temperatura do ar e da água mais baixa, além de ambos os pontos marinhos. Durante a C II houve uma diferença entre os ambientes de 6,8 °C para a temperatura do ar entre as lagoas e na C III, em condição de chuva, os menores e mais constantes valores foram encontrados (TABELA 6).

Tabela 6: Valores médios da temperatura do ar e da temperatura da água em graus Celsius com seus respectivos desvios padrões, para ambos os ambientes em cada uma das campanhas.

Campanha	Ambiente	Temp. ar / Temp. água em °C (média ± desvio padrão)
C I	LP	28 ±2 / 23 ±1
	LdP	23 ±1 / 25 ±1
C II	LP	32 ±1 / 29 ±3
	LdP	25 ±1 / 25 ±2
C III	LP	19 ±1 / 20 ±1
	LdP	20 ±1 / 20 ±1
C IV	LP	31 ±0,5 / 25 ±2
	LdP	31 ±0,5 / 27 ±2
C V	LP	28 ±1 / 26 ±1
	LdP	24 ±1 / 25 ±1

Os valores de temperatura do ar e da água observados neste estudo oscilam dentro da variabilidade natural relatada na literatura científica (BEAUMORD *et al.*, 2014; TONETTA *et al.*, 2015; AMARAL, 2018; SILVA *et al.*, 2019; RAMOS *et al.*, 2021). Desta forma, infere-se que a sazonalidade representa a principal força reguladora do comportamento da temperatura do ar e da água, com a ação antrópicas influenciando de forma localizada e em uma escala temporal menor.

A temperatura média do ar no ambiente lagunar LP foi superior em 3°C à LdP possivelmente devido a esta ser 50 vezes menor que a LdP e estar inserida em um

adensamento urbano com alto grau de impermeabilização (construções e pavimentação), agravado pela supressão da vegetação. Convém destacar que a LdP está margeada por elevações com altura média de 300 m, cobertas com vegetação de Mata Atlântica, em estado avançado de regeneração, e à leste, por vegetação típica de restinga, separando a lagoa do oceano através de um bem desenvolvido sistema de cordão arenoso de dunas (TONETTA *et al.*, 2015).

Cabe pontuar que a NC de 1991-2020 utilizada como base para este estudo já traz resultados de temperatura elevados em relação as demais edições, tendo sido esses valores associados tanto a variabilidade natural, ao aquecimento global como a urbanização das cidades. Sendo o fator antropogênico é a causa mais provável das mudanças climáticas observadas em praticamente todo o mundo (INMET, 2022).

5.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS

5.2.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

A Resolução CONAMA 357/2005 classifica os corpos d'água e indica os limites para cada tipo de parâmetro ambiental. Águas de Classe 2 representam a classificação de requisitos mínimos para o abastecimento público, dentre outros usos, definindo para pH e OD os valores entre 6,0 e 9,0 e acima de 5 mg L⁻¹ respectivamente. Cabe ressaltar que o OD indica a capacidade que um corpo d'água natural de sustentar vida aquática e representa o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da contaminação das águas por descartes orgânicos (VON SPERLING, 1995; CETESB, 2017). O pH também representa outro importante indicador do padrão de potabilidade de acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde (CETESB, 2017).

Na LP (FIGURA 5 A-E), o comportamento do OD demonstrou ser uma variável sensível às pressões antropogênicas que o ambiente sofre, apresentando uma redução abrupta (0,5 e 2,1 mg L⁻¹) em pontos específicos do canal (P03 e P04), primeira campanha, e 4,2 mg L⁻¹ no P06 da C II. A terceira campanha ocorreu sob condição de chuva, durante o inverno, com valores de OD registrando 3,5 mg L⁻¹ e 3,1 mg L⁻¹ (P05 e P06). Valores entre 2,5 e 3,9 mg L⁻¹ foram observados ao longo do canal, desde P03 até P06 na C IV e na última campanha, com exceção de P01, todos os pontos estiveram em desacordo com a norma CONAMA 357/05.

O pH também evidenciou um comportamento altamente dinâmico do ambiente em pequena escala espacial. Na primeira campanha, P05 e P06 registram 1,1 enquanto na C II, todos os pontos estiveram em conformidade com a legislação. Na terceira campanha P01 (4,5), P02 (4,7) e P04 (5,8) estiveram abaixo do limite mínimo recomendado. Na C IV, P01 e P02 apresentaram valores acima do limite permitido e nessa mesma condição para P07 (9,1), na última campanha, único ponto que não pertencia ao canal (FIGURA 5 A-E).

Na LdP (FIGURA 5 F-J), valores de 1,0 e 1,1 mg L⁻¹ (P10 e P11) e 2,7 mg L⁻¹ no P12, demonstram um comportamento espacial do OD similar ao que foi observado na LP. Todos os pontos localizados no canal apresentaram valores variando de 1,8 a 4,6 mg L⁻¹ durante a C II e na C III com exceção do P14, todos os pontos estiveram em desacordo com a norma, com valores oscilando entre 1,2 mg L⁻¹ (P12) e 4,2 mg L⁻¹ (P09). Em C IV e C V, os pontos em desacordo foram P09, P10 e P10, P12, P13 e P14, respectivamente, com valor médio de 4,5 mg L⁻¹. Para o pH, a C III foi a única campanha em desacordo com os limites estabelecidos na legislação, em P08, P09, P10 e P12, oscilaram entre 3,9 e 5,9.

O comportamento do OD entre as campanhas permitiu observar variações significativas na mesoescala de tempo tanto na LP (F= 12,10; p= 0,001) quanto na LdP (F= 3,30; p= 0,013). O pH também apresentou oscilações expressivas ao longo do tempo, em ambos os ambientes, demonstrado pela presença de uma água mais ácida na C I e C III na LP (F= 11,30; p= 0,001) e na C III na LdP (F= 18,52; p= 0,001).

Os valores de OD e pH observados neste estudo, reforçam o grau de pressão antropogênica que estes ambientes, em especial os canais, estão sofrendo à mais de uma década (TONETTA *et al.*, 2015; AMARAL, 2018; SILVA *et al.*, 2019; RAMOS *et al.*, 2021) e demonstram que as condições da água podem sofrer alteração em uma escala espacial e temporal reduzida refletindo a sensibilidade da dinâmica destes ecossistemas.

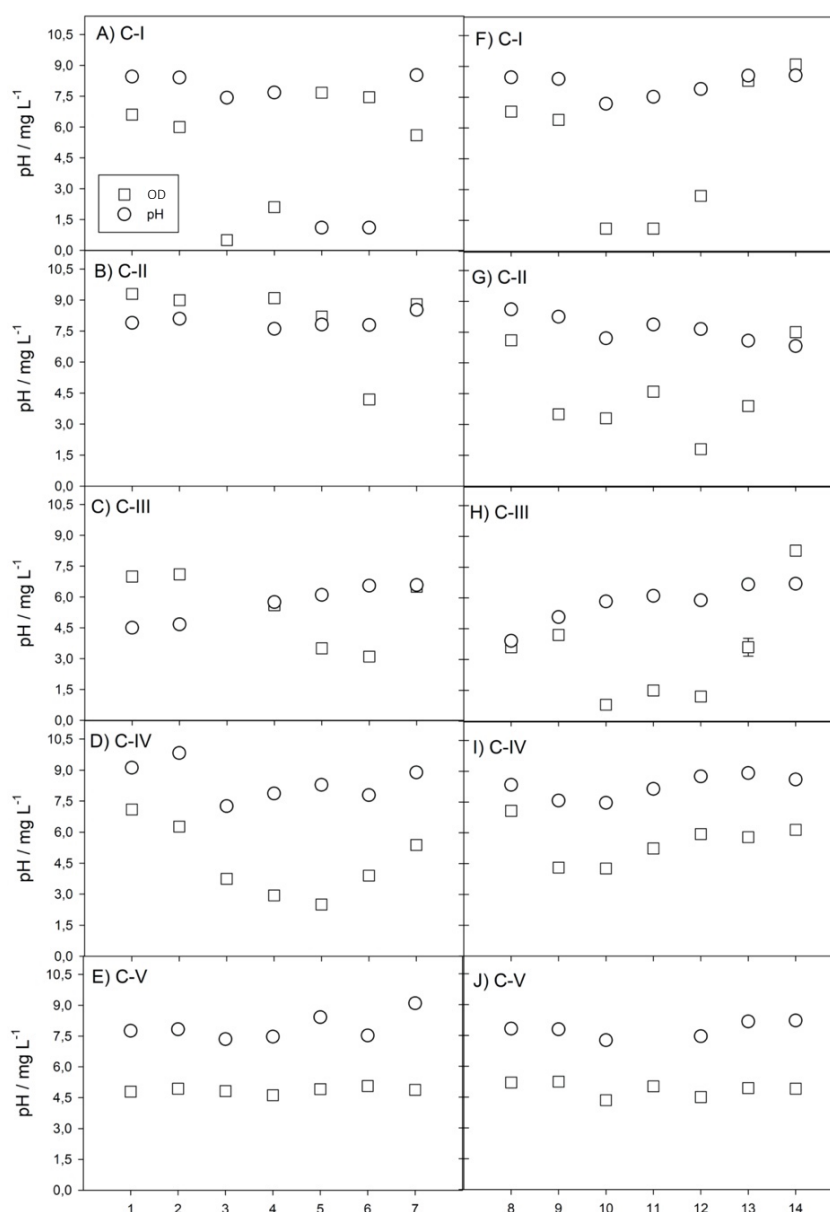


Figura 5: Gráfico de dispersão, contendo os parâmetros químicos estudados ao longo da pesquisa. Sendo que o oxigênio dissolvido expresso em mg L^{-1} está representado por quadrados, o potencial hidrogeniônico expresso em $-\log [\text{H}^+]$ por esferas. O ambiente da Lagoa Pequena está representado pelas letras (A até E), representando o espelho d'água (1 e 2), o canal (3, 4, 5 e 6) e o ponto marinho (7) enquanto Lagoa do Peri (F até J), representando o espelho d'água (8), o canal (9, 10, 11, 12 e 13) e o ponto marinho (14). As indicações das campanhas amostrais desenvolvidas ao longo de três anos são iguais para ambas, nominadas C I (novembro/2019), C II (março/2020), C III (junho/2020), C IV (outubro/2020) e C V (fevereiro/2021). Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.

