



BIOACUMULAÇÃO DE METAIS EM *Acanthocybium solandri* E *Thunnus albacares* (SCOMBRIDAE) NO ARquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil

Tayla Cosmann

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental,
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) e bolsista da CAPES
tayla_cosmannn@hotmail.com

Lilian Sander Hoffmann

Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal
do Rio Grande do Sul (UFRGS)
liliansander@gmail.com

Thales R. O. de Freitas

Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal
do Rio Grande do Sul (UFRGS)
thales.freitas@ufrgs.br

Daniel Galiano

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal
da Fronteira Sul (UFFS)
daniel.galiano@uffs.edu.br

1. Introdução

O consumo de peixes constitui uma das mais importantes fontes de proteínas animais de alta qualidade para a dieta humana. Além de serem altamente biodisponíveis e de fácil digestão, os peixes fornecem uma ampla gama de nutrientes essenciais, incluindo ácidos graxos ômega-3, vitaminas e minerais (Hosomi, 2012). Esses nutrientes desempenham papel crucial na mitigação de deficiências nutricionais e na promoção da saúde humana. No entanto, a capacidade dos peixes de bioacumular contaminantes, especialmente metais em seu tecido muscular, representa um risco à segurança alimentar. Diante disso, a contaminação por metais nos ambientes marinhos têm sido uma preocupação crescente devido ao impacto direto na biodiversidade e na alimentação humana. Esses elementos podem se acumular na água, nos sedimentos e nos organismos através de processos de bioacumulação e biomagnificação, onde elementos tóxicos se acumulam nos organismos ao longo do tempo e da cadeia trófica (Miller et al., 2020).



A bioacumulação é influenciada por fatores como tamanho, idade, dieta e habitat dos organismos, e ocorre quando organismos absorvem metais a uma taxa maior do que conseguem eliminá-los. À medida que se sobe na cadeia trófica, a concentração de metais tende a aumentar (Conard et al., 2021). Certos contaminantes podem permanecer nos tecidos por períodos prolongados, provocando efeitos tóxicos ou até mortalidade, a menos que o organismo consiga eliminá-los por meio de processos de desintoxicação ou excreção (Burguer et al., 1994). Esse acúmulo é particularmente relevante em grandes predadores, como a cavala (*Acanthocybium solandri*) e o atum amarelo (*Thunnus albacares*), cuja posição no topo da cadeia alimentar intensifica a biomagnificação de poluentes (Shipley et al., 2019).

A análise de metais pesados é crucial para avaliar os riscos associados ao consumo de peixe. A legislação internacional da Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece limites máximos permitidos para a presença de metais em produtos alimentícios, a fim de proteger a saúde pública (Who, 2023). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é responsável pelo controle de contaminantes alimentares por meio dos Limites Máximos de Tolerância (LMT) para contaminantes inorgânicos, conforme publicado na Instrução Normativa nº 160, de 29 de agosto de 2022.

Thunnus albacares (atum amarelo) e *Acanthocybium solandri* (cavala-da-índia) são espécies pelágicas de grande importância ecológica e econômica. Por serem amplamente consumidas, possuem alto valor comercial, representando uma parcela significativa das capturas para consumo em diversos países (TRIAY-PORTELLA Et Al., 2023, SOBRADILLO et al., 2024). Essas espécies frequentemente habitam regiões como o Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), uma área afastada do continente, porém de grande interesse ecológico devido à alta biodiversidade e ao seu status como refúgio reprodutivo para várias espécies (Pinheiro et al., 2020). Entretanto, estudos realizados no arquipélago revelaram a presença de poluentes orgânicos persistentes (POPs) em organismos marinhos, mostraram que o transporte atmosférico é uma das principais formas de chegada desses poluentes ao arquipélago, e indicando que mesmo locais remotos não estão isentos da contaminação ambiental (Dias et al., 2013).

Neste contexto, devido à grande variedade biológica do ASPSP e à sua contribuição para a captura predominante de atum amarelo e cavala, espécies de grande



relevância comercial e ecológica, que são destinadas ao consumo humano direto (VIANA et al., 2015), o presente estudo tem como objetivo principal avaliar as concentrações dos metais arsênio (As), mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cádmio (Cd), zinco (Zn), cobre (Cu) e ferro (Fe) nestas duas espécies de peixes marinhos amplamente consumidas pela população humana. Ainda, busca-se avaliar a relação entre as concentrações dos metais analisados e o tamanho dos indivíduos amostrados, verificar a conformidade dos níveis dos metais analisados com a legislação brasileira vigente, além de contribuir para o conhecimento dos riscos ambientais associados a contaminação com metais em peixes marinhos fornecendo dados essenciais para o monitoramento ambiental e para a segurança alimentar associada ao consumo desses peixes.

2. Metodologia

Os indivíduos analisados no presente estudo são oriundos de amostragem realizada no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (00°55'10" N, 029°20'35" W), localizado a cerca de 945 km da costa do Rio Grande do Norte. Foram coletados 20 indivíduos de *Acanthocybium solandri* e 20 de *Thunnus albacares*. Após a captura, os indivíduos foram medidos (comprimento total em mm), e foi coletada uma amostra de músculo epaxial (~3 × 1 cm) com lâmina estéril de cada indivíduo, que foi acondicionada em eppendorfs estéreis e armazenada a -8 °C até a análise.

