

## ***Resíduos de mercúrio em pescado comercial no estado do Pará: uma revisão sistemática***

O mercúrio é um elemento com alto poder de acumulação e mesmo em baixas concentrações, o seu consumo recorrente pode ser prejudicial à saúde. Nesse sentido, este estudo possuiu como objetivo: realizar um levantamento temporal (duas décadas) da literatura sobre os níveis das concentrações de mercúrio em amostras de tecidos peixes provenientes do Estado do Pará. Os resultados extraídos dos estudos consultados mostram claramente, nestas últimas duas décadas uma amplitude de concentrações de mercúrio total tanto em espécies carnívoras quanto não carnívoras. Concluímos, portanto que entre espécies comerciais de peixes consumidos no Estado do Pará as concentrações detectadas, apenas as espécies carnívoras (0,52 µg/g) encontraram-se no limiar da zona de segurança alimentar preconizada pela Organização Mundial da Saúde, não obstante as concentrações naturais de metilmercúrio no solo e a intensa e contínua atividade mineradora, especialmente as de natureza artesanal. Espécies não carnívoras mantiveram um patamar seguro quanto ao consumo considerando os dados avaliados.

**Palavras-chave:** Consumo de pescado; Bioacumulação de mercúrio; Cadeia trófica.

## ***Residues of mercury in commercial fish in the state of Pará: a systematic review***

Mercury is an element with high accumulating power and even in low concentrations, its recurrent consumption can be harmful to health. In this sense, this study aimed to carry out a temporal survey (two decades) of the literature on the levels of mercury concentrations in fish tissue samples from the State of Pará. The results extracted from the studies consulted clearly show, in the last two decades, a range of concentrations of total mercury in both carnivorous and non-carnivorous species. We conclude, therefore, that among commercial species of fish consumed in the State of Pará, the concentrations detected, only the carnivorous species (0.52 µg/g-1) were at the threshold of the food safety zone recommended by the World Health Organization, despite the natural concentrations of methylmercury in the soil and the intense and continuous mining activity, especially those of artisanal nature. Non-carnivorous species maintained a safe level regarding consumption considering the data evaluated.

**Keywords:** Fish consumption; Mercury bioaccumulation; Food chain.

Topic: **Toxicologia**

Received: **10/03/2022**

Approved: **22/05/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Amanda Carolina Pedro dos Santos**   
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9076494308334541>  
<https://orcid.org/0000-0001-8774-2979>  
[amandacarolinapedro@gmail.com](mailto:amandacarolinapedro@gmail.com)

**Osléias Ferreira Aguiar**   
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7785093675148132>  
<https://orcid.org/0000-0002-9948-8354>  
[leia-stmsantos@hotmail.com](mailto:leia-stmsantos@hotmail.com)

**Lúrian Sâmia de Lacerda Ferreira**   
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0244835187340289>  
<https://orcid.org/0000-0001-7732-8520>  
[lurianslf@hotmail.com](mailto:lurianslf@hotmail.com)

**Luze Daiane da Silva Pereira**   
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/8481063545047616>  
<https://orcid.org/0000-0002-6104-6518>  
[luzeesa@outlook.com](mailto:luzeesa@outlook.com)

**Joseph Simões Ribeiro**   
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1888011247908339>  
<https://orcid.org/0000-0001-9715-816X>  
[josephribeiro@hotmail.com](mailto:josephribeiro@hotmail.com)

**Lucinewton Silva de Moura**   
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2577499231565227>  
<https://orcid.org/0000-0002-9266-946X>  
[lucinewton.moura@yahoo.com.br](mailto:lucinewton.moura@yahoo.com.br)

**Paulo Sérgio Taube Junior**   
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9036985941582601>  
<https://orcid.org/0000-0001-5786-7615>  
[pstjunior@yahoo.com.br](mailto:pstjunior@yahoo.com.br)

**Ruy Bessa Lopes**   
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4195469692527946>  
<https://orcid.org/0000-0002-4806-8835>  
[ruybessa@yahoo.com.br](mailto:ruybessa@yahoo.com.br)



DOI: 10.6008/CBPC2318-2881.2022.002.0005

### **Referencing this:**

SANTOS, A. C. P.; AGUIAR, O. F.; FERREIRA, L. S. L.; PEREIRA, L. D. S.; RIBEIRO, J. S.; MOURA, L. S.; TAUBE, P. S. J.; LOPES, R. B.. Resíduos de mercúrio em pescado comercial no estado do Pará: uma revisão sistemática. **Nature and Conservation**, v.15, n.2, p.53-63, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2022.002.0005>

## INTRODUÇÃO

A região Norte é a única em que a população possui preferência por peixes em sua dieta quando comparada as outras regiões (MACIEL et al., 2012; SARTORI et al., 2012). Nesse cenário a atividade pesqueira ganha destaque na economia regional, sendo está a principal responsável pelo abastecimento de comunidades urbanas e ribeirinhas (OLIVEIRA et al., 2007). No entanto devido a desmatamentos e queimadas, o mercúrio (Hg) presente de origem natural, acumulado nestes solos antes de períodos pré-antropogênicos, somados a atividades garimpeiras, acabam sendo carregados para o ambiente aquático e contaminando o pescado (FADINI et al., 2001; ROULET et al., 2000). O consumo per capita em algumas comunidades da Amazônia brasileira alcançam uma amplitude que oscila entre 369 a 805 g per capita por dia (ISAAC et al., 2011).

No entanto, passivos ambientais decorrentes da mineração, desmatamento e demais atividades antrópicas locais liberam grandes quantidades de mercúrio, além das concentrações naturalmente encontradas no solo, para os ambientes aquáticos (DIRINGER et al., 2020). Levando a eventos de bioacumulação e biomagnificação desse metal na cadeia trófica (CRESPO et al., 2021). Para avaliara contaminação por esse elemento, geralmente utiliza-se biomonitores, sendo os predadores topo de cadeia, notáveis agentes concentradores de mercúrio nos ambientes aquáticos (LIMA et al., 2015; SOARES et al., 2016). No ser humano pode causar enormes implicações à saúde (DRISCOLL et al., 2013; RICE et al., 2014). Seus efeitos tóxicos dependem de sua especificação química, dose e tempo de exposição (PLETZ et al., 2016; SUZUKI et al., 1991).