Para melhor compreender os processos da dinâmica dos ambientes em relação ao balanço hídrico, os parâmetros de profundidade, transparência da coluna d'água e a salinidade forneceram importantes contribuições nesse estudo. Em períodos de estiagem, como nas campanhas de I à III, alguns pontos na LP (FIGURA 6 A-C)

chegaram a registrar ausência de água. Na LP os pontos mais assoreados encontram-se no canal, na porção ainda sem influência marinha, mas com evidente redução do fluxo de água o que pode estar contribuindo para o processo de deposição de sedimentos. A salinidade demonstrou ter praticamente nenhuma influência ($F= 0,02$; $p= 0,999$) sobre a condição da qualidade da água na LP, ficando sua atuação restrita ao P07.

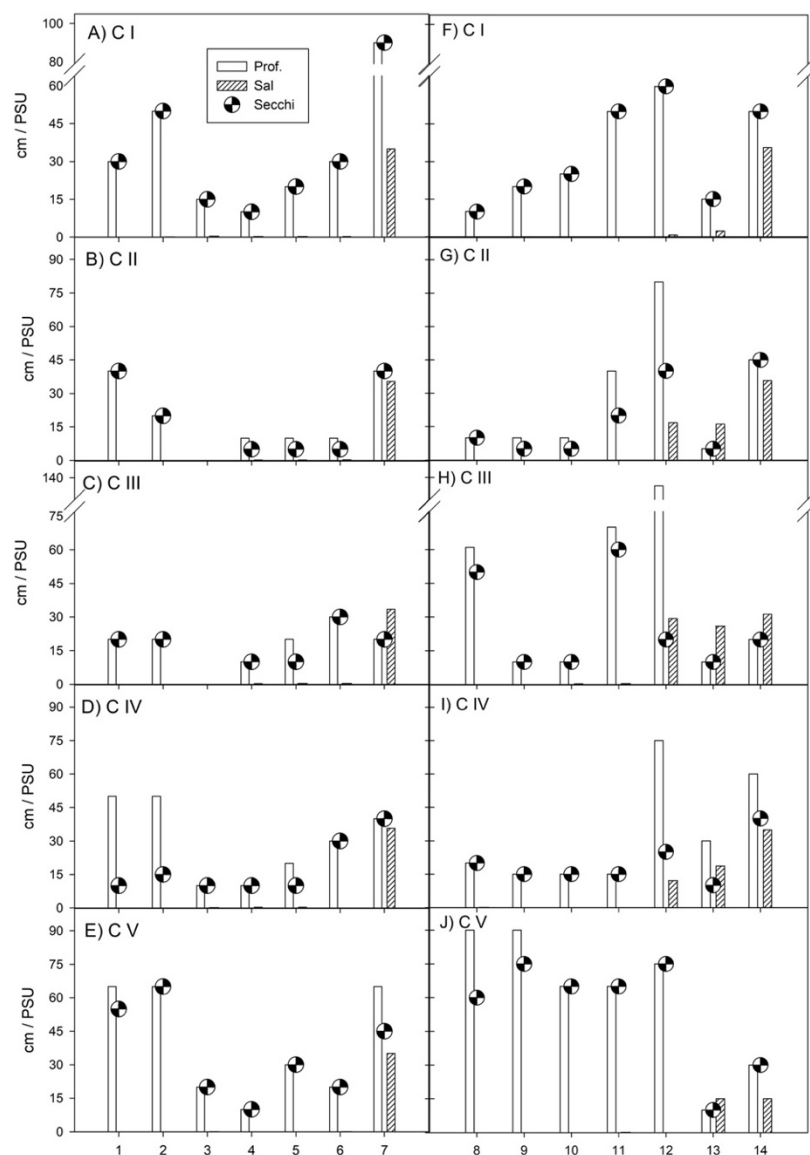


Figura 6: Gráfico misto de dispersão e barra, contendo os parâmetros físicos estudados ao longo da pesquisa. As barras brancas representam a profundidade (cm), as barras hachuradas representam a salinidade (PSU) e os discos representam a transparência (cm). O ambiente da Lagoa Pequena está representado pelas letras (A até E), representando o espelho d'água (1 e 2), o canal (3, 4, 5 e 6) e o ponto marinho (7) enquanto Lagoa do Peri (F até J), representando o espelho d'água (8), o canal (9, 10, 11, 12 e 13) e o ponto marinho (14). As indicações das campanhas amostrais desenvolvidas ao longo de três anos são iguais para ambas, nominadas C I (novembro/2019), C II (março/2020), C III (junho/2020), C IV (outubro/2020) e C V (fevereiro/2021). Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.

Na LdP, os menores valores de profundidade da coluna d'água estiveram próximo ao local de extravasamento da lagoa (P08-P10) e no P13 onde começava a maior influência marinha. Diferente da LP, a influência marinha na LdP ocorreu ainda no canal, onde o efeito da maré pode contribuir com a redução do fluxo de vazão, mas sem modificar significativamente sua influência no espaço entre as campanhas ($F=0,91$; $p=0,463$) nessa escala temporal.

O comportamento observado entre a LP e LdP mostra indícios que o regime pluviométrico tem influência na disponibilidade hídrica em uma pequena escala espacial. A transparência da água foi significativamente maior ($F=6,89$; $p=0,0001$ em LP e $F=12,80$; $p=0,0001$ em LdP) na última campanha em ambos os ambientes, e durante a C I na LP. Em períodos de estiagem, a menor disponibilidade de água tende a reduzir o fluxo laminar da água contribuindo para elevar o grau de trofia do sistema. Em contrapartida, em período de maior pluviosidade pode ocorrer um aumento da disponibilidade de substâncias químicas e sedimentos.

5.2.2 NUTRIENTES INORGÂNICOS DISSOLVIDOS

Entre as variáveis limnológicas que são diretamente influenciadas por atividade antropogênicas, destacam-se as oscilações de OD, pH e as concentrações de fósforo e nitrogênio dissolvido na água (BRASIL, 2006).

Na LP foram identificados (FIGURA 7-A) valores que estiveram em desacordo com a resolução CONAMA 357/05 tanto do fósforo na forma de ortofosfato no P03 ($0,04 \pm 9.10^{-4}$ mg P- PO_4^{3-} L $^{-1}$), P04 ($1,23 \pm 0,07$ mg P- PO_4^{3-} L $^{-1}$), P05 ($1,24 \pm 0,04$ mg P- PO_4^{3-} L $^{-1}$) e P06 ($0,15 \pm 3.10^{-3}$ mg P- PO_4^{3-} L $^{-1}$), como para o nitrogênio na forma de íon amônio os pontos P04, P05 e P06, com valores médios de $20,72 \pm 0,14$; $19,59 \pm 0,90$ e $3,94 \pm 0,41$ mg N- NH_4^+ L $^{-1}$, os pontos referidos encontravam-se nos canais e na região de adensamento populacional, indicando um possível descarte de efluentes não tratados nos canais. Nitrito e nitrato, quantificados de maneira conjunta, apresentaram os maiores valores em P04 e P05, com concentrações de $3,77 \pm 0,26$ e $4,05 \pm 0,01$ mg N- $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ L $^{-1}$. Nas demais campanhas (II-V), os valores do P- PO_4^{3-} e do nitrogênio amoniacal, permaneceram elevados nos pontos P04, P05 e P06, com máximos de $20 \pm 0,57$ mg P- PO_4^{3-} L $^{-1}$ (P05) para ortofosfato e $7,51 \pm 0,40$ mg N- NH_4^+ L $^{-1}$ para nitrogênio amoniacal, esses pontos estiveram localizados na porção do

canal e se aproximam a valores de esgoto bruto, indicando entrada desse no ambiente (FIGURA 7 B-E).