As amostras serão submetidas à digestão em forno de micro-ondas (Multiwave GO, Anton Paar©), conforme protocolo validado para matrizes orgânicas. Cada amostra será misturada a 4 mL de HNO₃ e 2 mL de HCl concentrados em cápsulas de digestão, sendo então aquecida (rampa até 180 °C por 20 min, permanência de 10 min, e resfriamento a 70 °C). As soluções resultantes serão filtradas (0,45 µm, Chromafil©) e armazenadas em frascos de polipropileno (25 mL) para análise elementar.

A quantificação dos elementos arsênio (As), cádmio (Cd), ferro (Fe) e zinco (Zn) será realizada por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES, modelo ICPE 9820, Shimadzu©). A calibração será feita com padrões multielementares (10–200 µg L⁻¹) e os limites de detecção (LOD) serão estimados com base em 11 brancos analíticos (mistura de HNO₃ e HCl).

As concentrações (µg/g, peso fresco) serão avaliadas estatisticamente: será



aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados; diferenças entre as espécies serão analisadas por testes de comparação de médias; e a correlação entre tamanho dos peixes e concentração dos elementos será testada por correlação de Pearson. Será adotado nível de significância de $p < 0,05$. As análises estatísticas serão realizadas no software R (R Core Team, 2016). Os resultados também serão comparados aos limites de ingestão tolerável recomendados pela OMS (1992, 1997, 1998, 2011a) e EFSA (2014, 2020), considerando uma massa corporal de referência de 70 kg.

3. Resultados esperados

Este estudo busca identificar e quantificar os níveis dos metais arsênio (As), mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cádmio (Cd), zinco (Zn), cobre (Cu) e ferro (Fe) nos tecidos musculares de *Thunnus albacares* e *Acanthocybium solandri* capturados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP). Busca-se verificar se há relação estatística entre o comprimento dos peixes e a concentração de metais, o que pode indicar padrões de bioacumulação. Também será avaliada a conformidade das concentrações detectadas com os limites estabelecidos pela legislação brasileira (ANVISA) e por recomendações internacionais (OMS, EFSA), com o objetivo de contribuir para a avaliação da segurança alimentar associada ao consumo dessas espécies.

4. Considerações finais

Este estudo visa contribuir para o monitoramento ambiental e a avaliação da segurança alimentar ao investigar a presença de metais em espécies marinhas consumidas pela população. Espera-se que os resultados auxiliem na compreensão dos padrões de bioacumulação em peixes do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e sirvam de subsídio para ações de vigilância ambiental e proteção à saúde humana.

Referências

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 160, de 29 de agosto de 2022. Estabelece limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos em alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 30 ago. 2022.

BURGER, J.; NISBET, I. C. T.; GOCHFELD, M. Heavy metal and selenium levels in



feathers of known-aged common terns (*Sterna hirundo*). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 26, n. 3, p. 351-355, 1994.

CONARD, Whitney M. et al. Metal accumulation in Lake Michigan prey fish: Influence of ontogeny, trophic position, and habitat. **Journal of Great Lakes Research**, v. 47, n. 6, p. 1746-1755, 2021.

DIAS, Patrick S. et al. Persistent organic pollutants in marine biota of São Pedro and São Paulo Archipelago, Brazil. **Marine pollution bulletin**, v. 74, n. 1, p. 435-440, 2013.

HOSOMI, Ryota; YOSHIDA, Munehiro; FUKUNAGA, Kenji. Seafood consumption and components for health. **Global journal of health science**, v. 4, n. 3, p. 72, 2012.

MILLER, Michaela E.; HAMANN, Mark; KROON, Frederieke J. Bioaccumulation and biomagnification of microplastics in marine organisms: A review and meta-analysis of current data. **PLoS one**, v. 15, n. 10, p. e0240792, 2020.

PINHEIRO, Hudson T. et al. Fish biodiversity of Saint Peter and Saint Paul's Archipelago, Mid-Atlantic Ridge, Brazil: new records and a species database. **Journal of fish biology**, v. 97, n. 4, p. 1143-1153, 2020.

SHIPLEY, Oliver N. et al. Trophodynamics and mercury bioaccumulation in reef and open-ocean fishes from The Bahamas with a focus on two teleost predators. **Marine ecology progress series**, v. 608, p. 221-232, 2019.

SOBRADILLO, Beatriz et al. Target strength measurements of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and acoustic discrimination of three tropical tuna species. **ICES Journal of Marine Science**, v. 81, n. 5, p. 850-863, 2024.

TRIAY-PORTELLA, Raül et al. Reproductive biology of wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Canary Islands (eastern-central Atlantic). **Regional Studies in Marine Science**, v. 65, p. 103076, 2023.

VIANA, Daniel Fadigas et al. Fisheries in the Saint Peter and Saint Paul archipelago: 13 years of monitoring. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, p. 239-248, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Food safety and quality. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>. Acesso em: 26 jun. 2025.