

## **Parecer Ambiental (Caso: Contaminante químico - Parabeno)**

Exmos. Srs. Vereadores do Município de Florianópolis.

PRESENÇA DE CONTAMINANTE DE PREOCUPAÇÃO EMERGENTE. PARABENO. MONITORAMENTO AMBIENTAL. MANANCIAL DE ÁGUA DOCE. ÁGUAS DE RECEIO E ABASTECIMENTO PÚBLICO. LAGOA PEQUENA. LAGOA DO PERI. REGULAMENTAÇÃO DE PARABENOS NA ÁGUA.

### **Relatório**

Trata-se de parecer ambiental acerca da viabilidade da inserção dos parabenos em análises rotineiras de monitoramento ambiental em Florianópolis – SC, e da inclusão do mesmo em regulamentações que estabelecem limites de concentrações e fiscalização dessas substâncias no ambiente aquático e águas de consumo público.

### **Fundamentação**

Um panorama do direito ambiental é apresentado com o intuito de uma compreensão clara e detalhada sobre o que versa a legislação nacional e como os contaminantes de preocupação emergente poderiam ser enquadrados em regulamentações vigentes.

O marco inicial do direito ambiental aconteceu na Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente em Estocolmo em 1972, declarando 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). A partir deste evento surge um ramo da Ciência Jurídica capaz de regulamentar as atividades humanas efetiva ou potencialmente causadoras de impacto sobre o meio ambiente, com o intuito de defender, melhorar e de preservar os recursos naturais para as gerações presentes e futuras. Na sequência, no encontro de Johannesburgo em 2002 a palavra sustentabilidade foi incorporada ao título do evento, que na conhecida Rio+20, culminou na assinatura da Agenda 21 e mais tarde no conjunto de 17 objetivos e 169 metas para o desenvolvimento sustentável (Agenda 2030), que são integrados e indivisíveis, e equilibram as três dimensões, a econômica, a social e a ambiental, do desenvolvimento sustentável (ONU, 2020), cuja implementação deverá ocorrer até 2030 (ITAMARATY, 2019).

Em âmbito nacional, o Código de Águas de 1934 estabelece legalmente os bens ambientais naturais, artificiais e culturais como bens públicos. Posteriormente, através da Lei nº 6.938 que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente em 1981, o país começou a tratar os recursos ambientais de forma integrada e holística. A partir de então o Direito Ambiental passou a evoluir e ganhar autonomia como ramo da Ciência Jurídica a ponto de ter os seus próprios princípios.

A avaliação da viabilidade da inserção dos parabenos em análises rotineiras de monitoramento ambiental pretendida exige inicialmente a compreensão do meio ambiente como um bem tutelado juridicamente, como assim passou a ser previsto após o advento da Constituição Federal de 1988.

Segundo o art. 225, *caput* da Carta Magna:

*“Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988).”*

Ao consagrar o meio ambiente como um direito humano fundamental a Constituição Federal de 1988, traz no seu artigo 1º os fundamentos do Estado Democrático de Direito, prevendo nos incisos II a Cidadania e III a Dignidade da Pessoa Humana, demonstrando a pluralidade, indeterminação e interligação do sujeito ao meio ambiente, sustentando a proteção do ecossistema.

Os objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil encontram-se no Artigo 3º, inciso I que trata sobre uma sociedade solidária e inciso II que dispõem sobre a garantia de desenvolvimento nacional, se referindo a coordenação de atitudes para a manutenção do meio ambiente através da sustentabilidade da produção industrial. Esse entendimento também consta no Art.170, inciso VI, alterado pela emenda constitucional nº 42 de 19/12/2003, ordenando que a econômica deve ser delimitada pela defesa ambiental. Corroborando com o Artigo 225, onde coloca o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental intergeracional (BRASIL, [2020]).