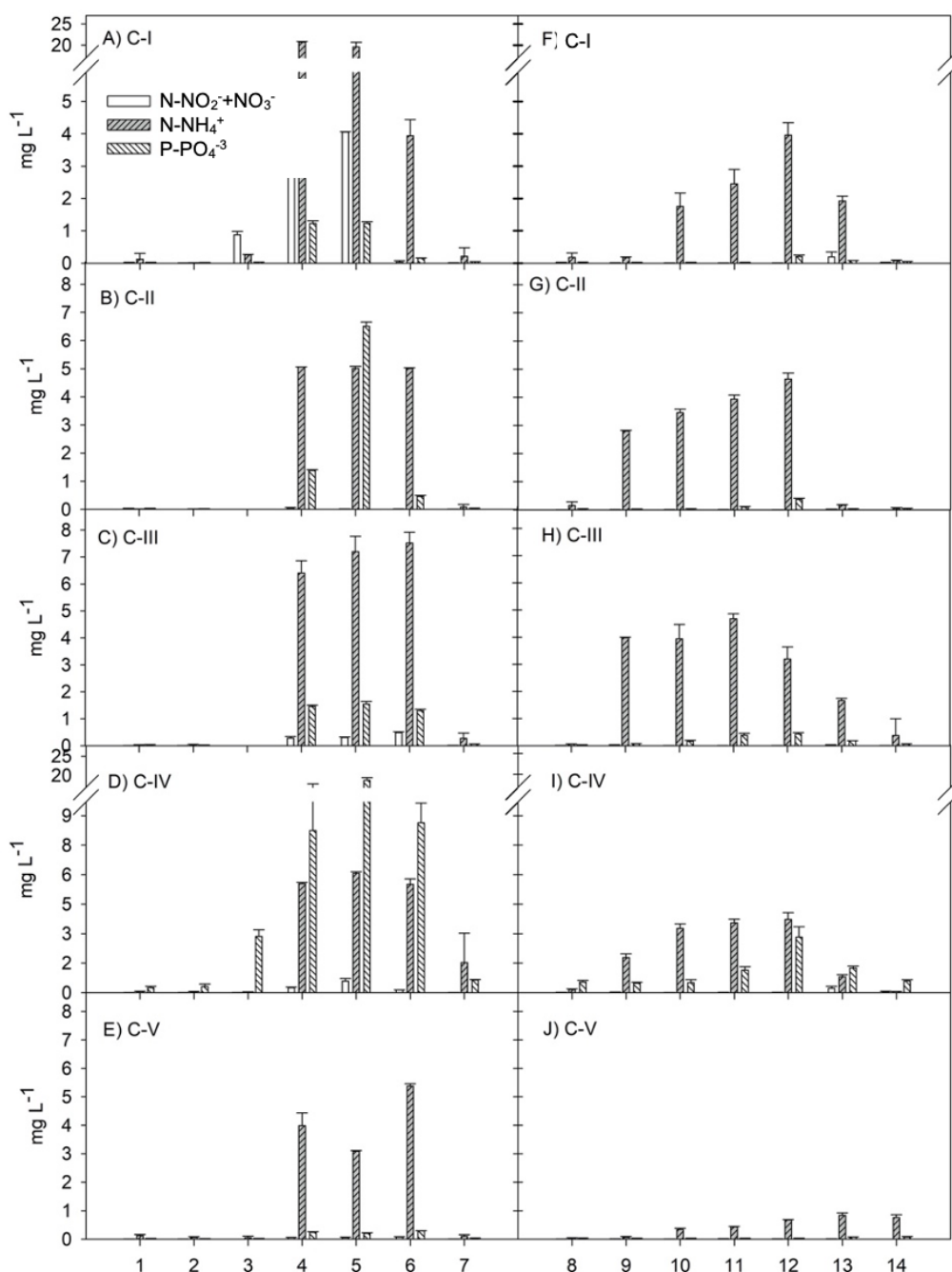


Figura 7: Gráfico de barras dos nutrientes estudados ao longo da pesquisa, barras bancas hachuradas representando ortofosfato, barras hachuradas cinzas representando amônio e as barras brancas representando os valores de nitrito +nitrato, todos com os indicativos de desvio padrão. Lagoa Pequena esta representada pelas letras (A até E), representando o espelho d'água (1 e 2), o canal (3, 4, 5 e 6) e o ponto marinho (7) enquanto Lagoa do Peri (F até J), representando o espelho d'água (8), o canal (9, 10, 11, 12 e 13) e o ponto marinho (14), sendo que para ambas, as indicações das campanhas amostrais desenvolvidas ao longo de três anos são iguais, C I (novembro/2019), C II (março/2020), C III (junho/2020), C IV (outubro/2020) e C V (fevereiro/2021). Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.

A LdP demonstrou estar recebendo um elevado aporte de nitrogênio, sendo na forma reduzida (N-amoniacal), refletindo o estresse ambiental que o ambiente vem passando com resultados característicos de eutrofização primeiramente de origem antropogênica devido a despejos de esgoto doméstico e secundariamente de origem autóctone. A porção do canal foi que registrou os maiores valores, de P09 até P12 (FIGURA 7 F-J). Embora o ortofosfato tenha sido observado em quantidade muito baixas, principalmente quando comparado com LP, em alguns pontos apresentaram valores próximos ao limite regulatório.

O fósforo foi significativamente maior na LP durante a C IV ($F= 9,08$; $p= 0,001$), enquanto que o nitrogênio nas formas oxidada ($F= 8,44$; $p= 0,001$) e reduzida ($F= 2,83$; $p= 0,028$), prevalecerem na C I. Na LdP a concentração de fósforo ($z= 2,47$; $p= 0,014$) e nitrogênio nas formas oxidadas ($z= 2,80$; $p= 0,005$) foram relativamente menor que na LP, embora o comportamento do fósforo tenha seguido o mesmo padrão LP com a C IV apresentando valores significativamente maiores ($F= 30,02$; $p= 0,001$) que as demais campanhas. O N-amoniacal não diferiu significativamente entre os ambientes ($z= 0,76$; $p= 0,447$) e foi expressivamente menor na C V ($F= 3,93$; $p= 0,005$) e nas C I e C IV o nitrogênio nas formas oxidadas apresentou concentrações maiores ($F= 4,26$; $p= 0,003$) que nas demais campanhas.

A alteração química relacionada a presença de fósforo, pode ser associada a diversos processos, naturais e de origem antropogênica. Sendo que para a região do estudo, a presença pode estar relacionada aos naturais como, dissolução de rochas, carreamento de solo e decomposição de matéria orgânica, e aos antropogênicos, tendo como fontes detergentes fosfatados nos esgotos domésticos, os fertilizantes agrícolas, e efluentes industriais, que chegam aos corpos hídricos por fontes pontuais ou pelo escoamento superficial de áreas agrícolas (REYNOLDS; DAVIES, 2001; PARRON *et al.*, 2011).

A presença de íons amônio na coluna d'água, geralmente, está associada à entrada recente de efluentes, uma vez que essas formas de nitrogênio ocorrem naturalmente apenas em regiões anaeróbias (WETZEL, 2001; ESTEVES, 2011). Além disso, a ocorrência de N-amoniacal, nitrito e nitrato na coluna d'água e em sedimento está diretamente ligada aos processos de produção e decomposição de matéria orgânica, distribuindo-se na água em função da estratificação térmica e da dinâmica de gases, principalmente do oxigênio (CAMARGO; ALONSO, 2006; ESTEVES, 2011).

A repercussão negativa foi novamente nos pontos relativos aos canais, em todas as campanhas. Na LP, houve altas concentrações em P04, P05 e P06, enquanto, para LdP, em P10, P11 e P12. Sinaliza-se ainda que P03 e P07, na LP, apresentaram concentrações expressivas na C IV. Já na LdP, P09 mostrou concentrações elevadas em C II, C III e C IV, assim como P13, em todas as campanhas, com exceção de C II. Foram encontrados valores consideráveis para, pelo menos, um dos nutrientes estudados, em todos os pontos e em todas as campanhas realizadas, o que indica contaminação por esgoto doméstico, uma vez que essa é a principal fonte artificial de fósforo (VON SPERLING, 1995), N-amoniacoal e nitrito (WETZEL, 2001; ESTEVES, 2011).

Shanafiield *et al.* (2010) indicou ainda que altas concentrações de N-amoniacoal têm origem em fontes externas de nitrogênio, como esgotos sanitários, resíduos de animais e efluentes industriais e podem ser indicação de contaminação. Ainda nesse sentido, CETESB (2009) classifica o N-amoniacoal como um poderoso indicador de poluição recente, pois, suas diferentes formas são resultado da hidrólise do nitrogênio orgânico presente em efluentes domésticos. Tratando-se da normatização, observa-se que os valores limites estabelecidos para os nutrientes variam conforme algumas condicionantes. Para a resolução CONAMA 357/2005, os limites estabelecidos para o fósforo total variam conforme a classificação do ambiente, que trata das distintas finalidades a que se destinam, e seu fluxo de água, dividido em ambiente lêntico, intermediário e lótico. Já o nitrito e nitrato possuem valores fixos, enquanto N-amoniacoal tem o seu valor indexado ao valor do pH de cada local, conforme consta no Apêndice 1.

5.3 PARABENOS

O panorama dos ambientes lacustres mostra que, de forma geral, o ambiente da LP possui uma quantidade um pouco mais elevada de parabenos na fração particulada ($Z = 2,36$; $p = 0,018$) que o ambiente da LdP, porém não sendo estatisticamente significativo ($Z = 0,93$; $p = 0,351$) para MeP D. Desta forma, faz-se necessária a análise detalhada para que se possa compreender melhor o que vem acontecendo nesses locais. Foram quantificadas concentrações de parabenos em todos os pontos de coletas, em ambas as lagoas, canais e nos pontos sob influência

marinha. A fração dissolvida de MeP foi encontrada em maior concentração em relação à sua fração particulada, com magnitude na ordem de 1 a 2 vezes observados nas primeiras campanhas, momento de crise hídrica na região. Concentrações próximas ao limite de detecção do PrP D também foram registradas.

