

**Incidência de metilmercúrio em *hoplias malabaricus* na
Amazônia: uma revisão narrativa da literatura**

**Incidence of methylmercury in *hoplias malabaricus* in the Amazon: a
narrative literature review**

**Caroline Stephanie Neves Vera
Daniela de Oliveira Daltro
Vanessa da Silva Gomes
Neuza Maria Miranda dos Santos**

Recebido em 18 dezembro, 2019 aceito em 22 de abril, 2020

Registro DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol13ed2.467>



RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar a incidência de metilmercúrio em *Hoplias malabaricus* na Amazônia Brasileira, bem como possíveis danos causados pela alta ingestão das moléculas deste poluente ambiental bioacumulativo. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada em novembro de 2019, nas bases de dados Pubmed, BVS, LILACS, Scielo e Anais III Combracis, nos idiomas inglês e português, utilizadas um total de 19 referências que incluíram reportagens e documentos técnicos. Observou-se correlação linear positiva na concentração de metilmercúrio em *H. malabaricus* na região Amazônica.

Palavras-chave: Amazônia, *Hoplias malabaricus*, Mercúrio, Bioacumulação.

1 INTRODUÇÃO

A alimentação é um processo vital para o funcionamento e manutenção da vida. Através dela, podemos obter alimentos essenciais e diversos nutrientes necessários ao homem. No entanto, devido à contaminação oriunda da ação humana, principalmente, as provenientes da queima do carvão em usinas de energia e em processos industriais e também de fenômenos naturais, os alimentos podem tornar-se veículos de exposição a substâncias indesejáveis que muitas vezes, a depender da dose e do tempo, tornam-se potencialmente tóxicas, resultando em graves problemas de saúde, desde dificuldades visuais leves até mesmo o comprometimento do desenvolvimento cerebral, principalmente em crianças, idosos, gestantes e indivíduos imunocomprometidos (PERES et. al., 2003 apud DALSOGLIO & KUBO, 2009).

Na região Amazônica, principalmente a população que vive às margens dos rios, quando comparadas com às demais regiões brasileiras, há uma maior riqueza de espécies de peixes exploradas, além de uma quantidade de pescados capturados mais elevada e, também, uma maior dependência da população tradicional pesqueira. Partindo desse pressuposto, podemos afirmar que peixes são importantes agentes de concentração de mercúrio e, conseqüentemente, são bons biomonitores de contaminação por Hg em sistemas aquáticos (CLARKSON, 1998 apud BARBOSA, 2013).

Segundo a FAO, o consumo de peixe vem crescendo a cada ano e, conseqüente, o número de pessoas que aderem ao pescado em sua dieta, seja por gosto ou por questões nutricionais. Entretanto, apesar de suas inúmeras vantagens, os pescados possuem alta capacidade de bioacumulação de elementos potencialmente tóxicos como, por exemplo, mercúrio (Hg), cobre (Cu), cádmio (Cd), arsênio (As) e entre outros. No caso do mercúrio, os pescados e crustáceos são uma das maiores fontes de obtenção deste elemento e algumas espécies podem vir a acumular mais que outras. Diante disso, o consumo de peixes grandes torna-se ainda mais comprometedor a saúde humana, uma vez que, tais espécies maiores ingerem espécies menores, aumentando assim seu grau de contaminação. Os peixes mais contaminados são aqueles que estão em níveis mais altos da cadeia alimentar, como o *Hoplias malabaricus*, por tratar-se de um peixe maior e carnívoro (CANO-SANCHO, 2015 apud MAULVAULT, 2011 apud MATOS, 2015).

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the incidence of methylmercury in *Hoplias malabaricus* in the Brazilian Amazon, as well as possible damage caused by high ingestion of molecules of this bioaccumulative environmental pollutant. This is a narrative literature review, performed in November 2019, in the Pubmed, VHL, LILACS, Scielo and Anais III Combracis databases, in English and Portuguese, using a total of 19 references that included reportages and technical documents. Was observed positive linear correlation in methylmercury concentration in *H. malabaricus* in the Amazon region.