Na Constituição da República Federativa do Brasil os princípios jurídicos exercem uma função especialmente importante, pois incidem como regra de aplicação do Direito no caso prático, e condicionam a elaboração de leis, jurisprudências, doutrinas e tratados de convenções internacionais, já que eles traduzem os valores mais essenciais da Ciência Jurídica. Há dois grupos de princípios ambientais, os fundantes e os estruturantes. O primeiro sustenta o Direito Constitucional Ambiental, representando as diretrizes do sistema normativo, sendo eles: Princípio da legalidade, garantindo que o Estado haja baseado na norma jurídica; princípio da participação, associado à ideia de democracia interventiva; e princípio da solidariedade, demonstrando que o meio ambiente requer a integração de todos nas investidas de cuidado para com ele. Já o segundo, orienta o Direito Ambiental, e desse grupo, elencou-se seis princípios por entender que possuem a maior interligação e imprescindível relevância para o estudo.

A prevenção é o princípio mais presente na legislação ambiental e em políticas públicas do meio ambiente, verifica-se no *caput* da Carta Magna que ao dispor sobre o meio ambiente, determina as adoções de políticas públicas na defesa dos recursos ambientais como uma forma de cautela em relação à degradação ambiental (ROCHA, 2003). Também está presente na Declaração Universal sobre o Meio Ambiente desde 1972, o dever com princípio da prevenção, de modo a reduzir drasticamente a emissão de substâncias tóxicas ou de outros materiais em quantidades ou concentrações em que o meio ambiente não tenha condições para neutralizá-las, causando danos graves ou irreparáveis aos ecossistemas, devendo apoiar a justa luta dos povos de todos

os países contra a contaminação (ONU, 1972). O referido princípio também se faz presente na Lei nº 6.938/81 nos incisos II, III, IV, VI, VII, IX e X do art. 2º e nos incisos III, IV e V do art. 4º (BRASIL, 1981).

Nesse sentido, destaca-se a Lei nº 6.938/81:

*“Art. 2 - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:*

*II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;*

*III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;*

*IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;*

*VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;*

*VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;*

*IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;*

*X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.*

*Art. 4 - A Política Nacional do Meio Ambiente visará:*

*III - ao estabelecimento de critérios e padrões de qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais;*

*IV - ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais;*

*V - à difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico;”*

A precaução, diretriz indicada na Declaração da Rio-92, define que o princípio deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental (MACHADO, 2006). Cabendo ao poder público regular e fiscalizar as diretrizes e padrões adequados à sanidade ambiental e fazer valer a harmonia em diferentes setores como, por exemplo, o econômico e o ambiental.

Outro princípio destacado trata-se do desenvolvimento sustentável, porém, mesmo evocando-se o desenvolvimento sustentável, se permite que, em nome de tal princípio, ocorra a degradação ambiental pelo desenvolvimento econômico prevalecendo o crescimento econômico em detrimento da preservação ambiental. Ainda que, segundo Fábio Nusdeo (2009), se há degradação ambiental, trata-se de crescimento econômico e não desenvolvimento econômico.

Na sequência, o princípio do poluidor pagador que aparece na Declaração do Rio de Janeiro de 1992 e na Lei nº 6.938/81, visando à imposição ao usuário de contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos, tem como objetivo forçar a iniciativa privada a internalizar os custos ambientais gerados pela produção e pelo consumo na forma de

degradação e de escassez dos recursos ambientais. Além de estabelecer que quem utiliza o recurso ambiental deve suportar seus custos, sem que essa cobrança resulte na imposição de taxas, e que nem Poder Público nem terceiros sofram com tais custos evitando que ocorra a privatização dos lucros e a socialização dos prejuízos dentro de uma determinada atividade econômica (BRASIL, 1981).

Associado ao princípio do poluidor pagador está o da responsabilidade, o qual impõem aos causadores de degradação ambiental a obrigação de arcar com os ônus e com os custos da reparação ou da compensação pelo dano causado. Esse princípio está previsto no § 3º do art. 225 da Constituição Federal (BRASIL, [2020]).

