

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE TEORES DE MERCÚRIO EM PEIXES DA AMAZÔNIA (2000-2022)

SPACE-TEMPORAL EVALUATION OF MERCURY CONTENTS IN AMAZON'S FISHES (2000-2022).

Márcia de Sá Ribeiro

Aluna de Graduação de Química Atribuições Tecnológicas
5º período Universidade Federal do Rio de Janeiro
Setembro de 2021 a julho de 2022
marciasaribeiro4@gmail.com

Zuleica Carmen Castilhos

Orientadora, Farmacêutica, D.Sc. em Geociências.
zcastilhos@cetem.gov.br

Lílian Maria Borges Domingues

Coorientadora, Química Industrial, M.Sc. em
Engenharia Metalúrgica e de Materiais.
ldomingos@cetem.gov.br

RESUMO

O mercúrio, em sua forma orgânica metilmercúrio, apresenta grande capacidade de bioacumular e biomagnificar na cadeia trófica aquática, atingindo os maiores teores em peixes. O principal impacto da contaminação de peixes por mercúrio é o risco à saúde humana pela ingestão deste alimento. Para quantificar a concentração do mercúrio em peixes é possível recorrer à técnica de espectroscopia de absorção atômica. Esta análise é realizada no Laboratório de Especificação de Mercúrio Ambiental (LEMA)/ Centro de Tecnologia Mineral (CETEM). Para a avaliação espaço-temporal dos teores de Hg em peixes na Amazonia, foi primeiramente elaborado um inventário com os dados primários gerados no LEMA. Para tanto, foram estabelecidos os parâmetros mínimos necessários para constar no banco de dados. Estes parâmetros incluem, além dos teores de Hg em tecido muscular, o nome popular, nome científico, tamanho, peso e local e data de coleta. Neste trabalho estão considerados os teores de mercúrio obtidos em peixes entre 2000 e 2022. Adicionalmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica baseada na metodologia PRISMA. Tais dados estão ainda sendo analisados e serão inseridos no banco de dados para ampliar a representatividade amostral e decrescer as incertezas associadas.

Palavras-chave: Contaminação, Amazônia brasileira, Mercúrio em peixe.

ABSTRACT

The organic form of mercury, methylmercury, has a huge ability to bioaccumulate and biomagnify in the aquatic food chain, especially in fish. The main impact of mercury contamination in fish is the human health risk to ingest this food. To quantify the mercury concentration on fish is possible to use the atomic absorption spectroscopy technique. This analysis is made at Environmental Mercury Speciation Lab (LEMA)/ Centre for Mineral Technology (CETEM). To evaluate the space-time of Hg levels in fish in the Amazon was made an inventory with the primordial data obtained at LEMA. For that was established the minimum parameters needed to be included in the database. This parameters include, in addition to the levels of Hg in muscle tissue, the popular name, scientific name, size, weight and place of collection. In this work research contents in fish acquired between 2000 and 2022 are considered. Additionally, a research guided by the PRISMA methodology was carried out. Such data are still being analysed and, if sampled, are installed in the database to increase representativeness.

Keywords: Contamination, Brazilian Amazon, Mercury in fish.

1. INTRODUÇÃO

O mercúrio (Hg) é considerado um poluente global, visto que tem capacidade de permanecer por longo tempo e ser transportado a longas distâncias na atmosfera. Seguindo o ciclo biogeoquímico do Hg, esse metal pode se depositar nos solos e corpos hídricos; quando em sistema hídrico, o mercúrio é metilado, sendo assim, convertido em metilmercúrio (MeHg). O MeHg bioacumula e biomagnifica na cadeia trófica aquática. A biomagnificação ocorre via ingestão de alimentos pelo peixe. Por esta razão, o MeHg atinge os maiores teores em peixes carnívoros. O consumo de peixes é a principal, senão única via de exposição dos seres humanos ao MeHg, um agente neurotóxico e teratogênico neurotóxico aos seres humanos (CASTILHOS et al., 2000).

