

## MONITORAMENTO AMBIENTAL DE CONTAMINANTES EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS: DETERMINAÇÃO DE METAIS EM PESCADOS DA LAGUNA DOS PATOS

MARIA CRISSTINA CARDOSO DA SILVA<sup>1</sup>; TAEI DOS SANTOS IPPOLITO<sup>2</sup>;  
MARIANA ANTUNES VIEIRA<sup>3</sup>; DIOGO LA ROSA NOVO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – mariacrisstinacs@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – taelippolito@gmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas - mariana.vieira@ufpel.edu.br*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas - diogo.la.rosa@hotmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

A Laguna dos Patos é a maior laguna costeira do Atlântico Sul Ocidental e o maior reservatório de água doce da América Latina. Com ecossistema ímpar, variando conforme a época e a salinidade, é essencial para a subsistência de milhares de pescadores (IBGE, 2025). Em 2024, o Rio Grande do Sul enfrentou inundações que causaram impactos socioeconômicos e principalmente ambientais, como o acúmulo de dejetos e restos de animais mortos na laguna (BRASIL, 2024). A Figura 1 mostra, numa imagem captada por satélite, os efeitos dos resíduos na Laguna dos Patos e seu deságue no Oceano Atlântico.



Figura 1. Lagoa dos Patos antes e depois da mancha de resíduos. Região de Pelotas indicada na área destacada em vermelho. (Fonte: LODS/FURG.)

A pesca artesanal é uma atividade que ajuda na preservação de recursos pesqueiros e está sujeita à qualidade dos recursos ambientais, especialmente por efeitos antrópicos adversos (CATELLA et al., 2012). A Instrução Normativa (IN Nº 160, 2022) estabeleceu os limites máximos tolerados de contaminantes e metais em alimentos, incluindo pescados. Diante da notoriedade do comércio e consumo de peixes oriundos da pesca artesanal na região de Pelotas (RS), demarcada na área em vermelho na Figura 1, o objetivo deste trabalho é discutir o teor de alguns metais encontrados em pescados da Laguna dos Patos entre 2012 até 2019, e levantar argumentos, problemáticas e possibilidades para avaliações futuras em pescados após as enchentes ocorridas em 2024.

## 2. METODOLOGIA

A revisão bibliográfica foi realizada em teses e artigos científicos dos domínios SciELO, e *National Institutes of Health* sobre a toxicidade de metais e seus limites máximos tolerados. Os trabalhos de FILHO; FONSECA; HOLBIG, (2012), WOTTER (2016) e SILVA et al. (2019) foram a base por fornecer as concentrações de certos metais em pescados da Laguna dos Patos. Os resultados das concentrações dos metais reportados nos referidos trabalhos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Variações de concentrações encontradas nos trabalhos de FILHO (2012), WOTTER (2016) e SILVA (2019).

Analito	Concentração de metais em diferentes espécies (em $\mu\text{g}.\text{kg}^{-1}$ )								
	2012			2016			2019		
	Bagre	Tainha	Corvina	Bagre	Tainha	Corvina	Bagre	Tainha	Corvina
Cd	440	590	920	13,1	12	10	< 640	< 190	< 190
Cr	710	780	840	< 3	< 3	< 3	-	-	-
Cu	3590	4060	4080	2600	< 4	< 4	630	< 50	410
Zn	82460	19010	20970	< 8	< 8	< 8	< 30	< 30	< 30

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O termo "pescado" no Brasil refere-se a animais aquáticos consumidos pela população, que podem acumular substâncias nocivas do ambiente, refletindo na sua qualidade (FAO, 2025). A bioacumulação de metais em pescados ocorre quando esses elementos, provenientes de diversas fontes, são absorvidos por ingestão ou adsorção nos tecidos (MONTONE, 2006). Esses metais representam riscos significativos à saúde, com efeitos tóxicos que dependem de sua forma química, dose, via e duração da exposição. A Tabela 2 apresenta alguns efeitos adversos em humanos associados às concentrações de Cd, Cu, Cr e Zn (<https://www.nih.gov/>).

Tabela 2. Efeitos adversos de alguns metais no organismo em elevadas concentrações.