Keywords: Amazon, *Hoplias malabaricus*, Mercury, Bioaccumulation.



O mercúrio apresenta diversas formas químicas, mas o tipo que se acumula a níveis tóxicos nos pescados é chamado de monometilmercúrio, ou, simplesmente metilmercúrio, uma vez que, possui um grupo metila, o CH₃, ligado ao átomo de mercúrio (MESQUITA, 2018). A intoxicação humana pela ingestão de alimentos contaminados com mercúrio é um problema de saúde pública que afeta principalmente as populações ribeirinhas, uma vez que, possuem o peixe como base da sua dieta alimentar. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), existe uma relação direta entre as altas concentrações de mercúrio no sangue humano e o consumo de peixe contaminado por metilmercúrio.

Quando ingerido em altos níveis, as moléculas de metilmercúrio podem penetrar na barreira hematoencefálica e placentária (estrutura que atua principalmente para proteger o Sistema Nervoso Central de substâncias químicas presentes no sangue) e afetar o desenvolvimento cerebral, especialmente em crianças e fetos, podendo levar à morte. Já a ingestão em pequenas doses pode trazer problemas neuro-sensoriais, como dificuldades visuais leves e pequena perda de controle motor (MESQUITA, 2018 apud BARBOSA, 2008 apud MORAIS, 2019).

Devido ao fato de que vários trabalhos com *hoplias malabaricus* demonstraram uma intensa bioacumulação de metais pesados, o presente trabalho trata-se de uma revisão de literatura do tipo narrativa que objetiva avaliar a incidência de metilmercúrio em *Hoplias malabaricus* na Amazônia Brasileira e os possíveis danos causados pela alta ingestão das moléculas deste poluente ambiental bioacumulativo.

2 METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão narrativa da literatura com caráter qualitativo e quantitativo, apropriada para obtenção e atualização do conhecimento sobre uma temática específica.

O trabalho foi elaborado baseando-se nas seis fases de construção de uma revisão integrativa da literatura, proposta por Souza, Silva e Carvalho (2010) e realizou-se as seguintes etapas: No primeiro momento, detectamos o tipo de mercúrio que mais contamina pescados e a região no Brasil com maior incidência dessa contaminação, além da espécie de pescado a ser trabalhado. O resultado de maior relevância obtido foi a contaminação por metilmercúrio em *hoplias malabaricus* na Amazônia. Posteriormente, foram

realizadas buscas no período de novembro de 2019 por estudos publicados em fontes primárias e secundárias, como nas bases de dados Pubmed, BVS, LILACS, Scielo, Anais III Combracis, identificando as publicações científicas e técnicas e empregando os seguintes descritores: pescados, metilmercúrio, contaminação por *hoplias malabaricus*, pescados contaminados na Amazônia. Ademais, foram coletadas reportagens ao longo dos anos e documentos técnicos sobre o tema como forma de complementação do estudo.

Os critérios utilizados para inclusão das publicações foram ter as expressões utilizadas nas buscas no título ou palavras-chave, ou ter explícito no resumo que o texto se relacionava com a temática. Após essa fase de busca, foi feita a leitura, prioritariamente, dos respectivos resumos, metodologia e resultados dos artigos, totalizando a inclusão de 15 artigos nos idiomas inglês e português nesta revisão narrativa, 3 reportagens e 1 documento técnico como forma complementar do estudo. No total, somam-se 19 referências bibliográficas indexadas a esta revisão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

