

EXPOSIÇÃO AO MERCÚRIO PELO CONSUMO DE PEIXES: O potencial impacto à saúde das populações locais e economia pesqueira do Amapá.

Marcelo Oliveira da Costa^a, Cecile de Souza Gama^b, Sandra de Souza Hacon^c, Paulo Cesar Basta^c, Renata Ferreira^d e Decio Yokota^d

- WWF-Brasil
- Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá
- Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz
- Iepé - Instituto de Pesquisa e Formação Indígena

Resumo

- A mineração artesanal de ouro em pequena escala (garimpo) é a principal fonte de emissões e contaminação provocadas por seres humanos pelo mercúrio na América Latina, com impactos sociais, ambientais e econômicos na Amazônia;
- A principal rota de contaminação humana pelo mercúrio (Hg) é através do consumo de peixes contaminados, que põe em risco a segurança alimentar e os meios de subsistência das comunidades amazônicas e a economia pesqueira;
- Os níveis de mercúrio nos peixes variaram de acordo com os rios coletados, seguindo essa ordem iniciando do mais contaminado: Amapari, Araguari, Oiapoque, Cassiporé e Amapá Grande;
- A contaminação por mercúrio excedeu o limite de segurança para consumo humano adotado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em quase 1/3 de todas as amostras de peixes;
- As quatro espécies de peixes com níveis mais elevados de contaminação por mercúrio foram: Pirapucu, Tucunaré, Trairão e Mandubé.

Introdução

A mineração artesanal de ouro em pequena escala (garimpo) expandiu-se significativamente na Amazônia nas últimas duas décadas, sendo uma causa importante de desmatamento e degradação [1, 2, 3]. A atividade ilegal tem grande impacto no norte da Amazônia, na região conhecida como Escudo das Guianas, que abrange 250 milhões de hectares de florestas tropicais [4], desempenhando papel crítico na mitigação das mudanças climáticas globais e preservação da biodiversidade e dos ecossistemas de água doce.

O estado do Amapá faz fronteira com a Guiana Francesa e o Suriname e quase 72% de seu território é formalmente protegido por meio de unidades de conservação e terras indígenas, que perfazem um total de 115.656 km². Essas áreas são cruciais para a subsistência humana, principalmente para as comunidades que dependem diretamente dos recursos naturais. No entanto, a proteção desses espaços tem sido dificultada pela fragilização dos órgãos de fiscalização e controle, baixos investimentos para o gerenciamento de proteção e várias pressões humanas, dentre elas o amplo uso de mercúrio nos garimpos ilegais de ouro.

Os garimpos são a fonte dominante de emissões, contaminação e consumo de mercúrio na América Latina e no Caribe [5]. Em geral, essa atividade é coordenada por redes ilegais [6] e afeta adversamente a saúde das comunidades ribeirinhas - particularmente indígenas [7,8] - que dependem dos peixes como sua principal fonte de proteínas [9, 10]. A pesca na Amazônia é fator de segurança alimentar e assegura a nutrição básica de crianças e adolescentes, pois os peixes são a fonte alimentar dominante de aminoácidos essenciais, lipídios com ácidos graxos, minerais e vitaminas [11, 12]. Além disso, a atividade de pesca é extremamente importante para a economia da região amazônica.

Nas regiões dominadas pelo garimpo, a principal via de exposição de humanos ao mercúrio é através da acumulação e ampliação do mercúrio a partir do consumo de peixes. Essa realidade é agravada pela vulnerabilidade social das comunidades expostas a essa contaminação, incluindo acesso reduzido a cuidados de saúde, educação formal, renda regular, saneamento básico e água potável. Além disso, essas populações sofrem com altas taxas de desnutrição, principalmente em crianças menores de cinco anos. Também são vulneráveis a diversas doenças infecciosas e parasitárias (como malária, doenças respiratórias, síndrome pulmonar do hantavírus, leishmaniose, febre amarela, covid-19 etc.) que são exacerbadas pelas mudanças no uso da terra e no clima [13].