Um fator preocupante é sobre o acúmulo de Hg em peixes consumidos pelo ser humano é motivo de preocupação para as agências de saúde pública (RICE et al., 2014). Nos ecossistemas aquáticos, a biodisponibilidade de Hg é influenciada por características ambientais, como temperatura, salinidade, dureza, carbono orgânico dissolvido e sedimentos suspensos (BRIGHAM et al., 2009). Torna-se biodisponível pela entrada na cadeia alimentar terrestre ou aquática e biomagnificar-se na trófica (CRISTOL et al., 2008).

Na Região Amazônica, o consumo de pescado, bem como a atividade da pesca constituem-se como um bem socioambiental garantidor da manutenção da vida e estilo de vida de inúmeras comunidades tradicionais que permanecem na região (RUFFINO, 2005). De acordo com Franco et al. (2015), na região, o pescado é a principal fonte nutricional para as populações ribeirinhas. Ao se comparar com às demais regiões brasileiras (costeiras ou águas interiores), a região continental amazônica exibe uma maior riqueza de espécies de peixes exploradas comercialmente, maior quantidade de pescado capturado e maior dependência da população tradicional à atividade pesqueira (SANTOS, 2009). Para se avaliar essa contaminação, verifica-se a concentração de Hg no músculo dos peixes, sendo esta uma prática usada por agências governamentais e pesquisadores para avaliar o risco de exposição humana ao Hg, sendo o músculo do peixe consumido por humanos o qual se acumula o metilmercúrio (MeHg), a espécie mercurial mais tóxica (EVANS et al., 1993; SILVA et al., 2019).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária brasileira (ANVISA) estabeleceu a concentração de 0,5

$\mu\text{g}/\text{g}^{-1}$  como limite máximo de Hg nos tecidos musculares de peixes, porém conforme a Instrução Normativa nº 42 de 20 de dezembro de 1999, do Ministério da Agricultura, o valor aceito é de 1,0 ppm ( $1 \mu\text{g}/\text{g}^{-1}$ ) para espécies predadoras, pois é levado em consideração o fator de acumulação.

A segurança alimentar a partir do monitoramento das concentrações de Hg em pescado comercial consumido dentro do Estado do Pará é de essencial importância para a saúde pública, visto que são a base da alimentação da população amazônica, principalmente a ribeirinha. Este trabalho teve como objetivo levantar dados sobre os níveis de mercúrio e consumo de peixes no Estado do Pará, através de revisão integrativa, a fim de apontar as espécies mais consumidas e que registraram até agora as maiores concentrações de mercúrio total.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa é uma revisão bibliográfica sistemática a partir do levantamento de dados e informações em diferentes bases de dados eletrônicas científicas para o período de 1999 a 2021, realizada por meio de descritores relacionados aos resíduos de mercúrio em peixes comerciais consumidos no Estado do Pará.

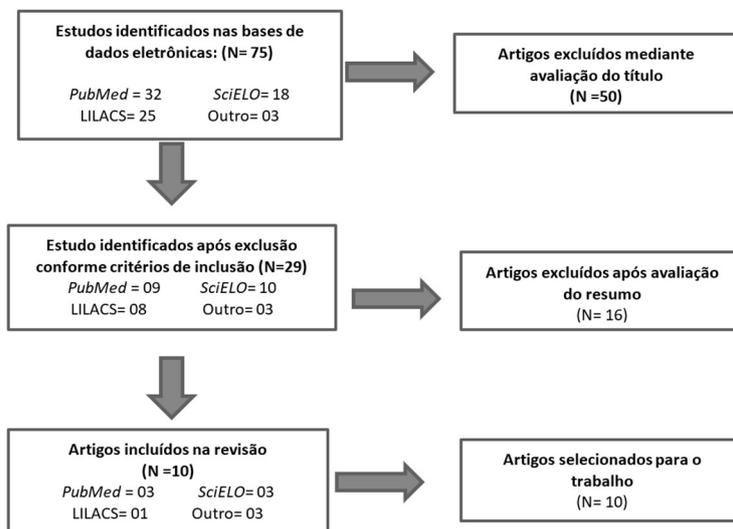
A pesquisa bibliográfica se deu a partir de: portais de busca científica como o *CAB Abstracts*, *Web of Science*, *PubMed*; *Medline*; *SciELO (Scientific Electronic Library Online, ou Biblioteca Eletrônica Científica Online)* *LILACS e Periódicos CAPES*. O conjunto das informações selecionadas nos textos foram organizadas em tabelas com o intuito de facilitar a análise dos resultados. As buscas foram realizadas através da utilização de descritores, na língua portuguesa e inglesa tendo como referência os termos contidos nos títulos ou nas palavras chaves e resumos dos estudos, tais como: Mercúrio e pescados comercializados; Mercúrio e a Amazônia brasileira; Tapajós, Pará, *Mercury and commercialized fish; Mercury and Brazilian Amazon*. Enfim, os dados encontrados foram filtrados, organizados e analisados de modo a apresentar uma perspectiva histórica sobre os níveis de concentração de mercúrio nos pescados comercializados no Estado do Pará nas últimas duas décadas. Foram selecionadas 10 pesquisas realizadas no Estado do Pará, que se enquadraram nos critérios estabelecidos na metodologia da pesquisa, sendo observada de forma resumida na Figura 1.

Neste estudo optou-se por estabelecer apenas duas categorias tróficas (carnívoros e não carnívoros) portanto para a quantificação das concentrações nas espécies de peixes relacionadas a partir dos estudos selecionados incluiu-se entre as espécies carnívoras, (espécies insetívoras, piscívoras, entre outras) e entre as espécies não carnívoras (espécies herbívoras, onívoras, planctívoras entre outros). Assumiu-se que 100% do mercúrio total é metilmercúrio, considerando que o mercúrio total é constituído de 98% de metilmercúrio. A análise estatística dos resultados decorreu de análises descritivas considerando a média e o desvio padrão dos dados observados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Natureza do mercúrio na Amazônia

Resíduos de mercúrio total difusos no ambiente e oriundo das atividades mineradoras são transportados para os rios pelo escoamento de águas superficiais oriundas das chuvas, permanecendo no meio aquático em forma livre, ou iônica o que viabiliza a sua biodisponibilidade para os organismos aquáticos