O valor médio de parabenos totais na LP foi de $1,79 \pm 1,50 \text{ ug L}^{-1}$, com variação na concentração de 0,06 a $6,40 \text{ ug L}^{-1}$, enquanto na LdP, o valor médio foi de $1,46 \pm 1,31 \text{ ug L}^{-1}$, com valores mínimos de $0,08 \text{ ug L}^{-1}$ e máximos de $7,54 \text{ ug L}^{-1}$. Em ambos os ambientes estudados, a quantidade de parabenos, nas frações dissolvida ($F=26,04$; $p=0,001$ – LP e $F=27,44$; $p=0,001$ – LdP) e particulada ($F=20,88$; $p=0,001$ – LP e $F=15,39$; $p=0,001$ – LdP) decresceu significativamente na escala de tempo, com as maiores concentrações observadas nas campanhas I e II, enquanto as menores foram observadas na campanha V, demonstrando uma relação inversa entre a concentração de parabenos e o regime de pluviosidade observada ($r=-0,66$; $p=0,001$ para MeP D e $r=-0,56$; $p=0,001$ para MeP P). A fração dissolvida de MeP foi encontrada em maior quantidade e de forma menos uniforme, em relação a fração particulada. Nos pontos P07 e P14, ambos marinhos, verificou-se a presença de MeP apenas na fração particulada na C I, enquanto o PrP só foi quantificado na fração dissolvida, em baixas concentrações, em alguns pontos dos canais e ponto marinho da LP e LdP, na C I e C II.

Na C I o valor médio de MeP D foi de $2,8 \pm 1,2 \text{ ug L}^{-1}$, $1,1 \pm 0,6 \text{ ug L}^{-1}$ para MeP P e $0,11 \pm 0,0 \text{ ug L}^{-1}$ para PrP D na LP. P01 registrou as maiores concentrações de MeP D ($3,98 \pm 0,78 \text{ ug L}^{-1}$) e MeP P ($1,19 \pm 0,44 \text{ ug L}^{-1}$). Na sequência, P02 apresentou redução de MeP D e incremento de MeP P, com concentração média de $1,98 \pm 1,93$ e $2,06 \pm 0,31 \text{ ug L}^{-1}$. Nos P04 e P05 os valores de MeP D ($3,38 \pm 0,70$ e $3,04 \pm 1,02 \text{ ug L}^{-1}$, respectivamente) foram expressivos ($F=5,5$; $p=0,001$) e MeP P ($1,50 \pm 0,10 \text{ ug L}^{-1}$ e $0,44 \pm 0,53 \text{ ug L}^{-1}$) e PrP D ($0,12 \pm 0,0$ e $0,17 \pm 0,14 \text{ ug L}^{-1}$) também foram detectados nesta campanha (FIGURA 8-A).

Na LdP, os maiores valores de parabenos foram observados na C I (média de MeP D de $3,0 \pm 1,6 \text{ ug L}^{-1}$), e $1,1 \pm 0,5 \text{ ug L}^{-1}$ para a fração particulada, além de $0,1 \pm 0,1 \text{ ug L}^{-1}$ de PrP D. Nos pontos P08 e P09, próximos ao local de captação de água para abastecimento público foram observadas concentrações de $4,99 \pm 0,73$ e $3,86 \pm 1,68 \text{ ug L}^{-1}$. No P10 a concentração de MeP, foi de $2,07 \pm 1,94 \text{ ug L}^{-1}$ para a fração

dissolvida e $1,44 \pm 0,23 \text{ ug L}^{-1}$ para a fração particulada. P11, registrou $2,92 \pm 1,01$ e $1,08 \pm 0,67 \text{ ug L}^{-1}$, MeP D e MeP P respectivamente, e $0,13 \pm 0,10 \text{ ug L}^{-1}$ para PrP D. P12 e P13 oscilaram entre $1,85 \pm 1,11$ e $2,16 \pm 0,39 \text{ ug L}^{-1}$ para MeP D, e $0,98 \pm 0,21$ e $1,27 \pm 0,56 \text{ ug L}^{-1}$ para MeP P. No ponto marinho (P14) houve apenas a presença de MeP P, com concentração média de $0,88 \pm 0,63 \text{ ug L}^{-1}$ (FIGURA 8-F).

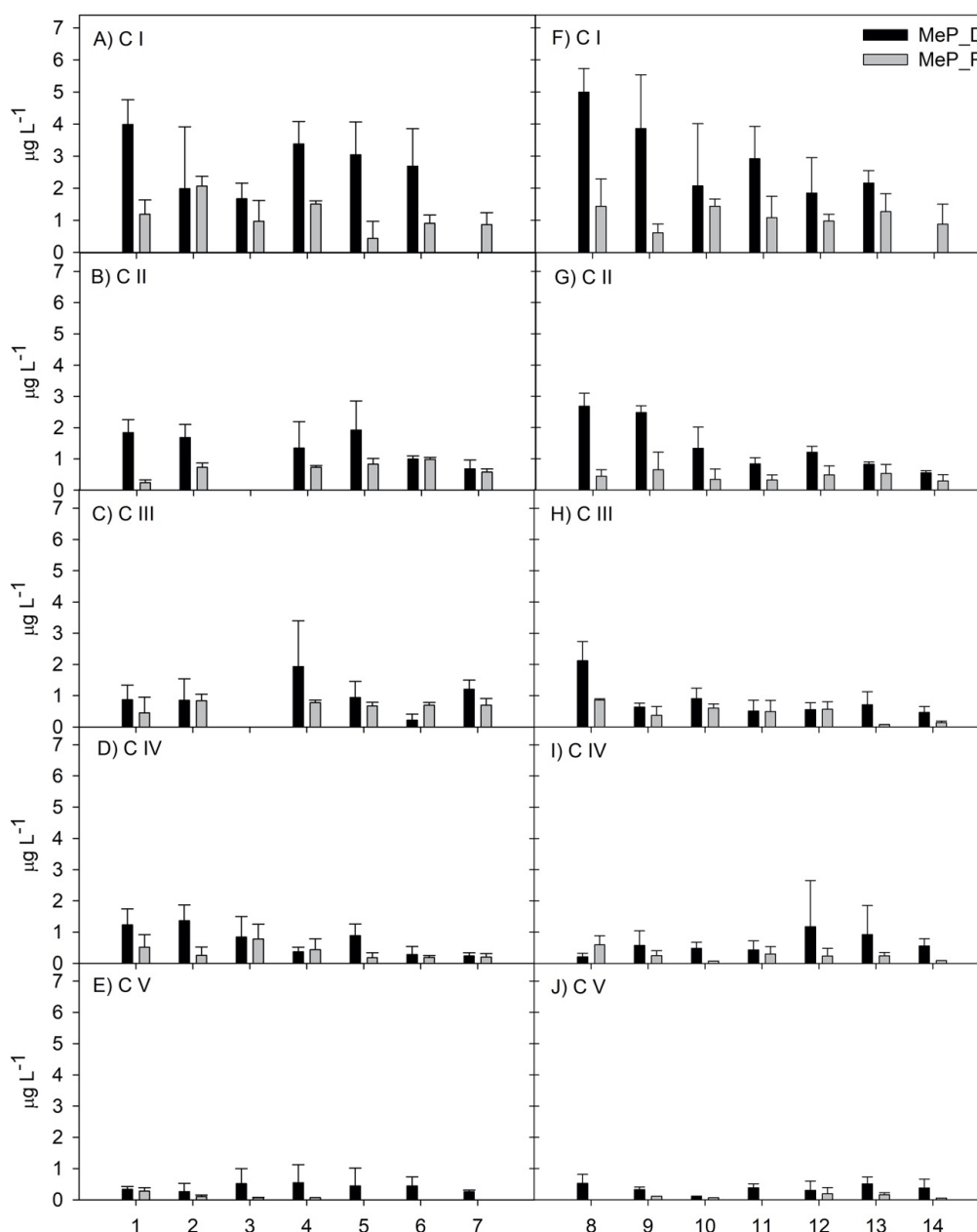


Figura 8: Gráfico de barras da concentração do metil parabeno em ug L^{-1} encontrado ao longo da pesquisa, barras pretas representando metil parabeno na fração dissolvida e em barras cinzas o metil parabeno na fração particulada, com os respectivos desvios padrões. O ambiente da Lagoa Pequena está representado pelas letras (A até E), representando o espelho d'água (1 e 2), o canal (3, 4, 5 e 6) e o ponto marinho (7) enquanto Lagoa do Peri (F até J), representando o espelho d'água (8), o canal (9, 10, 11, 12 e 13) e o ponto marinho (14). Fonte: Elaborado pelos autores em 2022.

Na segunda campanha, o MeP D esteve presente em quase todos os pontos, quantificando-se pelo menos o dobro da concentração do MeP P, além de ter sido possível quantificar o PrP D em ambos os pontos marinhos. Os pontos de destaque da C II para LP foram P01, P02, P04 e P05 com $1,84 \pm 0,41$, $1,68 \pm 0,42$, $1,35 \pm 0,85$ e $1,92 \pm 0,93 \text{ ug L}^{-1}$, respectivamente, para MeP D, estando os dois primeiros localizados no espelho d'água e os últimos no canal. As maiores concentrações médias de MeP P foram nos pontos do canal junto ao ponto marinho, destacando-se o P06 com $0,98 \pm 0,06 \text{ ug L}^{-1}$, concentração muito próxima ao valor de MeP D para esse mesmo ponto. Além desses, P01 e P07 também estão em evidência devido a quantificação de PrP D, com valores de $0,08 \pm 0,0 \text{ ug L}^{-1}$ e $0,11 \pm 0,0 \text{ ug L}^{-1}$, respectivamente (FIGURA 8-B).