A contaminação por mercúrio na Amazônia é, portanto, uma preocupação nacional e internacional. Embora alguns estudos tenham mostrado contaminação por mercúrio em peixes na região [4], esta nota técnica avalia os potenciais riscos toxicológicos à saúde a partir da exposição ao mercúrio através do consumo de peixes em cinco regiões do Estado do Amapá.

Método

a) Área de estudo

Avaliamos cinco regiões no estado do Amapá, incluindo algumas das bacias hidrográficas mais biodiversas e economicamente significativas da região (Figura 1). Essas bacias desempenham importantes papéis sociais, culturais e econômicos, com seus recursos pesqueiros fortemente influenciados pelo rio Amazonas e pelo oceano Atlântico. Os locais de amostragem foram definidos com base em mapas de desmatamento de mineração de ouro [3], revisões de literatura [4, 14], presença de comunidades locais, influência das marés costeiras ou águas interiores, logística de acesso, e proximidade de áreas protegidas. As bacias dos rios Cassiporé, Amapá Grande e Oiapoque, diretamente influenciadas pelas marés costeiras, foram consideradas zonas costeiras, enquanto as bacias dos rios Araguari e Amapari, localizadas em águas interiores foram denominadas zonas interiores.

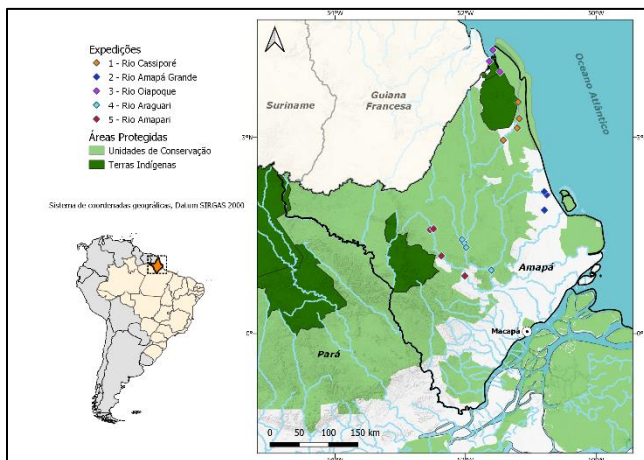


Figura 1. Descrição da área de estudo indicando os pontos de coleta

b) Amostragem e preparação dos peixes

Entre agosto de 2017 e maio de 2018, amostras de tecido de 428 peixes de 45 espécies diferentes foram coletadas em 18 locais diferentes, divididos em cinco regiões (Tabela 1). Os peixes foram capturados com apoio de pescadores locais. Cada peixe capturado foi identificado no nível da espécie e um mínimo de 70g de tecido muscular foi extraído da região dorsal, utilizando material de dissecação esterilizado. As amostras foram armazenadas em caixas térmicas e congeladas para transporte ao laboratório de Química Analítica da PUC-RJ, onde foram analisadas utilizando espectrometria de fluorescência atômica a vapor frio [15].

Tabela 1. Descrição das áreas de coleta

Bacias	Locais de coleta
1- Rio Cassiporé	Igarapé Maruani; Vila Velha; Ponte Cassiporé,
2- Rio Amapá Grande	Confluência; Rio Flechal
3- Rio Oiapoque	Rio Uaçá; Baía do Oiapoque
4- Rio Araguari	Rio Tajauí; Rio Falsino; Rio Mureré; Rio Mutum
5- Rio Amapari	Rio Anacuí; Rio Jupará; Porto Terezinha

c. Avaliação de risco e exposição humana ao mercúrio

A abordagem de avaliação de risco foi baseada no método desenvolvido pelo Governo dos EUA para Registro de Doenças e Substâncias Tóxicas [16], usando quatro etapas: i) identificação de riscos; ii) avaliação dose-resposta; iii) avaliação da exposição; e iv) caracterização do risco. Utilizaram-se informações das espécies de peixes mais consumidas na região, de acordo com literatura [4], além de entrevistas informais com pescadores, indígenas e ribeirinhos que vivem na região.