Tais efeitos adversos sobre a saúde humana são tão relevantes que um tratado internacional foi firmado por mais de 100 países, incluindo o Brasil, para redução dos teores de mercúrio no ambiente global e de seus riscos associados. Uma das principais formas de acompanhar a variação dos níveis de mercúrio em determinada região é pelo monitoramento de seus teores em peixes. Para qualquer comparação espaço-temporal de teores de Hg em peixes, deve-se levar em conta que peixes carnívoros mostram maiores teores de Hg do que peixes não carnívoros e que maiores teores são observados em peixes com maior tempo de exposição. Por isto, em um peixe com maior tempo de exposição (mais idade e/ou tamanho) é esperada maior concentração de Hg do que em um espécime mais jovem (ou de menor tamanho) da mesma espécie.

No LEMA, as análises de Hg em peixes são realizadas pela técnica de espectrometria de absorção atômica e o laboratório apresenta um sistema de Gestão de Qualidade pautado na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 – Requisitos Gerais para Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração, que versa sobre as exigências necessárias que garantam a qualidade dos resultados de análises de um laboratório (ABNT, 2017)

2. OBJETIVOS

O objetivo geral foi realizar uma avaliação espaço-temporal dos teores de Hg em peixes da Amazônia brasileira a partir de um banco de dados especialmente organizado com os dados primários gerados no LEMA e dados de literatura entre o período de 2000-2022.

3. METODOLOGIA

No contexto da pandemia do COVID-19, foram realizadas videoconferências semanais para estudar o ciclo biogeoquímico do mercúrio e sua toxicidade aos seres vivos. Durante essas reuniões ocorreram apresentações de seminários sobre temas associados, como a Convenção de Minamata, e estudos dirigidos de artigos científicos. Ainda no meio virtual foi definida a metodologia que seria utilizada como referência para a busca bibliográfica, a qual foi baseada na metodologia PRISMA (Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análises), com adaptações. Foram escolhidas duas plataformas para a busca, sendo elas: o Portal Capes e o Observatório do Mercúrio. As palavras-chave “mercúrio; peixe; Amazônia brasileira, e saúde humana” foram designadas para a busca nos meios previamente escolhidos. É válido ressaltar que a pesquisa foi realizada em português e em inglês, de forma separada, com o intuito de abranger o máximo de conteúdos sobre a temática.

Foi definido o formato de organização de dados para compilar os dados primários gerados no LEMA. Desse modo, foi adotado um modelo de tabela que aborda informações sobre: o projeto de pesquisa, o ano de coleta dos espécimes, o ambiente de coleta (rios, sub-bacias e bacias hidrográficas), o nome popular e científico - quando possível - dos peixes, o hábito alimentar da espécie e o teor de mercúrio total (em peso úmido). Quando havia disponibilidade apenas de nomes populares, foi realizada uma busca ativa de nomes científicos e hábito alimentar dos peixes (com o auxílio de Thainá Farrincho, bióloga, integrante do nosso grupo de pesquisas) e inseridas as informações no banco de dados do LEMA.

Com o retorno das atividades presenciais foi possível realizar a quantificação de mercúrio em peixes no LEMA. As análises para a quantificação de mercúrio total nos peixes foram realizadas no espectrofotômetro de absorção atômica do modelo LUMEX RA-915M, que é um analisador de mercúrio que conta com uma câmara de pirólise denominada PYRO-915+. Com o intuito de garantir a qualidade dos resultados, o laboratório utiliza material de referência certificado de forma intercalada nas análises e participa de comparações interlaboratoriais. Para o manuseio desse equipamento foi realizado previamente um treinamento com a equipe do LEMA, com o fim de instruir sobre as formas de preparação da amostra e como utilizar corretamente o aparelho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo sobre o ciclo biogeoquímico do mercúrio evidenciou que os teores de mercúrio no meio ambiente incrementaram por ação antropogênica (isto é, além das formas naturais de Hg na natureza) nos últimos cinquenta anos. Nesse sentido a atividade de mineração de pequena escala de ouro ganha grande destaque, uma vez que é corriqueiro o uso de Hg para formar amalgama com o ouro. O comportamento cíclico do mercúrio se dá pela sua capacidade de redução e oxidação. Uma vez na atmosfera, esse metal pode ser transportado por longas distâncias até depositar no solo ou em sistemas hídricos; tal mobilidade é o que permite classificar o mercúrio como um poluente global. A Figura 1 apresenta as transformações químicas do mercúrio e transferência entre compartimentos que podem ocorrer ao longo do ciclo biogeoquímico deste elemento.