A LdP, na C II, os pontos realçados para MeP D foram P08 com $2,69 \pm 0,41 \text{ ug L}^{-1}$ e P09 com $2,48 \pm 0,21 \text{ ug L}^{-1}$. Destaca-se ainda que os dois pontos estão próximos, sendo que o primeiro pertence a lagoa e o segundo fica no local de captação de água para abastecimento público. As concentrações de MeP D e MeP P foram $0,82 \pm 0,08$ e $0,53 \pm 0,29 \text{ ug L}^{-1}$, respectivamente (FIGURA 8-G). Adicionalmente foram quantificados PrP D em cinco pontos (P9, P11, P12, P13 e P14), em concentrações em torno de $0,18 \pm 0,10 \text{ ug L}^{-1}$.

Na C III, foram registrados média de $1,0 \pm 0,8 \text{ ug L}^{-1}$ para MeP D e para MeP P, o valor ficou em $0,7 \pm 0,2 \text{ ug L}^{-1}$. Nessa campanha, o P03 se encontrava seco e o principal destaque foi justamente para o ponto na sequência, P04 que ostentou concentração média de $1,93 \pm 1,47 \text{ ug L}^{-1}$ para MeP D e $0,78 \pm 0,08 \text{ ug L}^{-1}$ para MeP P. A próxima concentração destacada foi P07, onde encontrou-se $1,20 \pm 0,30 \text{ ug L}^{-1}$ e $0,70 \pm 0,21 \text{ ug L}^{-1}$ para MeP D e MeP P, respectivamente (FIGURA 8-C). Para a LdP a concentração média para MeP D foi de $0,9 \pm 0,7 \text{ ug L}^{-1}$ e para MeP P $0,4 \pm 0,3 \text{ ug L}^{-1}$, com P08 apresentando valores de $2,12 \pm 0,61 \text{ ug L}^{-1}$ de MeP D e $0,87 \pm 0,03 \text{ ug L}^{-1}$ de MeP P. A concentração de MeP D e MeP P ficaram próximas para P11 e P12, em torno de com $0,53 \pm 0,29 \text{ ug L}^{-1}$. Em contrapartida, valores mais baixos de MeP P foram observados para P13 e P14, com $0,08 \pm 0,0$ e $0,14 \pm 0,05 \text{ ug L}^{-1}$, respectivamente (FIGURA 8-H).

A LP apresentou valor médio de concentração de MeP D em $0,8 \pm 0,6$ e exatos 50% a menos para sua correspondente particulada na quarta campanha. Destaca-se nessa campanha P01 e P02, com valores de concentrações médias de MeP D de $1,23 \pm 0,51$ e $1,36 \pm 0,51$ $\mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente. P03 apresentou a maior concentração média de MeP P, $0,78 \pm 0,47$ $\mu\text{g L}^{-1}$, em contraponto, P06 e P07 tiveram os menores valores de MeP (FIGURA 8-D). Com relação ao ambiente LdP, o valor médio de MeP D foi de $0,6 \pm 0,7$ $\mu\text{g L}^{-1}$ e o MeP P apresentou metade deste valor para concentração média. O destaque foi para P12 com $1,18 \pm 1,48$ $\mu\text{g L}^{-1}$ de MeP D, seguido do P13 com $0,92 \pm 0,93$ $\mu\text{g L}^{-1}$ com maiores concentrações e P08 com $0,60 \pm 0,30$ $\mu\text{g L}^{-1}$ de MeP P (FIGURA 8-I).

A última campanha foi marcada pelas baixas concentrações de MeP D e pela ausência parcial de MeP P. Ambos os ambientes ficaram com concentrações médias de $0,4 \pm 0,2$ $\mu\text{g L}^{-1}$ para MeP D e as concentrações de MeP P ficaram em $0,2 \pm 0,1$ e $0,1 \pm 0,1$ $\mu\text{g L}^{-1}$ para LP e LdP respectivamente. Para LP, ainda que em baixas concentrações, o destaque de MeP D foi para os pontos P03 e P04, com média de $0,54 \pm 0,53$ $\mu\text{g L}^{-1}$ (FIGURA 8-E). Já para o ambiente LdP, os pontos com maiores concentrações foram P08 e P13, com média de $0,52 \pm 0,29$ $\mu\text{g L}^{-1}$ (FIGURA 8-J).

Sintetizando as análises de parabenos, pode-se concluir que o ambiente LP apresenta influência de parabenos maior em uma escala de tempo menor, quando comparação com a LdP. De um modo geral, a quantidade de MeP D não foi estatisticamente diferente entre os ambientes ($z= 0,94$; $p= 0,351$), enquanto MeP P demonstrou ser mais elevado na LP ($z= 2,36$; $p= 0,018$). Isto pode estar relacionado com a capacidade de resiliência de cada ambiente considerando o fato de a LdP ser 50 vezes maior em área que LP. Pormenorizando as campanhas frente a condição hídrica, tem-se que, à medida que o volume de chuvas foi aumentando, o contaminante parabeno foi sendo diluído no meio ambiente, podendo ter sido adsorvido nas plantas e nos sedimentos, e, por isso, resultando em menores quantidades do contaminante disponível na água.

Nas duas campanhas iniciais, momento em que se viveu um período de seca na região, registrou-se nos espelhos d'água das lagoas as maiores concentrações de parabenos, corroborando com outros estudos que descreveram igual relação (MIZUKAWA *et al.*, 2017; FILIPPE, 2018; SCIPIONI, 2018; GOULART *et al.*, 2021).

Por outro lado, reitera-se que a associação entre maiores quantidades de parabenos e má qualidade da água, frequentemente em desacordo com a legislação vigente do CONAMA 357/05 (CONAMA, 2005), também foi apontada em ambientes lóticos no país (MOREIRA, 2014; MIZUKAWA *et al.*, 2017; REICHERT *et al.*, 2017; VILELA *et al.*, 2018) estando atreladas a contribuições antropogênicas.

Nesse trabalho as concentrações médias registradas foram de 1,2 e 0,1 $\mu\text{g L}^{-1}$ (MeP e PrP), menores que nos demais estudos, pode estar relacionado com aspectos intrínsecos aos ambientes como menores cargas de sedimentos e contaminantes que tendem a estar associados às grandes bacias de drenagem, quanto pela discrepância da fitorremediação que ocorre nos ambientes. Entretanto, isso não significa que estão sendo menos agredidos que grandes rios que recebem maiores aportes de águas fluviais e do sistema de esgoto das cidades, principalmente com relação aos altos valores de nutrientes encontrados na porção canal e ambiente marinho uma vez que os espelhos d'água não recebem despejos de esgoto.

Como comparativo verifica-se que, no Brasil, o Rio Maracanã, na cidade do Rio de Janeiro, segundo Moreira (2014), possui concentrações em torno de 1,43 e 1,50 $\mu\text{g L}^{-1}$ (MeP e PrP). Derisso *et al.* (2020) registrou valores entre 0,19 $\mu\text{g L}^{-1}$ a 0,28 $\mu\text{g L}^{-1}$ para MeP para o Rio São Carlos, no estado de São Paulo, enquanto, em rios do estado do Paraná, as variações foram de 0,01 a 3,59 e de 0,04 a 1,58 $\mu\text{g L}^{-1}$ para MeP e PrP, respectivamente (MIZUKAWA *et al.*, 2017; REICHERT *et al.*, 2017; FILIPPE, 2018; SCIPIONI, 2018; GOULART *et al.*, 2021).

Estudos realizados no Japão apresentam variações entre 0,02 e 0,68 $\mu\text{g L}^{-1}$ (MeP) e de $8 \cdot 10^{-4}$ a 0,21 $\mu\text{g L}^{-1}$ (PrP) (YAMAMOTO *et al.*, 2011). Enquanto em rios europeus, as máximas concentrações detectadas foram de 0,4 $\mu\text{g L}^{-1}$ (MeP) (KASPRZYK-HORDERN *et al.*, 2008) e 0,07 $\mu\text{g L}^{-1}$ (PrP) (GONZÁLEZ-MARIÑO *et al.*, 2009). Já em águas marinhas de um estuário raso, em Portugal, registram 0,05 $\mu\text{g L}^{-1}$ de concentração máxima de MeP (JONKERS *et al.*, 2009).

Como elemento de remediação, há o potencial de remoção de parabenos da água utilizando algas, bactérias e peixes, através da adsorção desses compostos nos organismos, que prestam um serviço ecossistêmico ao ambiente (DORDIO *et al.*, 2010; RATOLA *et al.*, 2012; ANJOS *et al.*, 2018; ZHAO *et al.*, 2021). Possivelmente, nos pontos onde se encontravam macrófitas, nas margens das lagoas e canais, ocorreu similar contribuição neste estudo.

A ocorrência de contaminantes emergentes, como os parabenos, é pouco estudada em águas superficiais brasileiras. Além disso, os dados acessíveis relativos aos parabenos em lagoas naturais e em nas fontes de água disponível para consumo são ainda mais raros, concentrando-se as pesquisas nos ambientes lóticos.

6 CONCLUSÕES

Este estudo foi desenvolvido em dois importantes ambientes de Florianópolis, SC, os quais, apesar de pertencem a unidades de conservação, estão inseridos em regiões que apresentam expressivos adensamentos urbanos. Na região do Campeche, bairro onde se localiza a LP, o recente crescimento urbano demonstra afetar a qualidade ambiental, principalmente próximo às áreas de maior concentração populacional, caracterizando a relação entre a presença humana e a degradação imediata da qualidade ambiental.