**Figura 1:** Fluxograma de trabalhos identificados nas bases de dados. Outro = corresponde as dissertações.

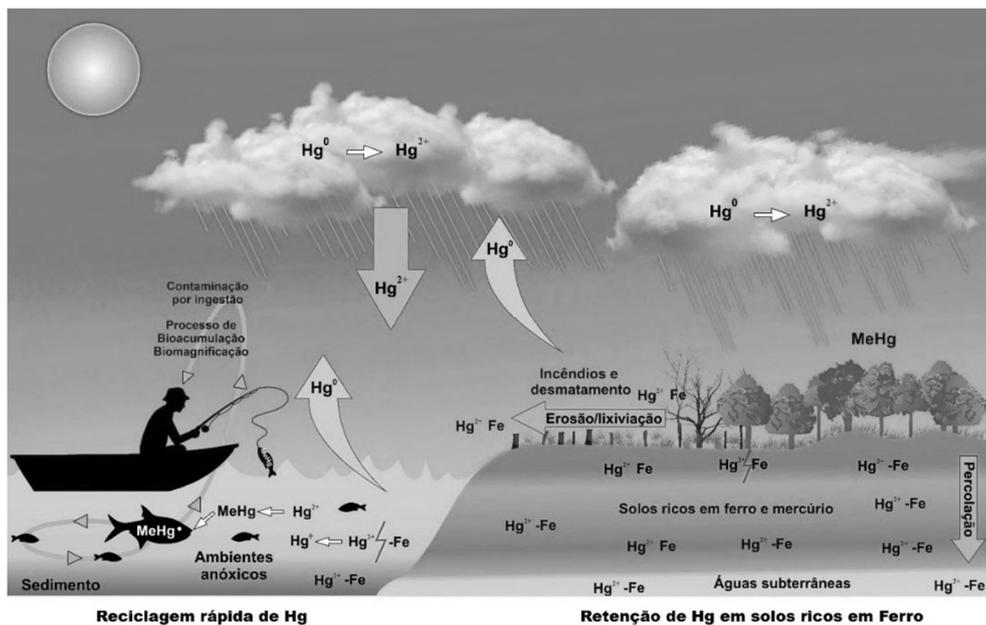
A espécie metilada do mercúrio possui importância do ponto de vista ecotoxicológico, visto tratar-se de uma neurotoxina capaz de bioacumular e biomagnificar, desencadeando riscos à saúde humana. Essa capacidade se dá devido à sua maior lipossolubilidade. A alta toxicidade deste elemento decorre do fato dele não sofrer degradação ambiental, possibilitando assim o processo de bioacumulação.

A ação do metilmercúrio, em humanos, é concentrada principalmente no sistema nervoso central, podendo causar redução do campo visual, distúrbios de mobilidade, dor nos nervos, deterioração mental, paralisia e até a morte. O metilmercúrio possui uma alta estabilidade e capacidade de penetração nas membranas dos seres vivos. Desta forma, a ingestão de alimentos contaminados, principalmente pescados, leva a uma distribuição do metilmercúrio em todos os tecidos do organismo humano (BISINOTI; JARDIM, 2004).

Conforme Passos et al. (2008) e Pletz et al. (2016), chamam a atenção para a persistência do metilmercúrio em tecidos do organismo. Particularmente, em espécies aquáticas, o Hg total pode ser achado em altas concentrações nos peixes, o que ressalta a urgência de se dar atenção aos riscos ambientais e de saúde pública deste metal tóxico. Desse modo, o consumo de peixes é considerado a principal rota de exposição para humano (Figura 2) ao mercúrio total, sobretudo para as populações que vivem às margens dos rios, onde o peixe é a importante e principal fonte de proteína (CASTILHOS et al., 2008). Estudos anteriores comprovaram que uma boa parcela (97%) do Hg total disponível em solos amazônicos é de origem natural (ROULET et al., 1995; ROULET et al., 1999; FADINI et al., 2001). Contudo, atividades antrópicas, tal como o represamento de grandes cursos d'água, resulta na inundação de grandes áreas de florestas e solos, e trazem como consequência a maior possibilidade de detenção de mercúrio total nesses sistemas artificiais

com a consequente persistência e biodisponibilidade da espécie metilada.

No Brasil, os limites estabelecidos pela legislação em vigor para a ingestão segura de peixes são de 0,5 mg Hg kg<sup>-1</sup> para peixes não carnívoros e de 1,0 mg Hg/kg<sup>-1</sup> para peixes carnívoros. Esta diferença nos valores de referência quanto às concentrações aceitas em peixes dá-se devido à posição trófica de uma determinada espécie que é fator fundamental o potencial de bioacumulação de Hg total em músculos de peixes (SWEET et al., 2001).



**Figura 1:** Esquematização simplificada do Ciclo do mercúrio na Amazônia.

Faial et al. (2005), aceitam, muito embora, alguns resultados indicarem que os níveis de contaminação por Hg estejam diminuindo em humanos, que esta tendência não ocorre na Amazônia. Esta percepção se fundamenta nas concentrações naturais de mercúrio no solo assim como na histórica atividade mineradora, o que permite sua maior biodisponibilidade a principal fonte de proteína animal da região, os peixes.

### Resíduos de mercúrio total nos peixes comerciais do Estado do Pará

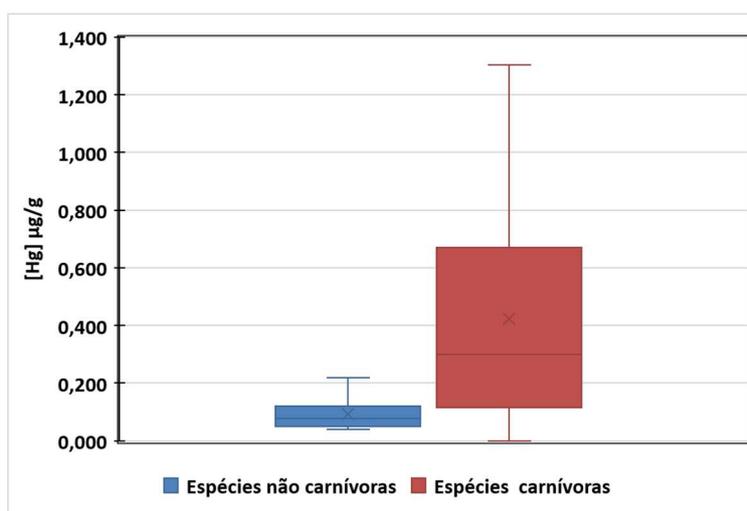
Podemos observar os valores encontrados na literatura recente de difusa com base nos critérios estabelecidos previamente na metodologia deste estudo para concentrações de mercúrio total em amostras de tecidos de peixes provenientes do Estado do Pará, para uma breve discussão dos resultados encontrados ao longo dos anos de observação e monitoramento.