Segundo o art. 225, parágrafo 3º:

*“§ 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.”*

O princípio também aparece na primeira parte do inciso VII do art. 4º da Lei nº 6.938/81 e no inciso IX do art. 9º (BRASIL, 1981).

Segundo a Lei nº 6.938/81:

*“Art. 4 - A Política Nacional do Meio Ambiente visará:  
VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.*

*Art. 9 - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:  
IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.”*

E finalizando, o último dos princípios aqui elencados, o princípio do limite, está voltado para a Administração Pública, cujo dever está no estabelecimento de parâmetros mínimos como padrões de qualidade ambiental concretizados na forma de limites a serem observados em casos como emissões de partículas, ruídos, sons, destinação final de resíduos sólidos, hospitalares e líquidos, dentre outros, visando sempre promover o desenvolvimento sustentável. O inciso V do § 1º do artigo 225 da Constituição Federal determina que para assegurar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado incumbe ao Poder Público controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente (BRASIL, [2020]). Somente são permitidas as práticas e condutas cujos impactos ao meio ambiente estejam compreendidos dentro de padrões previamente fixados pela legislação ambiental e pela Administração Pública.

Assentando a ideia e reconhecendo que o meio ambiente saudável é um do direito humano, a assembleia geral da ONU declara em 2022 na sessão 76, no item 74 que o meio ambiente limpo, saudável e sustentável é um direito humano e que está relacionado a outros direitos humanos e internacionais

vigentes, tornando-se um marco histórico. E exorta os Estados, organizações, empresas e outras partes interessadas a adotar políticas no sentido de aumentar a cooperação, fortalecer a capacitação e compartilhar boas práticas para ampliar os esforços e garantir um ambiente limpo, saudável e sustentável para todos (ONU, 2022).

Sobre estes três últimos princípios trazidos e esse último marco histórico celebrado no ano de 2022, fica iminente a necessidade de uma legislação que defina os limites para a presença do parabeno na água de consumo. Atualmente há uma lacuna legal, com a não previsão em lei dos compostos de preocupação emergente, que abrangem substâncias prejudiciais ao meio ambiente, incluindo todos os seres que nele habitam. Portanto, cabe destacar que na literatura científica existe embasamento que sustentam a regulamentação legal, podendo ser utilizado para a inserção dos parabenos em legislações que versem sobre a qualidade da água.

## Do estudo

Este estudo objetivou investigar a existência do contaminante químico parabeno em águas naturais de dois ambientes lagunares da Ilha de Santa Catarina, Lagoa Pequena (LP) e Lagoa do Peri (LdP), utilizadas para recreação e abastecimento público de água. Como químicos, os parabenos pertencem a família dos ésteres e são utilizados como conservante em uma variada gama de produtos de uso diário. Ao mesmo tempo, de acordo com Moreira (2014), têm efeitos semelhantes aos estrogênios, ocasionando desregulação hormonal e, assim, causando danos à saúde humana através da absorção e acumulação em diferentes tecidos, como fígado, músculo, rins e até cérebro (PARENTE *et al.*, 2015; XUE; KANNAN, 2016). Também foram relatados distúrbios reprodutivos para ambos os sexos (HARVEY; EVERETT, 2004; PACHECO, 2018) e potencial mutagênico e cancerígeno relacionados à presença do parabeno em organismos vivos (YAMAMOTO *et al.*, 2011).

Para tanto, apresentou-se a distribuição dos parabenos nos ambientes, seus riscos à saúde humana e ao ecossistema. A ocorrência de parabenos foi relacionada com a sanidade ambiental, através das características físico-químicas e de nutrientes inorgânicos dissolvidos medidos, comparando-se como o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, com os usos dos ambientes, presença humana e de esgoto em diferentes condições hidrológicas, ao longo de 14 pontos amostrais, realizados em cinco campanhas, conforme pode-se visualizar no Anexo 1.

Referente à precipitação, a primeira campanha (C I) foi realizada em um mês sem precipitação e na segunda campanha (C II) a precipitação esteve novamente abaixo do esperado. Os valores de precipitação superaram a previsão da Normal Climatológica (NC) na campanha três (C III), enquanto na campanha quatro (C IV), estiveram dentro do padrão considerado normal e a última ocorreu após dois meses de chuvas acima da NC.