Os baixos valores obtidos para OD e pH, juntamente com os elevados valores de concentração de fósforo na forma de ortofosfato, N-amoniaco e nitrito +nitrato, corroboram com a ideia de que os locais estudados e principalmente a porção do canal, estão passando por pressão antropogênica, obtendo-se resultados que, por diversas vezes, estão em desacordo com os limites regulatórios estabelecido na resolução CONAMA 357/2005 para a Classe 2, segundo traz o artigo 42.

Dos parabenos estudados, foram quantificados MeP e PrP, sendo que, nas duas campanhas iniciais, momento em que se viveu um período de seca na região, os maiores valores de concentrações de parabenos (dissolvido e particulado) estiveram nos espelhos d'água das lagoas e em pontos de maior aglomeração urbana, possivelmente provenientes do uso recreativo das lagoas e despejo de esgoto nos canais, esses mesmos pontos também se destacaram pelas altas concentrações de nutrientes e baixos valores de OD e pH. Conforme o aumento da pluviometria, observou-se que os parabenos foram sendo diluídos no meio, carregados e/ou adsorvidos em matrizes que não foram contempladas na pesquisa, tais como fauna, flora e sedimentos, o que resultou em valores mais constantes nos ambientes, tanto para C IV, quanto para C V.

Frente ao exposto, observa-se que o crescimento populacional pode estar causando degradação da qualidade ambiental, através da deterioração e contaminação das águas pelo aporte de nutrientes inorgânicos dissolvidos e contaminantes largamente utilizados pela indústria e que ainda não possuem previsão normativa em relação ao descarte no meio ambiente, mais expressamente observado na porção relativa aos canais das lagoas e veemente notado em momentos de seca.

7 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se, que a avaliação da presença de parabenos continue sendo realizada nesses ambientes, e, que a eles, sejam inseridos os poços de captação de água localizados nas proximidades de LP, já que em períodos críticos esses poços são utilizados para abastecimento público. Orienta-se que a avaliação da presença dos parabenos seja também realizada em diferentes matrizes ambientais, abrangendo a fauna e flora aquática, e os sedimentos para que o ciclo do parabeno no ambiente possa ser compreendido de forma abrangente. Bem como a água de consumo, com a finalidade de evitar riscos à saúde humana.

Recomenda-se que os parabenos continuem sendo avaliados nos ambientes lagunares e que se ampliem as análises sobre a ocorrência de outras classes de contaminantes de preocupação emergentes, nesses e em outros locais. Desta forma, os resultados contribuirão para a inclusão destes parâmetros em programas de monitoramento ambiental, e assim, possam sustentar argumentos para tomadas de decisões acerca da preservação do meio ambiente principalmente por se tratar de ambientes em que a água é utilizada para abastecimento público de forma constante – LdP; e esporádica, em situações de crise hídrica - LP.

8 REFERÊNCIAS

AMARAL, R. M. **Variação temporal e espacial das condições de balneabilidade da LP, Florianópolis, SC**. 2018. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Oceanografia) - Faculdade de Oceanografia, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, Santa Catarina, 2018.

ANGULO, Rodolfo José. Aspectos físicos das dinâmicas de ambientes costeiros, seus usos e conflitos. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 1, n. 10, p. 175-185, jul. 2004.

ANJOS, M. L.; ISIQUE, W. D.; ALBERTIN, L. L.; MATSUMOTO, T.; HENARES, M. N. P. Parabens Removal from Domestic Sewage by Free-Floating Aquatic Macrophytes. **Waste And Biomass Valorization**, [S.L.], v. 10, n. 8, p. 2221-2226, fev. 2018.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RESOLUÇÃO – RDC Nº 08, DE 20 DE FEVEREIRO DE 2008** Proíbe o uso dos aditivos Propilparabeno e Propilparabeno de Sódio em alimentos. Brasília, 2008.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RESOLUÇÃO – RDC Nº 29, DE 01 DE JUNHO DE 2012** Aprova o Regulamento Técnico Mercosul sobre “Lista de Substâncias de Ação Conservante permitidas para Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes” e dá outras providências. Brasília, 2012.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 30, de 04 de julho de 2011**. Substitui a lista de substâncias de ação conservante permitidas para produtos saneantes constante do Anexo da Resolução - RDC n. 35/2008 e revoga a Resolução - RDC n. 58/2009. Brasília, 2011.

APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed., Washington. D.C., 1998.

BEAUMORD, A.C.; CARPES-BARÃO, M.V.; CARMO, F. C.; BECKER, G.; BOMBO, G.C.; MADEIRA, R. Aspectos físico-limnológicos da Lagoinha Pequena, Florianópolis, SC. **Anais do CBO 2014**. Itajaí, SC, Brasil. p. 261-262. 2014.

BERLATTO, M. A.; FONTANA, D. C. El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul: aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: **Ed. da UFRGS, 2003**. 110 pp.

BŁEDZKA, D.; GROMADZINSKA, J.; WASOWICZ, W. Parabens. From environmental studies to human health. **Environment International**, v.67. 2014.

BOLONG, N.; ISMAIL, A. F.; SALIM, M. R.; MATSUURA, T. A review of the effects of emerging contaminants in wastewater and options for their removal. **Desalination**, v. 238, n. 1-3, p. 229-246, 2009.

BRASIL 2006. **Ministério da Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano, Brasília, DF, 2006.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**: Nós, representantes do povo brasileiro, reunidos em Assembleia Nacional Constituinte para instituir um Estado Democrático, destinado a assegurar o exercício dos direitos sociais e individuais, [...]. Brasília, DF: Planalto, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 jul. 2022.

BRASIL. Instrução Normativa Conjunta Mapa, Anvisa e Ibama Sobre Alteração de Formulação de Agrotóxicos e Afins. nº 1, de 22 de abril de 2013. Instrução Normativa Conjunta Mapa, Anvisa e Ibama sobre alteração de formulação de

agrotóxicos e afins. **Instrução Normativa Conjunta Nº 1, de 18 de abril de 2013**. 76. ed. Brasília, 2013.

BRASIL. **Lei n. 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 União, Brasília, DF, jan. de 1997.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de julho de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981, Brasília, DF: Presidência da República, 2 set. 1981. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>. Acesso em: 26 mar. 2020.

CAMARGO, J. A.; ALONSO, Á. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. **Environmental International**. v. 32, p. 831-849, 2006.

CARUSO JR., F. Mapa geológico da ilha de Santa Catarina – Escala 1:100.000. Texto explicativo e mapa. **Notas Técnicas**, v. 6, p. 1-28, 1993.CECCA. Uma cidade numa ilha: relatório sobre os problemas socioambientais da Ilha de Santa Catarina. 2.ed. Florianópolis: **Insular**. 1997. 247 p.

CETESB, **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Apêndice E - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo: CETESB, 2017. 52 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf> Acesso: março 2020.

CETESB, **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, Série Relatórios, 2009.

CHEN, H. W.; CHIOU, C. S.; CHANG, S. H. Comparison of methylparaben, methylparaben and propylparaben adsorption onto magnetic nanoparticles with phenyl group. **Powder Technology**, v. 311, p. 426-431, abr. 2017.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 375, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 24 abr. 2020.

COVELLO, C., Filho, N., BRILHA, J. A Geodiversidade do Município de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Valores e Ameaças. **Geography Department University of Sao Paulo** 104. 2017. <https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.132514>.

DARBRE, P.D.. Environmental oestrogens, cosmetics and breast cancer. **Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 121-143, mar. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.beem.2005.09.007>.

DERISSO, Carolina Resende; POMPEI, Caroline Moço Erba; SPADOTO, Mariângela; PINTO, Tiago da Silva; VIEIRA, Eny Maria. Occurrence of Parabens in Surface Water, Wastewater Treatment Plant in Southeast of Brazil and Assessment of Their Environmental Risk. **Water, Air, & Soil Pollution**, [S.L.], v. 231, n. 9, p. 231-468, ago. 2020.

DODDS, Walte.r; SMITH, Val. Nitrogen, phosphorus, and eutrophication in streams. **Inland Waters**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 155-164, 1 abr. 2016. Freshwater Biological Association. <http://dx.doi.org/10.5268/iw-6.2.909>.

DORDIO, A.; CARVALHO, A.J.P.; MARTINS, D.; BARROCAS, C.; Paula, A. Removal of pharmaceuticals in microcosm constructed wetlands using *Typha* spp. and LECA. **Bioresour. Technol.** 2010, p. 886-892.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 3 ed. Rio de Janeiro, **Editora Interciência**, 2011.

FALKENBERG, D. D. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula**(28), 1-30.1999.

FENG, J., ZHAO, J., Xi, N., GUO, W., SUN, J. Parabens and their metabolite in surface water and sediment from the Yellow River and the Huai River in Henan Province: Spatial distribution, seasonal variation and risk assessment. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 172, 480–487. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.01.102>

FERRETTI, Orlando Ednei. Áreas protegidas na ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 13, n. 31, p. 66-89, jan. 2019.

FILIPPE, T. C. **CAFÉINA, FÁRMACOS, HORMÔNIOS E PRODUTOS DE CUIDADOS PESSOAIS NO RIO PALMITAL – PR**. 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

FLORAM - Fundação Municipal do Meio Ambiente. In: **Unidades de Conservação em Florianópolis**. Florianópolis, Santa Catarina. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/floram/index.php?cms=unidades+de+conservacao+em+florianopolis&menu=5&submenuid=800>. Acesso em: 24 abr. 2020.