A determinação de mercúrio na porção muscular de peixes é de suma importância para que se possa analisar e identificar possíveis níveis tóxicos presente nesses organismos aquáticos, que é uma das principais fontes de alimento do ser humano (DURAL et al., 2007).

Todos os 510 peixes amostrados neste estudo tinham níveis detectáveis de mercúrio e 65,49% (n=334) excederam limite de mercúrio da Organização Mundial da Saúde (OMS) (0,5µg/g) para consumo humano. A concentração de Hg total em peixes ultrapassou o limite seguro em 54,34% (n=277) dos

carnívoros, já entre os não carnívoros não foi observado níveis acima do limite estabelecido pela OMS. Os peixes carnívoros representaram 54,31% (n=277) do total de amostras, com concentrações médias de Hg total de 0,305  $\mu\text{g/g}$ . A média de concentrações entre as espécies carnívoras foi de 0,422  $\mu\text{g/g}$  e para não carnívoras, 0,090  $\mu\text{g/g}^{-1}$ , isto representa uma diferença de 371% em relação a essas duas condições de trofia, o que evidencia a magnificação entre diferentes níveis tróficos.

Diferenças significativas nas concentrações médias de Hg total entre os níveis tróficos ( $p < 0,001$ ) (Figura 2) foram evidenciadas. Para os peixes carnívoros os menores valores foram encontrados nas espécies foram de *Brachyplatystoma flavican* (Filhote), 0,01  $\mu\text{g/g}^{-1}$  a maior em *Arapaima gigas* (Pirarucu), 1,296  $\mu\text{g/g}^{-1}$ , para essas duas espécies verificou-se sendo uma diferença entre as respectivas concentrações 12.000%. Já para os peixes não carnívoros o menor valor foi em *Schizodon vittatus* (Aracú), 0,04  $\mu\text{g/g}^{-1}$ , e o maior, em *Caenotropus labyrinthicus* (João Duro), 0,218  $\mu\text{g/g}$ . Entre essas duas espécies se observou o uma diferença de 445%. Essas diferenças podem ser explicadas pela idade dos peixes, que possuem diferentes itens alimentares conforme seu desenvolvimento e seu nível trófico. Peixes carnívoros podem estar em diferentes níveis na cadeia de predação, como predador primário, secundário, terciário.



**Figura 2:** Esquemática simplificada do Ciclo do mercúrio na Amazônia.

Os dados apresentados na Quadro 1, mostram que a concentração de mercúrio total e de seu metabólito metilmercúrio aumentaram ao longo dos anos nos peixes carnívoros e que ele não foi verificado nos peixes não carnívoros, o que evidencia o fenômeno da biomagnificação do mercúrio ao longo da cadeia alimentar aquática, no Oeste do Estado do Pará. Trabalhos como de Brabo et al. (2000); Faial et al. (2005); Kehrig et al. (2008); Oliveira et al. (2008); entre outros reforçam essa observação. Conforme Wasserman et al. (2001), esse fenômeno é esperado devido o processo de bioacumulação que ocorre ao longo da cadeia alimentar aquática, onde peixes piscívoros podem atingir concentrações de mercúrio até um milhão de vezes superiores às concentrações encontradas na água. Assim, peixes carnívoros, por ocuparem níveis tróficos mais elevados, acumulam crescentes concentrações de mercúrio.

Por outro lado, o nível de concentração de mercúrio aparentemente aumentou ao longo do período avaliado neste trabalho, sendo possível inferir que espécies piscívoras da região do rio Tapajós possam estar

contaminadas com níveis de metilmercúrio acima do limite de tolerância ( $0,5 \mu\text{g/g}^{-1}$ ) preconizado pela Organização Mundial da Saúde. A literatura utilizada neste estudo aponta para o aumento das concentrações de mercúrio total e, por conseguinte de metilmercúrio na bacia hidrográfica do rio Tapajós.

Em contrapartida Teodoro (2006) verificou em uma miscelânea de espécies de peixes amostrados no mercado do Ver-o-Peso (Belém –PA) concentrações de Hg total em peixes carnívoros e não carnívoros abaixo dos limites preconizados pela legislação brasileira, apenas a espécie *Arapaima gigas* (pirarucu) apresentou um valor da concentração de Hg total superior ao limite de referência ( $1,0 \mu\text{g/g}^{-1}$ ) recomendado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Arrifano (2011), verificou comparativamente que as espécies de peixes carnívoros do Tapajós apresentaram níveis de metilmercúrio maiores do que os níveis encontrados nos peixes coletados na região de Belém. A exceção ocorreu com o gênero *Cichla spp.*, o Tucunaré, em que não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nas concentrações de MeHg nos exemplares dessa espécie coletados nas duas regiões (Itaituba e Belém).

Em nenhum dos trabalhos listados na Quadro 1, foi verificado concentrações de metilmercúrio consideradas tóxicas nas espécies de peixes não carnívoros. Esse fato, mostra que essas espécies são opções seguras para o consumo humano, especialmente para as populações ribeirinhas, cuja fonte principal de proteína animal é o pescado. No entanto, também é válido alertar sobre o risco da frequência que esse alimento é ingerido, uma vez que o mercúrio é um elemento com alto poder de acumulação e que mesmo em baixas concentrações, o seu consumo frequente pode ser nocivo à saúde pública.(MENESES *et al.*, 2022).

**Quadro 1:** Concentrações de mercúrio em amostras pescado comercial provenientes do Estado do Pará, conforme levantamento realizado na literatura.