Sobre as temperaturas, do ar e da água, sabe-se que sofrem influência de diversos fatores, dentre eles as antrópicas (BRASIL, 2006; CETESB, 2017). Observou-se, claramente, que os pontos que possuíam vegetação próxima tinham temperaturas mais baixas e que o adensamento urbano, associado ao

alto grau de impermeabilização (construções e pavimentação), agravado ainda pela supressão da vegetação, fazia aumentar as temperaturas.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, águas enquadradas na Classe 2 representam aquelas que atendem a requisitos mínimos para o abastecimento público, evidenciados através de parâmetros físicos, químicos, biológicos e ecotoxicológicos. Entre as variáveis limnológicas diretamente influenciadas pela atividade antrópica, devido a descartes orgânicos, destacam-se as oscilações de OD, principal parâmetro de caracterização dos efeitos da contaminação das águas por descartes orgânicos, e de pH, importante indicador do padrão de potabilidade, de acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde (VON SPERLING, 1995; CETESB, 2017). A alteração química relacionada a presença de fósforo e nitrogênio pode ser associada a chegada de efluentes domésticos, fertilizantes agrícolas e efluentes industriais pelo escoamento superficial de águas (REYNOLDS; DAVIES, 2001; WETZEL, 2001; SHANAFIELD *et al.* 2010; PARRON *et al.*, 2011; ESTEVES, 2011; BAUDISCH, 2017; CETESB, 2017).

No estudo, reduções abruptas nos valores de OD ( $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) e pH (1 - água ácida) foram verificados após pontos específicos, principalmente ao longo dos canais para ambos os ambientes, resultando em diversos desacordos com o previsto na norma CONAMA 357/05. Assim, reforçando a sobrecarga que estes ambientes estão sofrendo há mais de uma década (SILVA *et al.*, 2019; TONETTA *et al.*, 2015; AMARAL, 2018; RAMOS *et al.*, 2021) e demonstrando que as condições da água podem sofrer alteração em uma escala temporal reduzida, refletindo a sensibilidade da dinâmica destes ecossistemas.

Para os nutrientes, foram identificados valores acima do limite regulatório em todas as campanhas, para ambos os ambientes. Com valores consideráveis para, pelo menos, um dos nutrientes estudados, em todos os pontos e em todas as campanhas realizadas, indicando contaminação por esgoto doméstico. Percebe-se ainda que a repercussão negativa foi majoritariamente nos pontos relativos aos canais. O fósforo, na forma de ortofosfato, chegou a valores de  $20 \pm 0,57 \text{ mg P-PO}_4^{3-} \text{ L}^{-1}$ , o nitrogênio, na forma de íon amônio, a valores médios de  $20,72 \pm 0,14; \text{ mg N-NH}_4^+ \text{ L}^{-1}$  e nitrito + nitrito, quantificados de maneira conjunta, chegaram a  $4,05 \pm 0,01 \text{ mg N-NO}_2^- + \text{NO}_3^- \text{ L}^{-1}$ .

Relativo aos valores médios 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 foi de  $1,46 \pm 1,31 \text{ ug L}^{-1}$ , com valores mínimos de 0,08 e máximos de  $7,54 \text{ ug L}^{-1}$ . Em ambos os ambientes estudados, a quantidade de parabenos, nas frações dissolvida e particulada, decresceu significativamente na escala de tempo, com as maiores concentrações observadas nas campanhas I e II, enquanto as menores na campanha V, demonstrando uma relação inversa com o regime de pluviosidade observado.

A seguir, mostra-se os valores médios destacados para cada campanha, separados por ambiente, estrutura química, sendo eles metilparabeno dissolvido (MeP D), metilparabeno particulado (MeP P) e propilparabeno dissolvido (PrP D), e fração do parabeno.