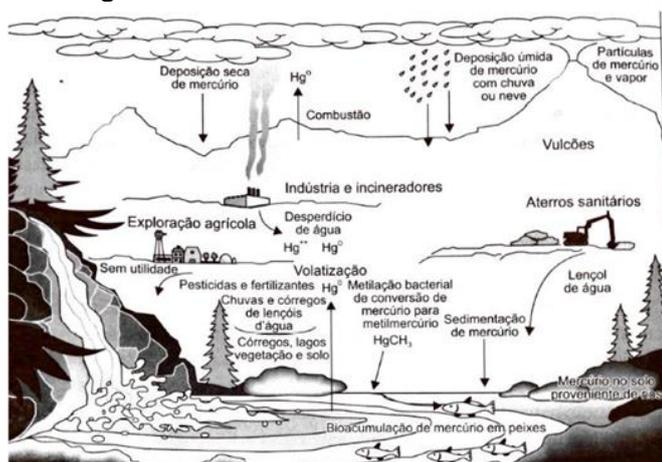
Para fins de estudos toxicológicos, os peixes são muito estudados, principalmente por estarem em contato direto com os xenobióticos dissolvidos ou incorporados à cadeia biológica do meio contaminado. A maior parte dos relatos de acúmulo de mercúrio em peixes são pesquisados em espécies que habitam regiões de clima temperado. No Brasil, país de clima tropical, tecidos de peixes como o *Hoplias malabaricus* vem sendo utilizado por diversos autores na identificação e avaliação dos efeitos tóxicos de contaminantes (Brado et al., 2000 apud Mela et al., 2007 apud Khan et al., 1994 apud Hongxia et al., 1998 apud Oliveira Ribeiro et al., 2002 apud Rabitto et al., 2005 apud Mela et al., 2007).

Dentre as regiões onde o mercúrio é amplamente utilizado, temos a região norte do país, onde, nos últimos anos, a garimpagem tem sido indicada em algumas áreas da região Amazônica como uma das principais fontes de Hg para atmosfera e ecossistemas aquáticos. Porém, essas elevadas concentrações de mercúrio encontradas não devem ser totalmente vinculadas à mineração, já que uma parcela de responsabilidade deve ser atrelada ao desmatamento, principalmente em áreas de florestas em solos que apresentam quantidades significativas deste metal, onde ao sofrer destruição ambiental seguido de queimadas, aumentam a disponibilidade do mercúrio para a



contaminação ambiental, facilitando a entrada desse elemento no ambiente aquático. Além disso, erupções vulcânicas, lixiviação do solo, queima de combustível fóssil, pesticidas e fertilizantes também devem ser levados em consideração quando analisa-se os fatores influenciadores da contaminação de mercúrio no ambiente (PIMENTEL, 2011 apud BRASIL, 2013 apud UNEP, 2008 apud WASSERMAN et al., 2001 apud HERRMANN, 2004 apud AZEVEDO, 2003).

Figura 1. Diferentes fontes de mercúrio.



FONTE: AZEVEDO, 2003

Segundo a FAO (2016), nos últimos anos o nível de consumo de pescados tem sido influenciado pela globalização. Avanços nas áreas de transporte, comercialização, distribuição, aquicultura e na ciência trouxeram eficiência e, conseqüentemente, redução nos custos de comercialização, o que tornou possível o aumento da oferta de pescados para os consumidores. O mercado que anteriormente apresentava padrões regionais, atualmente se encontra mais homogêneo e globalizado.

A grande variação na concentração de Hg em músculo de peixes é esperada, uma vez que, espécies distintas desses animais variam no que se diz respeito a bioacumulação de mercúrio e fatores como a diversidade de estratégias alimentares, mobilidade, características migratórias e, sobretudo, as diferentes formas de metabolização do Hg conferem essa variação de concentração de mercúrio em cada espécie (BARBOSA et al., 2003).