Referência	Nº	Espécie	Hg TOTAL $\mu\text{gHg/g}$	Desvio Padrão	Me Hg	Desvio Padrão	% de espécies mais consumidas	Consumo de peixe	
BRABO <i>et al.</i> , (1999) Jacareacanga/PA – Rio Tapajós. (O Posto Indígena Sai Cinza)	<b>CARNÍVORO</b>								
	3	<i>Pinirampus pinirampu</i> (Barbado)	0,349-0,474	0,419±0,064	-	-	-	3 vezes por dia.	
	1	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Surubim)	0	0,385±0,000	-	-	-		
	7	<i>Hoplias malabaricus</i> (Traíra)	0,160-0,546	0,322±0,133	-	-	65,50%		
	17	<i>Cichla ocellaris</i> (Tucunaré)	0,173-0,338	0,267±0,049	-	-	86,40%		
	3	<i>Serrasalmus sp.</i> (Piranha)	0,065-0,450	0,219±0,204	-	-	-		
		<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	<b>0,293</b>	<b>0,256</b>	-	-	-		
		<b>NÃO CARNÍVORO</b>							
	1	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i> (Aruanã)	0	0,174±0,000	-	-	-	3 vezes por dia.	
	18	<i>Satanoperca</i> (Caratinga)	0,067-0,198	0,120±0,039	-	-	4,20%		
	22	<i>Semaprochilodus brama</i> (Jaraqui)	0,074-0,201	0,112±0,028	-	-	79,70%		
	2	<i>Leporinus sp.</i> (Aracu)	0,097-0,120	0,108±0,016	-	-	54,20%		
	1	<i>Pimelodus omatus</i> (Mandiá)	0	0,095±0,000	-	-	-		
	3	<i>Leiaurius marmoratus</i> (Jandiá)	0,051-0,130	0,093±0,040	-	-	-		
	2	<i>Mylossoma sp.</i> (pacu)	0,026-0,057	0,042±0,022	-	-	82,10%		
		<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	<b>0,078</b>	<b>0,081</b>	-	-	-		
	FAIAL <i>et al.</i> , (2005) Rio Tapajós /Itaituba – PA (Comunidade de Barreiras).	<b>CARNÍVORO</b>							
40		<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Pescada branca)	0,93	0,32	0,66	0,31	Não informado	Não informado	
12		<i>Calophysus macropterus</i> (Piranambu)	0,63	0,24	0,45	0,23			
12		<i>Cichla sp.</i> (Tucunaré)	0,68	0,33	0,51	0,27			
7		<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (Filhote)	0,93	0,32	0,79	0,3			
		<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	<b>0,793</b>	<b>0,303</b>	<b>0,603</b>	<b>0,278</b>			
		<b>NÃO CARNÍVORO</b>							
20		<i>Leporinus sp</i> (Aracu)	0,13	0,04	0,08	0,15	36,00%	Não informado	
14		<i>Eugerus brasiliensis</i> (Caratinga)	0,14	0,04	0,11	0,03	23,80%		
22		<i>Mylossoma spp</i> (pacu)	0,06	0,01	0,03	0,01	27,80%		
127	<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	<b>0,110</b>	<b>0,030</b>	<b>0,073</b>	<b>0,063</b>	-			
MATOS, (2006) Belém – Pará.	<b>CARNÍVORO</b>								
	3	<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Corvina)	0,5323	0,0085	-	-	Não	Não	