Na C I, na LP (FIGURA 1-A), os destaques foram para P01 (MeP D:  $3,98 \pm 0,78$  - MeP P:  $1,19 \pm 0,44 \text{ ug L}^{-1}$ ) e P02 (MeP D:  $1,98 \pm 1,93$  - MeP P:  $2,06 \pm 0,31 \text{ ug L}^{-1}$ ) ambos pertencentes a lagoa. Os pontos P04 (MeP D:  $3,38 \pm 0,70$  - MeP

P:  $1,50 \pm 0,10$  - PrP D:  $0,12 \pm 0,0$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e P05 (MeP D:  $3,04 \pm 1,02$  - MeP P:  $0,44 \pm 0,53$  - PrP D:  $0,17 \pm 0,14$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ), localizados no canal, apresentaram valores expressivos ( $F= 5,5$ ;  $p= 0,001$ ). Na LdP, nos pontos próximos ao local de captação de água para abastecimento público, foram encontrados, em P08, MeP D:  $4,99 \pm 0,73$   $\mu\text{g L}^{-1}$ , e, em P09, MeP D:  $3,86 \pm 1,68$   $\mu\text{g L}^{-1}$ . Nos pontos relativos ao canal, P10 (MeP D:  $2,07 \pm 1,94$  - MeP P:  $1,44 \pm 0,23$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ), P11 (MeP D:  $2,92 \pm 1,01$  - MeP P:  $1,08 \pm 0,67$  - PrP D:  $0,13 \pm 0,10$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ), P12 (MeP D:  $1,85 \pm 1,11$  - MeP P:  $0,98 \pm 0,21$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ), P13 (MeP D:  $2,16 \pm 0,39$  - MeP P:  $1,27 \pm 0,56$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e no P14, ponto marinho, houve apenas a presença de MeP P com  $0,88 \pm 0,63$   $\mu\text{g L}^{-1}$  (FIGURA 1-F).

Em C II, 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 na LP foram P01, P02, P04 e P05 com  $1,84 \pm 0,41$ ,  $1,68 \pm 0,42$ ,  $1,35 \pm 0,85$  e  $1,92 \pm 0,93$   $\mu\text{g L}^{-1}$ , respectivamente, para MeP D, localizando-se os dois primeiros 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 P06 com  $0,98 \pm 0,06$   $\mu\text{g L}^{-1}$ , concentração muito próxima ao valor de MeP D para esse mesmo ponto. Além desses, P01 e P07 também estiveram em evidência, devido a quantificação de PrP D, com valores de  $0,08 \pm 0,0$   $\mu\text{g L}^{-1}$  e  $0,11 \pm 0,0$   $\mu\text{g L}^{-1}$ , respectivamente (FIGURA 1-B). Em LdP (FIGURA 1-G), na C II, os pontos que mais se destacaram foram P08 (MeP D:  $2,69 \pm 0,41$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e P09 (MeP D:  $2,48 \pm 0,21$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ). Adicionalmente, foram quantificados PrP D em cinco pontos (P9, P11, P12, P13 e P14), em concentrações de  $0,18 \pm 0,10$   $\mu\text{g L}^{-1}$ .

Já na C III (FIGURA 1-C), as maiores concentrações foram observadas em P04 (MeP D:  $1,93 \pm 1,47$  - MeP P:  $0,78 \pm 0,08$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ), vizinho a uma região seca, P07 (MeP D:  $1,20 \pm 0,30$  - MeP P:  $0,70 \pm 0,21$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e, em LdP, P08 (MeP D:  $2,12 \pm 0,61$  - MeP P:  $0,87 \pm 0,03$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ). As concentrações de MeP D e MeP P ficaram próximas em P11 e P12, em torno de  $0,53 \pm 0,29$   $\mu\text{g L}^{-1}$ . Em contrapartida, valores mais baixos de MeP P foram observados para P13 e P14, com  $0,08 \pm 0,0$  e  $0,14 \pm 0,05$   $\mu\text{g L}^{-1}$ , respectivamente (FIGURA 1-H).