O mercúrio (Hg) é considerado um dos metais pesados de maior toxicidade presentes no meio e naturalmente podemos encontrar este elemento nas formas orgânica e inorgânica, no estado sólido, dissolvido e na fase gasosa. Portanto, o Hg caracteriza-se por volatilizar-se à

temperatura ambiente e seu ciclo biogeoquímico envolve processos ocorridos no ar, solo e água. Devido à estabilidade quando na atmosfera, seu vapor pode transportar-se para regiões distantes e remotas, ampliando significativamente sua área de contaminação (LOPES, 2012 apud SILVA, 2015).

Lima (2013) afirma que os metais lançados no ambiente são carreados para os rios pelo escoamento de águas superficiais provenientes das chuvas, persistindo no meio aquático em forma livre, ou iônica. Após sua inserção no ambiente hídrico, este contamina os organismos por meio de cadeia biológica em sua forma mais tóxica, o metilmercúrio.

O metilmercúrio é inserido na cadeia alimentar aquática devido a sua alta toxicidade que se dá pelo fato de não sofrer degradação ambiental. Os organismos do topo da cadeia alimentar sofrem o processo de bioacumulação de maneira mais expressiva e os processos biológicos que causam a intoxicação nos peixes estão intimamente ligados a ingestão e difusão, ocorridos respectivamente no trato digestivo e nas brânquias (SILVA, 2015).

Nos peixes, a intoxicação por metais provoca uma série de distúrbios, variando entre diminuição das defesas imunológicas, baixa fertilidade e redução da taxa de crescimento, até patologias que podem levar estes organismos a morte. Especificamente o Hg, em dose elevada causa mutações genéticas, sangramento pelo corpo, distúrbios neurológicos e imunológicos, bem como alterações bioquímicas (LIMA, 2013).

A legislação brasileira estabelece através da portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998 da Agência Nacional de Vigilância sanitária (ANVISA) e do decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965 do Ministério da Saúde, a concentração de 0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ como limite máximo de Hg nos tecidos musculares de peixes, porém, de acordo com a legislação brasileira através da RDC 42, de 29 de agosto de 2013 da Agência Nacional de Vigilância sanitária (ANVISA), é estabelecida a concentração de 1,0 mg/kg como limite máximo de Hg nos tecidos musculares de peixes predadores, estando de acordo com a Instrução Normativa nº 42 de 20 de dezembro de 1999, do Ministério da Agricultura, onde o valor aceito é de 1,0 ppm ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) para espécies predadoras, pois leva-se em conta os fatores de acumulação (SILVA, 2015).

Brado et al. (2000) relataram que a traíra é a segunda espécie de peixe tanto em concentração de metilmercúrio como em consumo pela população indígena do Pará. Na análise da variação na concentração de Hg em



músculo de peixe, em *H.malabaricus* foi observada correlação linear positiva na concentração deste metal com o aumento do comprimento padrão e/ou peso (SOARES, 2016).

Os resultados de bioacumulação apresentados demonstram que as concentrações encontradas *Hoplias malabaricus* expostos ao metilmercúrio (MeHg) estão acima do limite máximo estabelecido pela O.M.S. (Organização mundial da saúde) para consumo humano e este limite deve ser adotado com cautela, visto que está associado a uma ingestão máxima de 400 gramas semanais de consumo de peixe e/ou produtos de pescado (WHO, 1990). Segundo Brado et al. (2000) níveis abaixo de 1 ug/g já podem causar danos importantes dependendo da quantidade de pescado consumido.

Segundo Amaro (2014) a coleta de espécies próximas às regiões de possível contaminação advinda de garimpos é uma variável que interfere significativamente na obtenção dos resultados, pois os indivíduos inseridos nesta área apresentam maior exposição ao contaminante e maior disponibilidade a efeitos bioacumulativos.

Devido à ação dos compostos mercuriais no meio ambiente, que é responsável por vários episódios de intoxicação e contaminação no ecossistema representando um grave problema ambiental devido ao seu elevado risco à exposição em baixas doses por um longo período de tempo, a intoxicação por mercúrio causa vários danos também à saúde humana, como por exemplo, danos endócrinos, cardiovasculares, neurológicos e renais. Estudos indicam que a exposição longa ao mercúrio pode ter consequências em um longo prazo após um determinado período de intoxicação (KNOBELOCH et al., 2005 apud LI et al., 2010 apud TAN et al., 2009).