	3	<i>Brachyplatystoma flavicans</i> (Dourada)	0,2365	0,1368	-	-	informado	informado	
	3	<i>Arius parke</i> (Gurijuba)	0,4115	0,1928	-	-			
	3	<i>Lutjanus purpureus</i> (Pargo)	0,6716	0,0242	-	-			
	3	<i>Macrodon ancylodon</i> (Pescada go)	0,1478	0,0162	-	-			
	3	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i> (Piramutaba)	0,1479	0,0328	-	-			
	3	<i>Arapaima gigas</i> (Pirarucu)	1,296	0,0159	-	-			
		<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	<b>0,492</b>	<b>0,061</b>	-	-			
<b>NÃO CARNÍVORO</b>									
	3	<i>Cynoscion acoupa</i> (Pescada amarela)	0,2986	0,0055	-	-	Não informado	Não informado	
	3	<i>Penaeus subtilis</i> (Camarão)	0,0728	0,0337	-	-			
	3	<i>Ucides cordatus</i> (Carangueijo)	0,0582	0,0167	-	-			
	30	<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	<b>0,143</b>	<b>0,019</b>	-	-			
KEHRIG et al., (2008)	<b>CARNÍVORO</b>								
	8	<i>Cichla sp.</i> (Tucunaré) Santarém	-	-	0,16	0,1	Não informado	Não informado	
	10	<i>Cichla sp.</i> (Tucunaré) Brasília Legal	-	-	0,5	0,37			
	8	<i>Cichla sp.</i> (Tucunaré) Itaituba	-	-	0,89	0,39			
	16	<i>Cichla sp.</i> (Tucunaré) Jacareacanga	-	-	0,62	0,34			
	42	<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	-	-	<b>0,543</b>	<b>0,300</b>			
(ARRIFANO, 2011) Itaituba (Rio Tapajós) /Belém - PA	<b>CARNÍVORO</b>								
	5	<i>Cichla sp.</i> (Tucunaré)	-	-	2X > (0,5)	-	Não informado	Não informado	
	5	<i>Plagioscion squamosissimus</i> (pescada branca)	-	-	> (0,5)	-			
	5	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (Filhote)	-	-	> (0,5)	-			
	5	<i>Pellona sp.</i> (Pellona) (Sarda)	-	-	3X > (0,5)	-			
	5	<i>Brachyplatystoma flavicans</i> (Dourada)	-	-	5X > (0,5)	-			
	5	<i>Pseudoplatystoma sp.</i> (Surubim)	-	-	> (0,5)	-			
		<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	-	-	<b>&gt; (0,5)</b>	-			
	<b>NÃO CARNÍVORO</b>								
	5	<i>Leporinus sp.</i> (Aracu)	-	-	< (0,5)	-	Não informado	Não informado	
	5	<i>Mylossoma sp.</i> (Pacu)	-	-	< (0,5)	-			
5	<i>Satanoperca sp.</i> (Caratinga)	-	-	< (0,5)	-				
5	<i>Colossoma macropomum</i> (Tambaqui)	-	-	< (0,5)	-				
50	<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	-	-	<b>&lt; (0,5)</b>	-				
AMARO et al., (2014). Belém - PA.	<b>CARNÍVORO</b>								
	10	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> (dourada)	-	0,4	-	-	Não informado	Não informado	
	10	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (filhote)	-	0,3	-	-			
		<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	-	<b>0,35</b>	-	-			
	<b>NÃO CARNÍVORO</b>								
10	<i>Schizodon fasciatum</i> (aracu)	-	0,1	-	-	Não informado	Não informado		
30	<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	-	<b>0,1</b>	-	-				
OLIVEIRA et al., (2015). Itaituba- PA (Rio Tapajós)	<b>CARNÍVORO</b>								
	10	<i>Cichla sp.</i> (Tucunaré)	0,953	0,595	0,595	0,512	Não informado	Não informado	
	10	<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Pescada branca)	0,534	0,182	0,345	0,23			
		<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	<b>0,744</b>	<b>0,389</b>	<b>0,470</b>	<b>0,371</b>			
	<b>NÃO CARNÍVORO</b>								
	10	<i>Leporinu</i> (Piau)	0,104	0,05	0,0604	0,025	Não informado	Não informado	
	10	<i>Semaprochilodus sp.</i> (Jaraqui)	0,062	0,017	0,033	0,007			
40	<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	<b>0,083</b>	<b>0,0335</b>	<b>0,0467</b>	<b>0,016</b>				
PRAZERES et al., (2018) Parauapebas.	<b>NÃO CARNÍVORO</b>								
	11	<i>Colossoma macropomum</i> (Tambaqui)	0,07±0,20	0,15±0,05	-	-	Não informado	Não informado	
	11	<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	<b>0,27</b>	<b>0,2</b>	-	-			
LINO (2018). Itaituba/ Burburé - PA.	<b>CARNÍVORO</b>								
	7	<i>Cichla monoculus</i> (Itaituba - Tucunaré)	-	0,61±0,13	-	-	Não informado	Não informado	
	5	<i>Cichla monoculus</i> (Burburé - Tucunaré)	-	0,74±0,14	-	-			
	12	<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	-	<b>0,405</b>	-	-			
VASCONCELOS et al., (2021) Itaituba - Trairão.	<b>CARNÍVORO</b>								
	6	<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Piranha Preta)	0,33–1,95	0,71 (±0,61)	-	-	Não informado	Não informado	
	6	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Surubim)	0,13–0,45	0,24 (±0,15)	-	-			
	8	<i>Pinirampus pirinampu</i> (Barbado)	0,31–0,75	0,49 (±0,14)	-	-			
	6	<i>Cichla ocellaris</i> (Tucunaré)	0,22–0,41	0,33 (±0,06)	-	-			
	2	<i>Rhaphiodon vulpinus</i> (Peixe Cachorro)	0,32–1,00	0,66 (±0,48)	-	-			
	1	<i>Ageneiosus inermis</i> (Mandubé)	-	0,6	-	-			
	1	<i>Pachyurus junki</i> (Corvina)	-	0,14	-	-			
		<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	<b>0,587</b>	<b>0,382</b>	-	-			
	<b>NÃO CARNÍVORO</b>								
	10	<i>Geophagus proximus</i> (Caratinga)	0,03–0,10	0,07 (±0,03)	-	-	Não informado	Não informado	
	7	<i>Pimelodus blochii</i> (Mandii)	0,13–0,28	0,20 (±0,05)	-	-			
	5	<i>Leporinus fasciatus</i> (Aracu Flamengo)	0,05–0,11	0,09 (±0,02)	-	-			
	6	<i>Caenotropus labyrinthicus</i> (João Duro)	0,17–0,39	0,28 (±0,07)	-	-			
	1	<i>Hemiodus unimaculatus</i> (Charuto)	-	0,02	-	-			
	4	<i>Schizodon vittatus</i> (Aracu)	0,02–0,04	0,03 (±0,01)	-	-			
	7	<i>Myloplus rubripinnis</i> (Pacu Branco)	0,01–0,07	0,02 (±0,03)	-	-			
6	<i>Semaprochilodus insignis</i> (Jaraqui Escama Grossa)	0,05–0,16	0,11 (±0,05)	-	-				
6	<i>Prochilodus nigricans</i> (Curimatá)	0,04–0,10	0,07 (±0,02)	-	-				

	6	<i>Curimata sp. (Branquinha)</i>	0,06–0,13	0,09 ( $\pm 0,03$ )	-	-		
	88	<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA</b>	<b>0,078</b>	<b>0,0655</b>	-	-		

MeHg = metilmercúrio.

Passos et al. (2008) nos traz resultados que mostram que o peixe é um alimento tradicionalmente muito consumido entre as comunidades ribeirinhas do Tapajós, se constituindo em base alimentar dessas populações, com cerca de 240 g semanais de peixe ingerido, em contrapartida a média mundial de 140 g.

No Oeste do Estado do Pará, a atividade mineradora, especialmente a artesanal, se faz presente há décadas e frequentemente situa-se próximas as áreas utilizadas por pescadores artesanais e pela atividade aquícola.

A espécie *Cichla sp.* (Tucunaré), a de maior prevalência entre os estudos consultados, apresentou média de concentração do contaminante acima do limite ( $0,5 \mu\text{g/g}^{-1}$ ) sugerido pela OMS, em boa parte das referências, com valores de como encontrados em Itaituba, HgTotal =  $0,68 \mu\text{g/g}$ ; MeHg =  $0,51 \mu\text{g/g}^{-1}$  (FAIAL et al., 2005); Itaituba - MeHg =  $0,89 \mu\text{g/g}^{-1}$  (KEHRIG et al., 2008); HgTotal =  $0,953 \mu\text{g/g}$  (OLIVEIRA et al., 2008) e MeHg =  $0,595 \mu\text{g/g}^{-1}$  (LINO et al., 2018)

Em contrapartida, Passos et al., (2008), observaram que o *Cichla sp.* apresentou as maiores concentrações de mercúrio total entre as espécies listadas nas referências avaliadas. Estudos de Lino et al. (2018) revelaram concentrações musculares de mercúrio em peixes de 23 espécies de diferentes preferências tróficas. Os peixes foram oriundos da região de Buburé e Itaituba (alto e médio Rio Tapajós). Os autores evidenciaram que as espécies carnívoras possuíam as maiores concentrações de mercúrio no tecido muscular ( $0,40$ - $1,51 \mu\text{g/g}$ ) quando comparado aos peixes não carnívoros ( $0,03$ - $0,30 \mu\text{g/g}^{-1}$ ). Já Vasconcelos et al. (2021), recentemente, avaliaram 17 espécies e quatro níveis tróficos, os resultados apontaram que três destas espécies apresentaram níveis médios de mercúrio acima de  $0,5 \mu\text{g/g}^{-1}$ , sendo todas estas piscívoras. Os níveis médios de mercúrio em amostras de peixes não piscívoros foi de  $0,10 \mu\text{g/g}^{-1}$  (DP =  $0,09$ ) e a média para os peixes piscívoros foi de  $0,44 \mu\text{g/g}$ .