Em C IV, LP apresentou valor médio de concentração de MeP D de  $0,8 \pm 0,6$  e exatos 50% a menos para sua correspondente particulada. Destaca-se 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 (MeP P:  $0,78 \pm 0,47$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ), em contraponto, P06 e P07 tiveram os menores valores de MeP (FIGURA 1-D). Com relação ao ambiente LdP (FIGURA 1-I), o valor médio de MeP D foi de  $0,6 \pm 0,7$   $\mu\text{g L}^{-1}$  e o de MeP P, metade disso, e os maiores valores vistos foram em P12 (MeP D:  $1,18 \pm 1,48$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ), P13 (MeP D:  $0,92 \pm 0,93$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e P08 (MeP P:  $0,60 \pm 0,30$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ).

C V foi marcada pelas baixas concentrações de MeP D e pela ausência parcial de MeP P. 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 1-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 1-J).

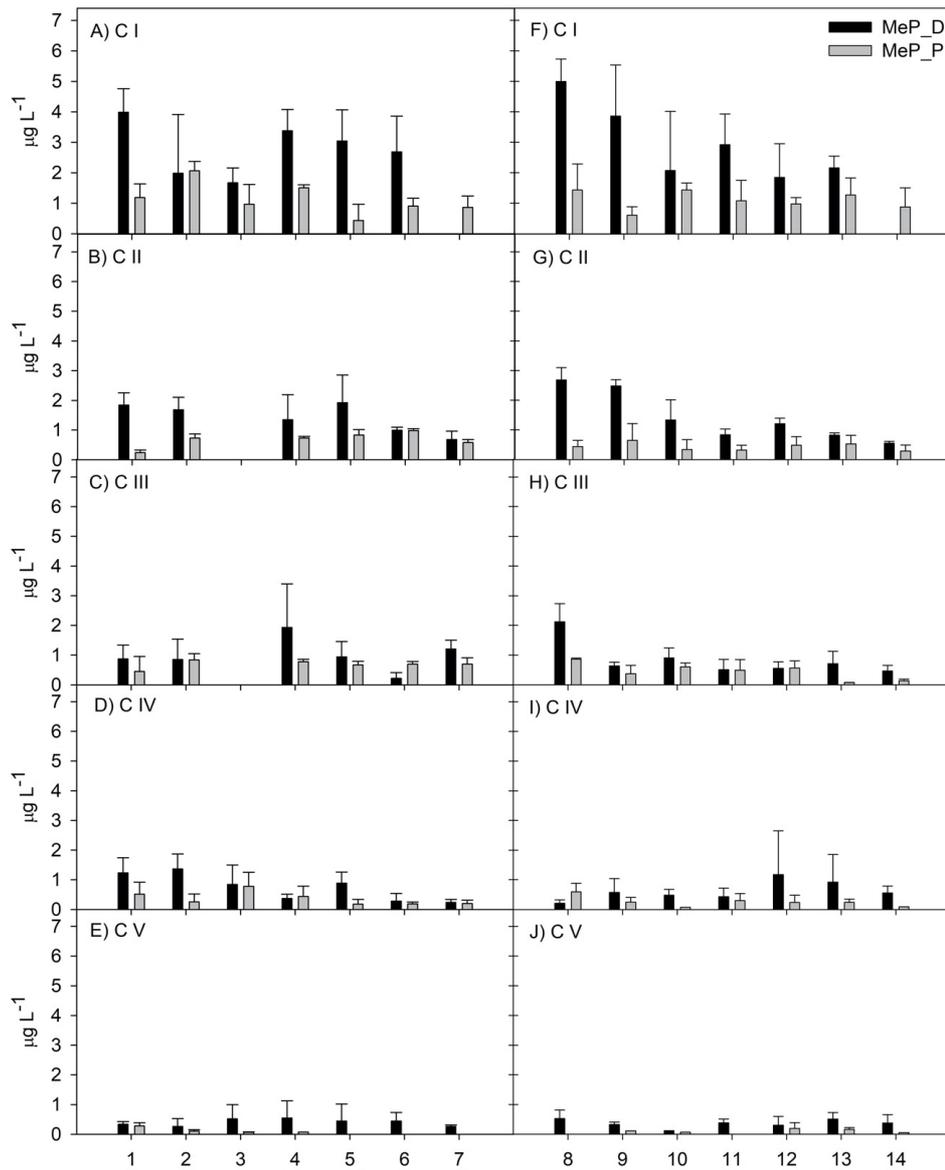


Figura 1: Gráfico de barras da estrutura química do metil parabenho encontrado ao longo da pesquisa, barras pretas representando metil parabenho na fração dissolvida e em barras cinzas o metil parabenho na fração particulada, com os respectivos desvios padrões. O ambiente da Lagoa Pequena está representado pelas letras (A até E) enquanto o ambiente Lagoa do Peri (F até J). Fonte: Autores, 2022.

Frente às análises, tem-se que o ambiente LP apresentou influência de parabenos maior em uma escala de tempo menor, quando comparado a LdP. Pormenorizando as campanhas frente a condição hídrica, tem-se que, à medida que o volume de chuvas foi aumentando, o contaminante parabenho foi sendo diluído no meio ambiente, podendo ter sido adsorvido pelas plantas e pelos 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 (FILIPPE, 2018; GOULART *et al.*, 2021).