Segundo Harris & Sondgrass, o *Hoplias malabaricus* (traíra) bioacumula mercúrio (Hg) à medida que crescem, adquirido pelos peixes através da alimentação. Devido ao fato de que a ingestão deste metal é mais rápida do que a sua excreção, especialmente sua forma orgânica, metilmercúrio (MeHg), a concentração tende a aumentar com o passar do tempo. Além disso, outro fator pode contribuir para elevação da concentração de Hg em animais maiores é o fato de que estes se alimentam das presas menores, que possuem mais Hg em seus tecidos. Portanto, pode-se relacionar esses argumentos com o fato de que a taxa de bioacumulação da traíra aumentou com o tamanho do pescado, indicando que o mesmo tem seu metabolismo modificado ao longo dos anos, uma vez que, o aumento no metabolismo pode causar uma maior

bioacumulação de Hg em peixes (TERHIVUO et al, 1984 apud MALM et al, 1995 apud PONCE & BLOOM, 1991).

Amorim (2012) afirma que a média de concentração de mercúrio não atingiu os limites mencionados anteriormente. Porém, das espécies que foram analisadas no estudo em questão, a *Hoplias malabaricus* (Traíra) foi a que apresentou maior concentração de mercúrio, mais especificamente, 0,44 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Segundo um estudo realizado por Padovani et al (1996), um total de 28% das traíras apresentaram concentrações de Hg maiores que 0,5 ppm e vale mencionar que estas traíras eram todas maiores que 27 cm. O consumo esporádico de peixes com esses níveis de Hg não causa problemas, mas pessoas que consomem estes peixes com frequência podem acumular níveis críticos de Hg.

Desta forma, seria interessante recomendar aos ribeirinhos que, quando possível, seja descartado peixes predadores de grande porte, dando preferência ao consumo de peixes herbívoros, uma vez que, populações de caboclos e indígenas da Amazônia tem sua dieta baseada em peixe, podendo bioacumular muito mercúrio (Boischio & Henshel, 2000 apud Brabo et al. 2000).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do explícito ao longo do presente trabalho, podemos afirmar que a contaminação por mercúrio (Hg), principalmente na Amazônia, continua sendo um tema debatido em recentes artigos, noticiários e trabalhos acadêmicos. Peixes de grande porte e carnívoros como o *hoplias malabaricus* sofrem exacerbada bioacumulação por metilmercúrio, colocando a saúde de populações ribeirinhas da Amazônia em risco devido seus hábitos alimentares. Podemos então afirmar que devido as elevadas taxas de desmatamento, presença de garimpos e rios, além da tradição da ingestão de peixes na dieta, a região amazônica possui alta prevalência de contaminação por Hg.

Partindo dessas premissas, deve-se averiguar além da concentração de mercúrio, as causas do seu acúmulo na natureza e o risco que pode ser gerado à população que é exposta a esse metal através do consumo dos alimentos contaminados, buscando garantir segurança alimentar e nutricional para esses indivíduos. Vale ressaltar também que é necessário estudos mais abrangentes nas demais regiões brasileiras e uma maior quantidade de estudos que avaliam os