O estudo revelou resultados esperados para as espécies topo de cadeia quanto os maiores gradientes de mercúrio total, entretanto chama a atenção as concentrações detectadas em *Hypophthalmus fimbriatus* serem compatíveis com as detectadas em espécies carnívoras.

Mais de 50% dos peixes onívoros com característica herbívora e mais de 90% dos peixes invertívoros, apresentaram valores de concentração de Hg total em músculo inferior a  $0,200 \text{ mg/kg}^{-1}$ . Adicionalmente, cerca de 50% dos peixes onívoros com características carnívoras e piscívoros, e mais de 70% dos peixes planctívoros apresentaram concentrações de Hg total em músculo superior a  $0,400 \text{ mg/kg}$ . Apesar de serem tido encontradas concentrações elevadas de Hg total em peixes carnívoros, piscívoros, planctívoros e onívoros, nenhum destes indivíduos apresentou concentrações médias em desconformidade com a ANVISA.

Estudos que reúnam trabalhos pretéritos para avaliações do cenário de contaminação mercurial são relevantes na direção de contribuir com o monitoramento da segurança alimentar regional, considerando a dieta proteica da população da Amazônia baseada no consumo de peixes maior que a taxa de consumo nacional e mundial, além de projeções de vigilância e garantia à saúde pública e ambiental junto a economia pesqueira do Estado do Pará.

## CONCLUSÃO

Podemos concluir que entre espécies comerciais de peixes consumidos no Estado do Pará a partir dos estudos consultados em um período de duas décadas, as concentrações detectadas, apenas as espécies carnívoras (0,52 µg/g) encontraram-se no limiar da zona de segurança alimentar preconizada pela Organização Mundial da Saúde, não obstante as concentrações naturais de metilmercúrio no solo e a intensa e contínua atividade mineradora, especialmente as de natureza artesanal. Espécies não carnívoras mantiveram um patamar seguro quanto ao consumo considerando os dados avaliados.

## REFERÊNCIAS

ARRIFANO, G. P. F.. **Metilmercúrio e mercúrio inorgânico em peixes comercializados no mercado municipal de Itaituba (Tapajós) e mercado do Ver-o-peso (Belém)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Belém, 2011.

BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F.. O comportamento do metilmercúrio (MetilHg) no ambiente. **Química Nova**, v.27, n.4, p.593-600, 2004.

BRABO, E. S.; SANTOS, E. O.; JESUS, I. M.; MASCARENHAS, A. F.; FAIAL, K. F.. Níveis de mercúrio em peixes consumidos pela comunidade indígena de Sai Cinza na Reserva Munduruku, Município de Jacareacanga, Estado do Pará, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.15, n.2, p.325-331, 2000.

BRIGHAM, M. E.; WENTZ, D. A.; AIKEN, G. R.; KRABBENHOFT, D. P.. Mercury cycling in stream ecosystems. 1. Water column chemistry and transport. **Environmental Science & Technology**, v.43, n.8, p.2720-2725, 2009.

CASTILHOS, Z. C.; RODRIGUES, A. P. C.. **Avaliação do potencial acumulação de mercúrio em peixes dos reservatórios (previstos) de Jirau e de Santo Antônio, Rio Madeira, RO**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008.

CRESPO, M. E.; AUGUSTO, M.; LOPES, A.; SANTOS, L.; YUKI TAKEDA, P.; MACCHI, B. de M.; DO NASCIMENTO, J. L. M.; MAIA, C. S. F.; LIMA, R. R.; ARRIFANO, G. P. Mercury: What can we learn from the Amazon?. **Environment International**, v.146, p.106223, 2021.

CRISTOL, D. A.; BRASSO, R. L.; CONDON, A. M.; FOVARGUE, R. E.; FRIEDMAN, S. L.; HALLINGER, K. K.; MONROE, A. P.; WHITE, A. E. The movement of aquatic mercury through terrestrial food webs. **Science**, v. 320, n. 5874, p. 335-335, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1126/science.1154082>

DIRINGER, S. E.; BERKY, A. J.; MARANI, M.; ORTIZ, E. J.; KARATUM, O.; PLATA, D. L.; PAN, W. K.; HSU, H.. Deforestation Due to Artisanal and Small-Scale Gold Mining Exacerbates Soil and Mercury Mobilization in Madre de Dios, Peru. **Environmental Science & Technology**, v.54, n.1, p.286-296, 2020.

DRISCOLL, C. T.; MASON, R. P.; CHAN, H. M.; JACOB, D. J.; PIRRONE, N.. Mercury as a global pollutant: Sources, pathways, and effects. **Environmental Science & Technology**, v.47, n.10, p.4967-4983, 2013.

DURAL, M.; GÖKSU, M. Z. L.; ÖZAK, A. A. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon. **Food Chemistry**, v.102, n.1, p.415-421, 2007.

EVANS, D. W.; DODOO, D. K.; HANSON, P. J.. Trace element concentrations in fish livers: Implications of variations with fish size in pollution monitoring. **Marine Pollution Bulletin**, v.26, n.6, p.329-334, 1993.

FADINI, P. S.; JARDIM, W. F.. Is the Negro River Basin (Amazon) impacted by naturally occurring mercury?. **Science of The Total Environment**, v.275, n.1-3, p.71-82, 2001.

FAIAL, K. R. F.; SANTOS, E. C. O.; BRABO, E. S.; SÁ, G. C.; JESUS, I. M.; LIMA, M. O.; MENDES, R. A.; MASCARENHAS, A. F. S.. Mercury levels in fish of Trombetas river in low Amazon area: an area out of the influence of gold mining. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v.13, n.1, p.237-248, 2005.

FRANCO, E. C.; SANTO, C. E.; ARAKAWA, A. M.; XAVIER, A.; FRANÇA, M. L.; OLIVEIRA, A. N.; MACHADO, M. A. M. P.; BASTOS, R. S.; BASTOS, J. R. M.; CALDANA, M. L.. Promoção da saúde da população ribeirinha da região amazônica: relato de experiência. **Revista CEFAC**, v.17, n. 5, p.1521-1530, 2015.