Reitera-se ainda que a associação entre maiores quantidades de parabenos e má qualidade da água, a qual frequentemente apresenta parâmetros em desacordo com a legislação vigente (BRASIL, 2005), está atreladas a contribuições antropogênicas, também apontadas em outros ambientes lóticos no país (MOREIRA, 2014; MIZUKAWA *et al.*, 2017; REICHERT *et al.*, 2017; VILELA *et al.*, 2018). Observa-se, ao mesmo tempo, as concentrações trazidas na Tabela 1, as quais servem como comparativo para valores de parabenos encontrados em diferentes ambientes no Brasil e em outros países.

Tabela 1: Concentrações de parabenos registradas em ambientes Brasileiros e de outros países em comparação com o apresentado no presente estudo.

PARABENO	CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	LOCAL	REFERÊNCIA
MeP PrP	1,43* 1,50*	Rio Maracanã (RJ/BR)	Moreira (2014)
MeP	0,19 a 0,28	Rio São Carlos (SP/BR)	Derisso <i>et al.</i> (2020)
MeP PrP	0,01 a 3,59 0,04 a 1,58	Rios do Paraná (PR/BR)	Mizukawa <i>et al.</i> (2017)
MeP PrP	0,02 e 0,68 $8 \cdot 10^{-4}$ a 0,21	Rios de Tokushima e Osaka (36/JP)	Yamamoto <i>et al.</i> (2011)
PrP	0,07**	Rios de Santiago da Compostela (GA/ES)	González-Mariño <i>et al.</i> (2009)
MeP	0,05**	Ria de Aveiro (AVR/PT)	Jonkers <i>et al.</i> (2009)
MeP PrP	2,00* 0,11*	Lagoa Pequena (SC/BR)	Vedana <i>et al.</i> (2022)
MeP PrP	1,70* 0,16*	Lagoa do Peri (SC/BR)	Vedana <i>et al.</i> (2022)

Nota de concentração: (\*) média; (\*\*) máxima. Fonte: Autores, 2022.

Já referente a toxicidade aguda de parabenos para crustáceos (*Daphnia similis*), bactérias (*Vibrio fischeri*), algas (*Pseudokirchneriella subcapitata*) e peixes (*Oryzias latipes*), demonstrou-se que a concentração média capaz de levar à morte 50% dos indivíduos variou, para MeP, de  $5,9 \text{ mg L}^{-1}$  a  $91 \text{ mg L}^{-1}$ , e, para PrP, de  $0,26 \text{ mg L}^{-1}$  a  $15 \text{ mg L}^{-1}$  (MADSEN *et al.*, 2001; TERASAKI *et al.*, 2012).