GOLDEN, Robert; GANDY, Jay; VOLLMER, Guenter. A Review of the Endocrine Activity of Parabens and Implications for Potential Risks to Human Health. **Critical Reviews In Toxicology**, [S.L.], v. 35, n. 5, p. 435-458, jan. 2005. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408440490920104>.

GONÇALVES, Fabiane N.; BACK, Álvaro J. Análise da variação espacial e sazonal e de tendências na precipitação da região sul do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 41, n. 3, p. 592-602, 20 fev. 2018. Revista de Ciências Agrárias. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17204>.

GONZÁLEZ-MARIÑO, Iria; QUINTANA, José Benito; RODRÍGUEZ, Isaac; CELA, Rafael. Simultaneous determination of parabens, triclosan and triclocarban in water by liquid chromatography/electrospray ionization tandem mass spectrometry. **Rapid Communications In Mass Spectrometry**, [S.L.], v. 23, n. 12, p. 1756-1766, 12 maio 2009. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/rcm.4069>.

GOTARDO, R.; PIAZZA, G. A.; TORRES, E.; SEVERO, D. L.; KAUFMANN, V. Distribuição espacial e temporal das chuvas no estado de Santa Catarina. **Revista Geosul**. v. 33, n. 67, 2018. p. 253 – 276.

GOULART, Franciane de Almeida Brehm; REICHERT, Gabriela; FILIPPE, Tais Cristina; MIZUKAWA, Alinne; ANTONELLI, Jhonatas; FERNANDES, Cristóvão Scapulatempo; AZEVEDO, Júlio César Rodrigues de. Daily Variation of Lipid

Regulators and Personal Care Products in a River Impacted by Domestic Effluents in Southern Brazil. **Water**, [S.L.], v. 13, n. 10, p. 1-9, maio 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w13101393>.

GRASSHOFF, Klaus; KREMLING, Klaus; EHRHARDT, Manfred. Methods of Seawater Analysis. [S. l.]: **Wiley Online Library**, 1999. ISBN 9783527613984. DOI 10.1002 / 9783527613984. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527613984>. Acesso em: 25 abr. 2020.

HAMAN, C., DAUCHY, X., ROSIN, C., MUNOZ, J. F. Occurrence, fate and behavior of parabens in aquatic environments: a review. **Water Research**, v. 68, p. 1-11, 2015.

HARVEY, P.W., EVERETT, D.J. Significance of the detection of esters of p-hydroxybenzoic acid (parabens) in human breast tumours. **Journal Apply Toxicology** 24, 1–4. 2004. <https://doi.org/10.1002/jat.957>

HORN FILHO, N.H. Setorização da Província Costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. **Geosul** 18, 71–98. 2003.

HORN FILHO, N.O.; SCHMIDT, A.D.; BENEDET, C.; NEVES, J.; PIMENTA, L.H.F.; PAQUETTE, M.; ALENCAR, R.; SILVA, W.B.; VILLELA, E.; GENOVEZ, R.; SANTOS, C.G. Estudo geológico dos depósitos clássicos quaternários superficiais da planície costeira de Santa catarina, Brasil. **Gravel**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 41-107, dez. 2014.

IBGE (org.). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos 2010**. Ministérios do Planejamento, Orçamento e Gestão, Rio de Janeiro, 2010.

IBGE (org.). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação 2022**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/florianopolis/panorama>. Acesso em: 08 fev. 2022.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: 24 abr. 2022.

JONKERS, Niels; SOUSA, Ana; GALANTE-OLIVEIRA, Susana; BARROSO, Carlos M.; KOHLER, Hans-Peter E.; GIGER, Walter. Occurrence and sources of selected phenolic endocrine disruptors in Ria de Aveiro, Portugal. **Environmental Science And Pollution Research Volume**, [s. l.], n. 17, p. 834-846, dez. 2009.

JORGE, Lander Rodriguez de. **Eliminación demetilparabeno de disoluciones acuosas mediante procesos avanzados de oxidación: radiación ultravioleta/peróxido de hidrógeno**. 2018. 215 f. TCC (Graduação) - Curso de Ingeniería Química Industrial, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, 2018.

KASPRZYK-HORDERN, B.; DINSDALE, R.M.; GUWY, A.J. The occurrence of pharmaceuticals, personal care products, endocrine disruptors and illicit drugs in surface water in South Wales, UK. **Water Res.** 2008. doi: 10.1016/j.watres.2008.04.026.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V.; SOUZA, R. A. F. de; GARCIA, S. R.; CALHEIROS, A. J. P. El Niño e La Niña dos últimos 30 anos: diferentes tipos. **Artigo científico**, pg. 7-12. 2016.

KLEYWEGT, S.; SMYTH, S-A.; PARROTT, J.; SCHAEFER, K.; LAGACÉ, E.; PAYNE, M.; TOPP, E.; BECK, A.; MCLAUGHLIN, A.; K. OSTAPYK (eds). Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Canadian Environment: Research and Policy Directions. Workshop Proceedings; Queen's Landing Inn, Niagara-on-the-Lake, Ontario, Canada. **Environment Canada**, 2007.

LARA-VALDERRÁBANO, L.; ROCHA, L.; GALVÁN, E. J. Propylparaben reduces the excitability of hippocampal neurons by blocking sodium channels. **Neurotoxicology**, v. 57, p. 183-193, dec. 2016.

LEI ORDINÁRIA. Lei nº 10.530, de 2 de maio de 2019. DISPÕE SOBRE A CRIAÇÃO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO MONUMENTO NATURAL MUNICIPAL DA LDP (MONA DA LDP). **LEI Nº 10.530, DE 02 DE MAIO DE 2019**, Florianópolis/SC, 2 maio 2019. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/sc/f/florianopolis/lei-ordinaria/2019/1053/10530/lei-ordinaria-n-10530-2019-dispoe-sobre-a-criacao-da-unidade-de-conservacao-monumento-natural-municipal-da-lagoa-do-peri-mona-da-lagoa-do-peri>. Acesso em: 14 abr. 2020.

LIN, Angela Yu-Chen; YU, Tsung-Hsien; LIN, Cheng-Fang. Pharmaceutical contamination in residential, industrial, and agricultural waste streams: risk to aqueous environments in Taiwan. **Chemosphere**, [S.L.], v. 74, n. 1, p. 131-141, dez. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.08.027>.

LÓPES-DOVAL, J.C.; MEIRELLES, S. T.; CARDOSO-SILVA, S.; MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, M. L. M. Ecological and toxicological responses in a multi stressor scenario: Are monitoring programs showing the stressors or just showing stress? A case study in Brazil. 2016. **Sci Total Environ**. 540, 466-476.

MA, Xiuqi; WAN, Yanjian; WU, Mingyang; XU, Ying; XU, Qing; HE, Zhenyu; XIA, Wei. Occurrence of benzophenones, parabens and triclosan in the Yangtze River of China, and the implications for human exposure. **Chemosphere**, [S.L.], v. 213, p. 517-525, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.09.084>.

MADSEN, T.; BOYD, H.B.; NYLÉN, D.; PEDERSEN, A. R.; PEDERSEN, G. I.; SIMONSEN, F. Environmental Project No. 615, 2001. Danish Ministry of the Environment, **Environmental Protection Agency**, Copenhagen, 2001.

MENDONÇA, C. D. **Determinação eletroanalítica e cromatográfica de Metilparabeno. Uma comparação estatística**. 79f. Dissertação. (Mestrado em Ciências). Área de concentração Química Analítica e Inorgânica, Programa de Química, Universidade de São Paulo, SP, 2015.

MIZUKAWA, A.; DELGADO, D. M.; AZEVEDO, J. C. R.; FERNANDES, C. V. S.; DÍAZCRUZ, S.; BARCELÓ, D. Sediments as a sink for UV filters and benzotriazoles: the case study of Upper Iguaçu watershed, Curitiba (Brazil). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 22, p. 18284-18294, ago. 2017.

MONTAGNER, C.C.; VIDALA, C.; ACAYABA, R. D. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios. **Química Nova**, v. 40, n. 9, p. 1094-1110, maio/jul. 2017.

MONTEIRO, Maurici Amantino. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, Florianópolis, v. 16, n. 31, p.

MOREIRA, C. G. **Avaliação da presença de metilparabeno e propilparabeno no ambiente aquático e seus potenciais estrogênicos e a toxicidade aguda**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Pós-

Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

MOWAD, Christen M. Allergic Contact Dermatitis Caused by Parabens: 2 Case Reports and A Review. **American Journal Of Contact Dermatitis**, Danville, v. 11, n. 1, p. 53-56, mar. 2000.

MÜLLER, Arthur Nicolas da Silva. **Relação entre a oscilação Antártica e o regime de precipitação no sul do Brasil no período de 2001-2020**. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Meteorologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

NASCIMENTO, José Gilmar da Silva do; SILVA, Ester Viana Alencar; SILVA, Marcos Erick Rodrigues da; SANTOS, André Bezerra dos; FIRMINO, Paulo Igor Milen. Impacto da microaeração na remoção anaeróbia de parabenos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 30., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: Abes, 2019. p. 1-7.

NOGUERA-OVIEDO, K.; AGA, D. S. Lessons learned from more than two decades of research on emerging contaminants in the environment. **J Hazard Mater**. 2016; 316:242–51. doi: 10.1016/j.jhazmat.2016.04.058.

OISHI, S. Effects of propylparaben on the male reproductive system in rats. **Food and chemical toxicology**, v.40 (12), p.1807-1813, 2002.