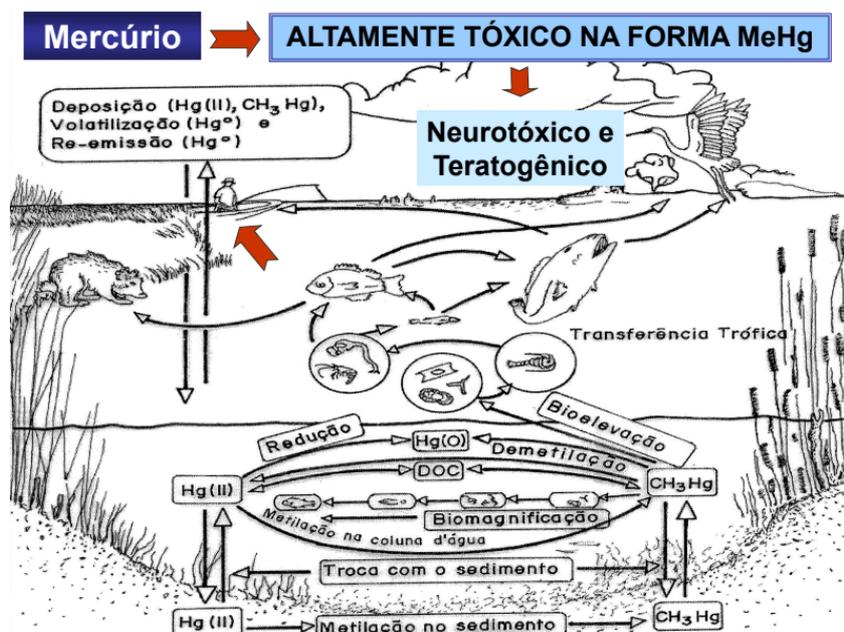


Figura 1: Esquemática do ciclo biogeoquímico do mercúrio (CASTILHOS, 2009).

O banco de dados aborda o nome do projeto, o ano de coleta dos espécimes, o ambiente de coleta, o nome popular e científico - quando possível - dos peixes, o hábito alimentar da espécie e o teor de mercúrio total (em peso úmido).

Até o momento, mais de 1700 peixes foram analisados no LEMA.

Projeto	Data	Ambiente de Coleta	Nome Popular	Nome Científico	Habito alimentar	Numero de espécimes (N)	Tam (cm)	Peso (g)	HgT encontrado (UG/KG)
ALTA FLORESTA	2012	Rio Cristalino	Piau	<i>Lepomis sp</i>	Onívoro	18	6,53	5,3	124
ALTA FLORESTA	2012	Rio Cristalino	Piranha	<i>Serrasalmus rhombus</i>	Carnívoro	30	8	12,6	217
ALTA FLORESTA	2012	Rio Cristalino	Lambari	<i>Astyanax sp</i>	Onívoro	2	8,8	17,3	347
ALTA FLORESTA	2012	Rio Cristalino	Lambari Olho de Fogo	<i>Moenkhausia oligolepis</i>	Onívoro	20	6,2	7,29	85
ALTA FLORESTA	2012	Rio Cristalino	Cascudo	<i>Rhinocerosa sp</i>	Onívoro	28	7,2	9,8	58,5
ALTA FLORESTA	2012	Rio Cristalino	Lambari	<i>Astyanax sp</i>	Onívoro	2	8,9	17,3	236

Figura 2: Modelo de tabela usado no banco de dados internos do LEMA.

Dados de Hg em peixes carnívoros e não carnívoros e no total (médias e desvio padrão) são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: Média de mercúrio total (HgT) em peixes do arquivo do LEMA.

Período	Carnívoros		Não Carnívoros		Total	
	N	HgT (µg/Kg)	N	HgT (µg/Kg)	N	HgT (µg/Kg)
2001-2022	759	618,05±829,2	966	193,9±212,7	1725	380,5±524,9

O índice máximo indicado para o consumo humano é dado pela resolução RDC N°42, de 29 de agosto de 2013 do Ministério da Saúde que estabelece para peixes carnívoros o limite de 1.000 µg/Kg e para não carnívoros 500 µg/Kg (VILIGÂNCIA SANITÁRIA, 2013). Ao analisar as médias obtidas observa-se que os resultados estão abaixo do limite máximo permitido.