Como elemento de remediação, há o potencial de remoção de parabenos da água utilizando macroalgas (macrófitas aquáticas), bactérias e peixes, através da adsorção desses compostos pelos organismos, os quais podem prestar 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 no presente estudo.

Por fim, tem-se que o estudo desenvolvido em dois importantes ambientes de Florianópolis, os quais, apesar de pertencerem a unidades de conservação, estão inseridos em regiões de expressivo adensamento urbano, e apresentou no período de seca na região, os maiores valores de concentrações de parabenos (dissolvido e particulado) nos espelhos d'água e em pontos de maior aglomeração urbana. Além disso, os mesmos pontos também se destacaram pelas altas concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos e baixos valores de OD e pH, em desacordo com os limites

regulatórios estabelecido na resolução CONAMA 357/2005 para a Classe 2, segundo traz o seu artigo 42. Ao mesmo tempo, conforme houve o aumento da pluviosidade, observou-se que os parabenos foram sendo diluídos no meio, carregados e/ou adsorvidos em matrizes que não foram contempladas na pesquisa, o que resultou em valores mais constantes nos ambientes, tanto para C IV, quanto para C V.

Observa-se ainda, que o crescimento populacional vem causando degradação na qualidade ambiental, através da deterioração e contaminação das águas pelo aporte de nutrientes inorgânicos e orgânicos dissolvidos, assim como contaminantes largamente utilizados pela indústria, e que ainda não possuem previsão normativa em relação ao descarte no meio ambiente, assim, caracterizando a relação entre a presença humana e a degradação imediata da qualidade ambiental.

Por outro lado, sabe-se que a ocorrência de contaminantes emergentes, como os parabenos, é pouco estudada em águas superficiais brasileiras, além dos dados acessíveis relativos aos parabenos em lagoas naturais e em nas fontes de água disponível para consumo serem ainda mais raros, concentrando-se nos ambientes lóticos. Portanto, 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.

## Proposições

Pelo exposto, com base na legislação vigente, sugere-se a inclusão do contaminante químico parabeno nos estudos de monitoramento ambiental e em futuras regulamentações, através do estabelecimento de limites de concentração e fiscalização desses. Respeitado ainda o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, por meio da observância e cumprimento de todas as normas previstas, como já vem sendo realizado para diversos parâmetros físicos, químicos, biológicos e toxicológicos.

FLORIANÓPOLIS, SC, 01 DE SETEMBRO DE 2022.

JAÍSA VEDANA

Anexo 1: Link de acesso a dissertação de mestrado de Jaísa Vedana.  
<https://docs.google.com/document/d/1sdABDKQle86A2FGnP3OqD0m1JKL6jjMaJDzOQDA6at4/edit?usp=sharing>

## Referencias

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.

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.

BAUDISCH, S. K. **QUANTIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EMERGENTES E BIOMONITORAMENTO DA MACROFAUNA BÊNICA EM RIOS DE MANANCIAS DA BACIA DO**

**ALTÍSSIMO IGUAÇU.** 2017. 171 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Pós- Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2017.

BRASIL 2006. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde, 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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 10 ago. 2020.

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.

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.

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.

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.

ESTEVEZ, 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.

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.

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>.

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>.

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>.

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.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental brasileiro.** 14. ed. São Paulo: Malheiros, 2006, p. 57.

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.

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 Iguaçú watershed, Curitiba (Brazil). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 22, p. 18284-18294, ago. 2017.

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.

ONU (Nova Iorque). **Promotion and protection of human rights: human rights questions, including alternative approaches for improving the effective enjoyment of human rights and fundamental freedoms.** 2022. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/3982508?ln=en>. Acesso em: 01 ago. 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, Jane/Mar, de 2015.

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.

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.

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: 20 CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE LIMNOLOGIA, 2., 2019, Florianópolis. **Congresso Ibero-Americano de Limnologia**. Florianópolis: ABLímno, 2019. v. 1, p. 51-51.

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

TONETTA, DENISE; 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.

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.

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.