ONU. **Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment – 1972**. Stockholm, 1972. Disponível em: <http://apambiente.pt/_zdata/Políticas/DesenvolvimentoSustentavel/1972_Declaracao_Estocolmo.pdf>. Acesso em: 26 de mar de 2022.

PACHECO, Ana Rita Borba. **Parabenos nas formulações cosméticas: sim ou não?** 2018. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2018.

PARENTE, L. M. L.; CARNEIRO, L. M.; TRESVENZOL, L. M. F.; MAKISHI, G. F. C.; GARDIN, N. E. Câncer de mama e cosméticos. **Arte Médica Ampliada**, v. 35, n. 1, Jan/Mar, de 2015.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C.M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de Água. **Dados eletrônicos**. - Colombo: Embrapa, Florestas, 2011.

PAXÉUS, N. Organic pollutants in the effluents of large wastewater treatment plants in Sweden. **Water Research**, v.30, p. 1115-1122, 1996.

PEÑA, María Jesús Muñoz. **Eliminación de contaminantes parabenos en agua mediante procesos físicos, químicos y electroquímicos**. 2015. 444 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ingeniería Química y Química Física, Universidad de Extremadura, Badajoz, 2015.

PETRUCI, J. F. S.; CARDOSO, A. A.; PEREIRA, E. A. Desenvolvimento e validação de método analítico para determinação de benzoato, sorbato, metil e propil parabenos em produtos alimentícios utilizando a eletroforese capilar. **Quim. Nova**, v. 34, n. 7, 2011.

QIAN, L.; GUAN, Y.; XIAO, H. Preparation and characterization of inclusion complexes of a cationic β -cyclodextrin polymer with butylparaben or Triclosan. **Pharmaceutical Nanotechnology. International Journal of Pharmaceutics**, v. 357, n. 1/2, p. 244-251, jun. 2008.

RAMOS, T.K.; COSTA, L.D.F.; YUNES, J.S.; RESGALLA Jr. C.; BARUFI, J.B.; BASTOS, E. de O.; HORTA, P.A.; RÖRIG, L.R. Saxitoxins from the freshwater

cyanobacterium *Raphidiopsis raciborskii* can contaminate marine mussels. **Harmful Algae** 103, 102004. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2021.102004>

RATOLA, N.; CINCINELLI, A.; ALVES, A.; KATSOYIANNIS, A. Occurrence of organic microcontaminants in the wastewater treatment process. A mini review. **Journal Of Hazardous Materials**, [S.L.], v. 239-240, p. 1-18, nov. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.05.040>.

REICHERT, G.; FILIPPE, T. C.; BREHM, F. A.; WALTER, E.; FERNANDES, C. V. S.; AZEVEDO, J. C. R. Hormônios sexuais femininos e cafeína em amostras de água do rio Barigui. In: **13 SILUSBA**, 2017, Porto. Anais... 13 SILUSBA. Porto: SILUSBA, 2017. v. 1. p. 1-9.

REYNOLDS, C. S.; DAVIES, P. S. Sources and bioavailability of phosphorus fractions in freshwaters: a British perspective. **Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 76, n. 1, p. 27–64, Feb. 2001.

SANTA CATARINA. DEFESA CIVIL. (org.). **Alertas meteorológicos**. 2022. Disponível em: <https://www.defesacivil.sc.gov.br/alertas-meteorologicos-nowcasting/>. Acesso em: 08 fev. 2022.

SAUVÉ, S.; DESROSIERS, M. A review of what is an emerging contaminant. **Chemistry Central Journal**, 2014.

SCIPIONI, Bruna. **Avaliação da interferência antrópica na bacia do alto e médio Iguaçu, utilizando contaminantes emergentes como indicadores de qualidade da água**. 2018. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SHANAFIELD, M.; ROSEN, M.; SAITO, L.; CHANDRA, S.; LAMERS, J.; NISHONOV, B. Identification of nitrogen sources to four small lakes in the agricultural region of Khorezm. **Springer Science Business Media**, Uzbekistan, 2010.

SYSTAT SOFTWARE INC. **SIGMAPLOT Versão 11**. 2008. Disponível em: <https://sigmaplot.software.informer.com/download/>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

SILVA, Lorena Pinheiro; GIANUCA, Andros Tarouco; SILVEIRA, Mônica Hessel; PETRUCIO, Mauricio Mello. Grazing efficiency asymmetry drives zooplankton top-down control on phytoplankton in a lake dominated by non-toxic cyanobacteria. In: 2º Congresso Ibero-americano de Limnologia, 2., 2019, Florianópolis. **Congresso Ibero-Americano de Limnologia**. Florianópolis: ABLímno, 2019. v. 1, p. 51-51.

SONI, M. G.; BURDOCK, G. A.; TAYLOR S. L.; GREENBERG N. A. Safety assessment of propyl paraben: a review of a published literature. **Food Chemistry Toxicology**, v.39. 2005.

SPADOTO, M. **Avaliação dos efeitos dos parabenos sobre os organismos aquáticos e comparação de sensibilidade de espécies**. 96f. Tese. (Doutorado em Ciências Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2017.

TERASAKI, M.; TAKEMURA, Y.; MAKINO, M. Paraben-chlorinated derivatives in river waters. **Environmental chemistry letters**, v. 10, n. 4, p. 401-406, 2012.

TONETTA, D.; LAUDARES-SILVA, R.; PETRUCIO, M. M. Planktonic production and respiration in a subtropical lake dominated by Cyanobacteria. **Brazilian Journal of Biology (Impresso)**, v. 75, p. 460-470, 2015.

TRAN, N. H.; REINHARD, M.; GIN, K. Y. H. Occurrence and fate of emerging contaminants in municipal wastewater treatment plants from different geographical regions-a review. **Water Research**, v. 133, p. 182-207, 2018.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; PARESCHI, D. C. A bacia hidrográfica do Tiete-Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. **Estudos Avançados USP**, v. 22, n. 63, p. 159 – 172, 2008.

USEPA 2022. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (org.). **Contaminant Candidate List (CCL) and Regulatory Determination**. Disponível em: <https://www.epa.gov/ccl/types-drinking-water-contaminants>. Acesso em: 09 ago. 2022.

USGS 2022. **United States Geological Survey**. Disponível em: <http://toxics.usgs.gov/regional/emc/index.html>, acessada em julho de 2022.

VILELA, R. L. T.; AMÉRICO-PINHEIRO, U. H. P.; BARBOSA, L. M. de S. Ocorrência de parabenos no ambiente aquático e seus efeitos na biota. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Alta Paulista**, São Paulo, p. 973-981, 27 jul. 2018.

VON SPERLING, M. V. Princípio do tratamento biológico de águas residuais. In: **introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 1995.

WETZEL, R G. Limnology: lake and river ecosystems. 3. ed. **Elsevier**, 2001.

XUE, J.; KANNAN, K. Accumulation profiles of parabens and their metabolites in fish, black bear, and birds, including bald eagles and albatrosses. **Environment International**, v. 94, p. 546–553, 2016.

YAMAMOTO, H.; TAMURA, I.; HIRATA, Y.; KATO, J.; KAGOTA, K.; KATSUKI, S.; YAMAMOTO, A.; KAGAMI, Y.; TATARAZAKO, N. Aquatic toxicity and ecological risk assessment of seven parabens: individual and additive approach. **Science of the Total Environment**, v. 410, p. 102-111, 2011.

YANG, G. C. C. Global challenges and solutions of emerging contaminants: An editorial overview and beyond. **Chemosphere**, v. 168, p. 1222–1229, 2017.

ZGOŁA-GRZEŚKOWIAK, A., JESZKA-SKOWRON, M., CZARCZYŃSKA-GOŚLIŃSKA, B., GRZEŚKOWIAK, T. Determination of Parabens in Polish River and Lake Water as a Function of Season. **Analytical Letters** **49**, 1734–1747. 2016. <https://doi.org/10.1080/00032719.2015.1120739>

ZHAO, Xue; ZHENG, Yi; HU, Shiyao; QIU, Wenhui; JIANG, Jiping; GAO, Chuanzi; XIONG, Jianzhi; LU, Haiyan; QUAN, Feng. Improving urban drainage systems to mitigate PPCPs pollution in surface water: A watershed perspective. **Journal Of Hazardous Materials**. Shenzhen, p. 1-10. ago. 2021.

APÊNDICE 1 Produto técnico tecnológico (PTT).

<https://drive.google.com/file/d/1K28NNPw46O8i4I9hDI5uSVhXg4EM-4BL/view?usp=sharing>

APÊNDICE 2 Artigo científico.

https://docs.google.com/document/d/1C7ujYs2mWyTaJRXmm0sslAwN_KhDTq6VO7fg39YkEk/edit?usp=sharing

APÊNDICE 3 Base de dados.

https://docs.google.com/document/d/1Ye_LMsm6Png-9nWDcHJJdzZWdnnuwuynBWiCw6Iuly8/edit?usp=sharing

ANEXO 1 Classificação dos corpos hídricos - CONAMA nº 357 de 2005.

<https://docs.google.com/document/d/1I2-B2bcJQyyOBPqAedf8IsrdVai9-xnyp5liWXckQDg/edit?usp=sharing>

ANEXO 2 Lista de substâncias de ação conservante - RDC nº 29 de 2012.

<https://drive.google.com/file/d/1ppDAkwm4jLCbawYqNk88E2jq7wJMhIkz/view?usp=sharing>