Elemento	Efeitos adversos
Cd	Estresse oxidativo induzido, desmineralização esquelética, doença de Itai-Itai, disfunção renal, nefrotoxicidade, prejudica a fertilidade, pressão arterial elevada, Parkinson, Alzheimer, Huntington, e vários tipos de câncer.
Cr	Estresse oxidativo induzido, queimaduras e irritação da mucosa (toxicidade dérmica), câncer, depressão, insuficiência renal crônica e promove danos ao tecido fetal.
Cu	Dor abdominal, hematómese, melena, icterícia, anorexia, sede intensa, diarreia, vômitos, cefaleia, taquicardia, fadiga, rabdomiólise, necrose hepática e morte.
Zn	Deficiência de cobre induzida, redução do fluxo sanguíneo renal, náusea, cólicas abdominais, pressão arterial elevada, câncer e morte neuronal (Parkinson e Alzheimer).

Como mencionado anteriormente, os trabalhos de FILHO; FONSECA; HOLBIG, (2012), WOTTER (2016) e SILVA et al. (2019) foram essenciais por fornecer as concentrações de Cd, Cr, Cu e Zn em pescados da Laguna dos Patos. O estudo de FILHO; FONSECA; HOLBIG (2012) indica que a concentração de Cd em bagre, tainha e corvina estava abaixo do limite máximo tolerável de  $1000 \mu\text{g}.\text{kg}^{-1}$ , conforme a legislação de 1965 (BRASIL, 1965). No entanto, o limite máximo tolerável foi reduzido para as legislações a partir de 2010 e mantido o valor até 2025 para  $100 \mu\text{g}.\text{kg}^{-1}$  para tainha e  $50 \mu\text{g}.\text{kg}^{-1}$  para peixes em geral, tornando as concentrações

inadequadas na atualidade (BRASIL, 2013, 2022). As concentrações de Cr superaram o limite de  $100 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  (BRASIL, 1965) e o valor de ingestão tolerável diário de  $35 \mu\text{g}$  (ANVISA, 2005). Vale mencionar que o Cr não tem um limite máximo tolerável específico para pescados na legislação de 2015 e 2025 (BRASIL, 2013, 2022). As concentrações de Cu estão dentro dos limites de  $30000 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  e  $50000 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  para Zn, exceto para bagre, conforme a legislação de 1965 (BRASIL, 1965). A Ingestão diária recomendada é de  $900 \mu\text{g}/\text{dia}$  para Cu e  $7000 \mu\text{g}/\text{dia}$  para Zn através de alimentos (BRASIL, 2005).

Os resultados do trabalho de WOTTER (2016), indicam que a concentração de Cd em 2016 tinha um limite máximo tolerável de  $50 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , exceto para a tainha, com limite de  $100 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , conforme a legislação vigente (PNCRC, 2015) e atual (BRASIL, 2022). Não havia limites máximos toleráveis para Cr, Cu e Zn especificamente para pescados em 2016. No entanto, a concentração de Cu em bagre ultrapassa o limite de  $900 \mu\text{g}$ , considerando o consumo de 1 kg por dia, recomendado para 2025 (ANVISA, 2005). Por fim, a análise dos resultados de SILVA et al. (2019) revelou que as concentrações de Cd em bagre, tainha e corvina estavam abaixo dos limites de detecção e quantificação de  $190$  e  $640 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , impossibilitando a verificação de conformidade com as legislações de 2019 (ANVISA, 2005) e 2025 (BRASIL, 2022), que estabelecem limites de  $50$  ou  $100 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  conforme a espécie. As concentrações de Cu foram de  $630 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  no bagre,  $410 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  na corvina e abaixo de  $50 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  na tainha, todas compatíveis com a ingestão diária recomendada de até  $900 \mu\text{g}$  (ANVISA, 2005). Quanto ao Zn, todos os pescados apresentaram valores abaixo do limite da ingestão diária recomendada de  $7000 \mu\text{g}$ , enquanto o Cr não foi analisado nas amostras de pescado, apenas em camarões.