ISAAC, V. J.; ALMEIDA, M. C.. **El consumo de pescado en la Amazonía Brasileña**. 13 ed. Roma: COPESCAL, 2011  
KEHRIG, H. do A.; HOWARD, B. M.; MALM, O.. Methylmercury in a predatory fish (*Cichla* spp.) inhabiting the Brazilian Amazon. **Environmental Pollution**, v.154, n.1, p.68-76, 2008.

LIMA, D. P.; SANTOS, C.; SILVA, R. S.; YOSHIOKA, E. T. O.; BEZERRA, R. M.. Heavy metal contamination in fish and water from Cassiporé River basin, State of Amapá, Brazil. **Acta Amazônica**, v.45, n.4, p.405-414, 2015.

LINO, A. S.; KASPER, D.; GUIDA, Y.; THOMAZ, J. R.; MALM, O.. Mercury and selenium in fishes from the Tapajós River in the Brazilian Amazon: An evaluation of human exposure. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v.48, p.196-201, 2018.

MACIEL, E. S.; GALVÃO, J. A.; OETTERER, M.. A complexa avaliação do consumo de pescado. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, p.2, 2012.

MENESES, H. N. M.; OLIVEIRA, M.; BASTA, P. C.; MORAIS, C. G.; PEREIRA, R. J. B.; SOUZA, S. M. S.; HACON, S. S.. Mercury Contamination: A Growing Threat to Riverine and Urban Communities in the Brazilian Amazon. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.19, n.5, p.2816, 2022.

OLIVEIRA, H. do S. P.; FRANÇA, S. C. A.; ROCHA, E. J. P. da. Atividades de mineração e avaliação de metais em água superficial, sedimento de fundo e peixes no rio Tapajós. In: OLIVEIRA, H. S. P.; FRANÇA, S. C. A.; ROCHA, E. J. P.. **Amazônia em tempo: estudos climáticos e socioambientais**. Belém, PA: UFPA, 2008. p.195-221.

OLIVEIRA, D. M.; FRÉDOU, T.. A pesca no estuário amazônico: uma análise uni e multivariada. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v.2, n.2, p.11-21, 2007.

PASSOS, C. J. S.; SILVA, D. S.; LEMIRE, M.; FILLION, M.; GUIMARÃES, J. R. D.; LUCOTTE, M.; MERGLER, D.. Daily mercury intake in fish-eating populations in the Brazilian Amazon. **Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology**, v.18, n.1, p.76-87, 2008.

PLETZ, J.; SÁNCHEZ, F.; TENNEKES, H. A.. Dose-response analysis indicating time-dependent neurotoxicity caused by organic and inorganic mercury: implications for toxic effects in the developing brain. **Toxicology**, v.347-349, p.1-5, 2016.

RICE, K. M.; WALKER, E. M.; WU, M.; GILLETTE, C.; BLOUGH, E. R.. Environmental mercury and its toxic effects. **Journal of Preventive Medicine & Public Health**, v.47, n.2, p.74-83, 2014.

ROULET, M.; LUCOTTE, M.. Geochemistry of mercury in pristine and flooded ferralitic soils of a tropical rain forest in French Guiana, South America. **Water, Air, & Soil Pollution**, v.80, n.1-4, p.1079-1088, 1995.

ROULET, M.; LUCOTTE, M.; FARELLA, N.; SERIQUE, G.; COELHO, H.; PASSOS, C. J. S.; SILVA, E. J. S.; ANDRADE, P. S. de; MERGLER, D.; GUIMARÃES, J. R. D.; AMORIM, M.. Effects of Recent Human Colonization on the Presence of Mercury in Amazonian Ecosystems. **Water, Air, & Soil Pollution**, v.112, p.297-313, 1999.

ROULET, M.; LUCOTTE, M.; GUIMARÃES, J. R. D.; RHÉAULT, I.. Methylmercury in water, seston, and epiphyton of an Amazonian river and its floodplain, Tapajós River, Brazil. **The Science of The Total Environment**, v.261, n.1-3, p.43-59,

2000.

RUFFINO, M. L.. **Gestão do uso dos recursos pesqueiros na Amazônia Manaus**. Manaus, AM: ProVárzea, 2005. 2005.

SANTOS, G. M. dos. **Peixes comerciais de Manaus**. 2 ed. Manaus: INPA, 2009.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D.. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.19, n.2, p.83-93, 2012.

SILVA, S. F.; OLIVEIRA, D. C.; PEREIRA, J. P. G.; CASTRO, S. P.; COSTA, B. N. S.; LIMA, M. O.. Seasonal variation of mercury in commercial fishes of the Amazon Triple Frontier, Western Amazon Basin. **Ecological Indicators**, v.106, p.105549, 2019.

SOARES, J. L. F.; GOCH, Y. G. F.; PELEJA, J. R. P.; FORSBURG, B. R.; LEMOS, E. J. S.; SOUSA, O. P.. Bioacumulação de Mercúrio Total (HgT) e Hábitos Alimentares de Peixes da Bacia do Rio Negro, Amazônia, Brasil. **Biota Amazônia**, v.6, n.1, p.102-106, 2016.

SUZUKI, T.; IMURA, N.; CLARKSON, T. W.. **Advances in Mercury Toxicology**. Boston: Springer, 1991.

SWEET, L. I.; ZELIKOF, J. T.. Toxicology and immunotoxicology of mercury: a comparative review in fish and humans. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B**, v.4, n.2, p.161-205, 2001.

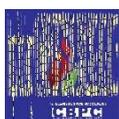
TEODORO, D. M. D.. **Avaliação dos teores de mercúrio e selênio em pescados da Região Amazônica**. 2006. 59 f. - Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

VASCONCELLOS, A. C. S.; HALLWASS, G.; BEZERRA, J. G.; ACIOLE, A. N. S.; MENESES, H. N. M.; LIMA, M. O.; JESUS, I. M.; HACON, S. S.; BASTA, P. C.. Health Risk Assessment of Mercury Exposure from Fish Consumption in Mundurucu Indigenous Communities in the Brazilian Amazon. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.18, n.15, p.7940, 2021.

WASSERMAN, J. C.; HACON, S. S.; WASSERMAN, M. A.. O Ciclo do Mercúrio no Ambiente Amazônico. **Mundo e vida**, v.2, n.1, p.46-53, 2001.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea ([https://opensea.io/HUB\\_CBPC](https://opensea.io/HUB_CBPC)), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

*The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).*



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561158071584638894081/>