efeitos da ingestão de metilmercúrio durante um longo período de tempo e em baixas doses, situação normalmente presente quando ocorre a intoxicação por este metal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOSA et al. Mercury Biomagnification in a Tropical Black Water, Rio Negro, Brazil. Archives of Environmental
2. BELGER, L. (2001). Influência de alguns fatores ambientais sobre o nível de mercúrio em *Cichla* spp. e *Hoplias malabaricus* na bacia do rio Negro.
3. CLARKSON, T. W. Human toxicology of mercury. J. The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine, v.11, p.303-317, 1998.
4. DA SILVA et al. (2006). Mercúrio nos peixes do rio Tapajós, Amazônia Brasileira. InterfacEHS, 1(1).
5. DA SILVA, M. W., & ESTANISLAU, C. A. M. (2015). Concentração de mercúrio em peixes da Amazônia. Boletim ABLimno, 41(1), 08-14.
6. eCYCLE. Peixes contaminados por mercúrio: ameaça ao ambiente e à saúde. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/62-alimentos/2862-peixes-contaminados-por-mercurio-intoxicacao-fontes-mineiracao-saude-risco-poluicao-oceanos-sintomas-termometro-lampadas-fluorescentes-carnivoros-metais-ribeirinhos-antropogenicos-brasil-intoxicacao.html>> Acesso em 8 de setembro de 2019
7. FONSECA, F. R. D. (2004). Concentração de mercúrio em ariranhas (*Pteronura brasiliensis*), lontras (*Lontra longicaudis*) e peixes de sua dieta no Pantanal, Brasil..
8. G1. Pesquisa aponta contaminação natural por mercúrio em peixes amazônicos. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Amazonia/0,,MUL791328-16052,00-PESQUISA+APONTA+CONTAMINACAO+NATURAL+POR+MERCURIO+EM+PEIXES+AMAZONICO.html>> Acesso em 8 de setembro de 2019.
9. GAZETA DO POVO. Pesquisa aponta contaminação natural por mercúrio em peixes amazônicos. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/mundo/pesquisa-aponta-contaminacao-natural-por-mercurio-em-peixes-amazonicos-b7v6dww0frhfi4xflp0pe41n2/>> Acesso em 8 de setembro de 2019.
10. LIMA, L. A. D. O. (2018). Intoxicação por metilmercúrio promove resposta à metalotioneína e dano celular em glândulas salivares de ratos.
11. MACHADO, V. L. F. (2011). Metilmercúrio nas águas da bacia do Rio Madeira, na área de influência do reservatório da usina de Santo Antônio, Amazônia Ocidental (Doctoral dissertation, dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Rondônia-UNIR).
12. MESQUITA, J. Consumo de peixes e o mistério do ciclo do mercúrio. Disponível em: <<https://marsemfm.com.br/consumo-de-peixes-e-ciclo-do-mercurio/>> Acesso em 8 de setembro de 2019.
13. MORAIS, 2017. Perigo – Grávidas e bebês são contaminados por mercúrio em Santarém. Disponível em: <<https://oimpacto.com.br/2017/09/29/perigo-gravidas-e-bebes-sao-contaminados-por-mercurio-em-santarem/>> Acesso em 8 de setembro de 2019.
14. NAÇÕES UNIDAS BRASIL. FAO: consumo de pescado na América Latina e no Caribe crescerá 33% até 2030. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/fao-consumo-de-pescado-na-america-latina-e-no-caribe-crescera-33-ate-2030/>> Acesso em 12 de novembro de 2019.
15. NAKATSUBO, M. A. S. (2017). Bioacessibilidade de Hg em peixes de diferentes níveis tróficos, originário da Amazônia (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
16. PRODOCIMO, M. M. (2009). Avaliação dos efeitos tóxicos do metilmercúrio na retina de duas espécies de teleosteos: *Hoplias malabaricus* e *Danio rerio*, utilizando um conjunto de biomarcadores biológicos (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
17. ROTHER, E. T. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. Acta paulista de enfermagem, 20(2), v-vi.
18. SOARES et al. (2016). Bioacumulação de mercúrio total (HgT) e hábitos alimentares de peixes da bacia do rio negro, Amazônia, Brasil. Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota), 6(1), 102-106.
19. SOUZA, M. T. D., SILVA, M. D. D., & CARVALHO, R. D. (2010). Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein (São Paulo), 8(1), 102-106.