Entretanto, tais valores são baseados em taxa de consumo de peixes mais baixa do que a praticadas pela população amazônica. Portanto, para esse grupo populacional, a ingestão constante de peixes contaminados com os tais teores médios obtidos pode representar risco à saúde.

As interpretações das análises dos dados primários do LEMA estão ainda em andamento. Pretende-se separar o período de 2001 a 2022 em décadas e realizar comparações estatísticas para identificar tendências temporais. Adicionalmente, serão comparados os teores em diferentes bacias hidrográficas. Finalmente, tem-se a proposição de agregar os dados da literatura selecionada ao longo da pesquisa bibliográfica e estabelecer comparações temporais e espaciais e entre as espécies de peixes. Com isso, também é considerado como continuação do trabalho a elaboração de um protocolo com as informações necessárias para a realização da quantificação de mercúrio em peixes de modo que seja possível a utilização desse por toda comunidade científica, sendo exequível estabelecer relações com outros dados e previsões sobre o risco à saúde humana.

5. CONCLUSÕES

Com o estudo dirigido realizado ao longo do período remoto foi possível estabelecer os parâmetros adequados para fazer o inventário dos dados de mercúrio total em peixes da Amazônia brasileira. Nesse sentido, a análise das informações obtidas pelas tabelas organizadas foi executada com base na teoria previamente estudada e verificou-se que, conforme o esperado, os peixes de hábito alimentar carnívoro apresentaram maiores concentrações de HgT quando comparados com os peixes não carnívoros. Ademais, foi constatada a relevância de se obter uma padronização de dados pela comunidade científica, para que as análises sejam realizadas de uma maneira mais uniforme.

6. AGRADECIMENTOS

Pela realização desse trabalho a autora agradece ao Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) pela infraestrutura cedida, ao Programa Institucional de Iniciação Científica - PIBIC/ CNPq pela concessão da bolsa. Também agradeço às supervisoras Dra. Zuleica Carmem, Me. Lillian Domingos e a todas que contribuíram para a elaboração do trabalho vigente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 17025:2005 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT 2017.

BASTOS, Wanderley R.; DÓREA, José G.; BERNARDI, José Vicente E.; LAUTHARTTE, Leidiane C.; MUSSY, Marilia H.; LACERDA, Luiz D.; MALM, Olaf. Mercury in fish of the Madeira river (temporal and spatial assessment), Brazilian Amazon. *Environmental Research*, v. 140, p. 191-197, 2015. DOI <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.03.029>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935115001073?via%3Dihub>. Acesso em: 27 jan. 2022.

CASTILHOS, Z.C. Dinâmica de Transportes e Destino de Poluentes no Meio Ambiente: Avaliação de Risco Ecológico em Sistemas Aquáticos. SEDS - Serviço de Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2009.

CASTILHOS, Z.C; DOMINGOS, L.M.B. & RAMOS, J.Z. DPT012800-18: Curso em Análises químicas de mercúrio, controle de qualidade laboratorial e metodologia para avaliação inicial de emissão e liberação de mercúrio em mineração artesanal e de pequena escala de ouro. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2018.

CASTILHOS, Zuleica Carmen; DE CASTRO, Aline Machado; RAMOS, Alinne dos Santos; DE LIMA, Cristiane Andrade; RODRIGUES, Ana Paula de Castro. Avaliação de risco à saúde humana: conceitos e metodologia. SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS, CETEM, n. 65, 2005. Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/antigo/series/serie-estudos-e-documentos?start=40>. Acesso em: 10 out. 2021.

FILHO, Fabiano. PRISMA como metodologia para Revisão Sistemática. *In: Medium*, 18 set. 2020. Disponível em: <https://medium.com/dados-e-saude/prisma-como-metodologia-para-revis%C3%A3o-sistem%C3%A1tica-b3f55b4ebc5c>. Acesso em: 2 fev. 2022.

GALVÃO, Taís Freire; PANSANI, Thais de Souza Andrade; HARRAD, David. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol: Serviço Saúde*, v. 24, ed. 2, p. 335-342, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/TL99XM6YPx3Z4rxn5WmCNCf/?lang=pt#>. Acesso em: 2 fev. 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Resolução RDC N°42/ 29 de agosto de 2013 – Regulamento técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. Brasil: Vigilância Sanitária 2013.