A análise comparativa dos estudos de FILHO (2012), WOTTER (2016) e SILVA (2019) mostra variações nas concentrações de metais em pescados da Laguna dos Patos entre 2012 e 2019. Nota-se que os limites máximos toleráveis em pescados de alguns metais, como o Cd, foram reduzidos ao longo do tempo, enquanto que outros, como Cr, Cu e Zn foram retirados da legislação a partir de 2010. Em 2025, algumas amostras já apresentavam concentrações em desacordo com o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes e a Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Além disso, as enchentes no Rio Grande do Sul em maio de 2024 podem ter aumentado a contaminação. A presença de partículas orgânicas e inorgânicas, indicada pela mancha alaranjada (Figura 1), sugere uma relação com poluentes que promovem bioacumulação e biomagnificação. Assim, a crescente concentração de metais em pescados deve ser objeto de investigações rigorosas e prioritárias nos próximos anos.

#### 4. CONCLUSÕES

Após comparar as concentrações de metais em pescados da Laguna dos Patos entre 2012 e 2019 e considerar os impactos das inundações de 2024, há indícios de um possível aumento no teor de metais na Laguna dos Patos. É fundamental aprimorar a efetividade dos programas de monitoramento e desenvolver métodos modernos para reduzir a contaminação. A fiscalização das condições sanitárias no comércio local deve ser fortalecida, e é essencial catalogar limites máximos toleráveis de outros metais para atualizar diretrizes de segurança alimentar. Essas ações são cruciais para promover justiça ambiental e mitigar problemas futuros na cadeia trófica.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IBGE. **Lagoa dos Patos**. Acervo dos municípios brasileiros. Acessado em: 19 ago. 2025. Disponível em: <https://encurtador.com.br/nYqzJ>.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Avaliação dos efeitos e impactos das inundações no Rio Grande do Sul**. Novembro, 2024. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: <https://encurtador.com.br/PKRT9>
- CATELLA, A.C.; MORAES, A.S.; MARQUES, D.K.S.; NASCIMENTO, F.L.; LARA, J.A.F. de; OLIVEIRA, M.D. de; BORGHESI, R. **Pesca: uma atividade estratégica para a conservação do Pantanal**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2012. 3p. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, n.152. Acesso em: 18 jul. 2025. Disponível em: <<https://abre.ai/nriT>>.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2013). **Resolução RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. Recuperado em 30 de junho de 2018. Acesso em 18 jul. 2025. Disponível em: <https://encurtador.com.br/A81MY>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 160, de 23 de dezembro de 2022**. Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes. Acesso em: 25 jul. 2025. Disponível em: <https://shre.ink/txwy>
- SILVA, A. P.. **Pesca artesanal brasileira: aspectos conceituais, históricos, institucionais e prospectivos**. Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 3). Acesso em: 18 jul. 2025. Disponível em: <https://encurtador.com.br/7NlfK>
- FILHO, A. B.; FONSECA, B. M.; HOLBIG, C. A. **Concentrações de metais pesados em pescados da Lagoa dos Patos**. Brazilian Journal of Food Technology, [S.I.], v. 15, n. 4, p. 291-298, 2012. DOI: 10.1590/S1981-67232012005000025. Acessado em 19 mar. 2000. Disponível em: <https://abre.ai/nri0>
- WOTTER, S. E. T. **Desenvolvimento de métodos de preparo de amostras para determinação elementar em camarão e peixes in natura oriundos do estuário Lagoa dos Patos/RS, por técnicas de espectrometria atômica**. 2016. 120 f. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.
- SILVA, Sandy Araújo et al. **Determinação de metais em peixes e camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) do estuário da Lagoa dos Patos (Pelotas-RS, Brasil) por MIP OES**. Brazilian Journal of Food Technology, [S.I.], v. 22, e2018049, 2019. DOI: 10.1590/1981-6723.04918. Acesso em: 19 ago. 2025. Disponível em: <https://abre.ai/nri3>
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 set. 2005. Acesso em: 15 ago. 2025. Disponível em: <https://abre.ai/nri4>
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. 1965. **Decreto nº 55871, de Março de 1965, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos**. Acesso em 25 ago. 2025. Disponível em: <https://abre.ai/nri9>
- PNCRC - Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (2015). **Instrução Normativa N° 13**, de 15 de julho de 2015, Brasília. (Diário Oficial da União-DOU, Seção 1, p. 5-12, publicada em 20 de julho de 2015). Acesso em 25 ago. 2025.
- MONTONE, R. C.. **Bioacumulação e biomagnificação**. Instituto Oceanográfico da USP. Acesso em: 18 ago. 2025. Disponível em: <https://encurtador.com.br/pq0XD>