d. Consumo diário estimado

Para a avaliação de risco à saúde devido à exposição total ao mercúrio, foram desenvolvidos dois cenários de risco toxicológico (Tabela 2). O **cenário crítico** considera que parte da população local, incluindo as comunidades indígenas, consome uma quantidade maior de peixe. Enquanto o **cenário normal** representa os hábitos alimentares da maioria das comunidades da área de estudo. A dose de exposição foi estimada para consumidores de peixes de ambas as zonas (costeira e interior) divididos em três grupos principais: adultos de ambos os sexos (idade: 17 a 75), mulheres em idade fértil (idade: 17 a 49) e crianças/jovens (idade: cinco a 16 anos). Estimou-se a ingestão diária (EDI) para identificar a quantidade potencial de mercúrio consumida diariamente por esses grupos [17].

Tabela 2. Parâmetros de exposição usados para a avaliação de risco à saúde dos residentes em áreas influenciadas pelas marés costeiras (locais 1, 2 e 3) e zonas interiores (locais 4 e 5)

Parâmetros de exposição	Crianças e jovens (5–16)		Adultos (17–75)		Mulheres em idade reprodutiva (16–49)	
	costeiro	interior	costeiro	interior	costeiro	interior
Normal						
[Hg] - onívoros e carnívoros – média. (sd) µg/g	0.50 (0.37)	0.66 (0.61)	0.50 (0.37)	0.66 (0.61)	0.50 (0.37)	0.66 (0.61)
[Hg] - detritívoros e herbívoros – média. (sd) µg/g	0.17 (0.18)	0.17 (0.22)	0.17 (0.18)	0.17 (0.22)	0.17 (0.18)	0.17 (0.22)
Media consumo peixe (kg/d) ajustado por nível trófico	0.160 (0.49)	0.160 (0.49)	0.300 (0.154)	0.300 (0.154)	0.255 (0.135)	0.255 (0.135)
Crítico						
[Hg] (onívoros & carnívoros) 95% µg/g	1.2 (0.37)	1.48 (0.64)	1.2 (0.37)	1.48 (0.64)	1.2 (0.37)	1.48 (0.64)
Media consumo peixe (kg/d) 95% carnívoros	0.192	0.192	0.430	0.430	0.300	0.300
Peso médio corporal kg (sd)	25 (12.0)	25 (12.0)	65 (6.3)	65 (6.3)	58 (4.7)	58 (4.7)

e. Variáveis de entrada do modelo

Assumiu-se que os grupos têm um consumo de 50% de espécies de peixes dos grupos com maior concentração média de mercúrio (carnívoros e onívoros) e 50% de consumo de espécies do grupo com menor concentração do metal (herbívoros e detritívoros). A revisão da literatura mostrou grande variabilidade de frequência e quantidade para as refeições, com um mínimo de uma e um máximo de 20 refeições por semana [18, 19]. Os valores da ingestão diária de peixes foram estabelecidos com base em uma revisão de 16 estudos publicados. Assim, para estimar o consumo de peixes no Amapá, foi estabelecida uma média de dez refeições por semana, com consumo variando de 160 a 430 gramas de peixe/dia, de acordo com as características de cada grupo em estudo (adultos, mulheres em idade fértil e crianças/jovens). O peso corporal médio para os moradores das comunidades foi obtido a partir da pesquisa de orçamentos familiares que apresenta dados de antropometria e do estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no estado do Amapá [20].

Ademais, assumiu-se o princípio da precaução, quantificando o cenário crítico para parte das comunidades que consomem grandes quantidades de peixe, devido à falta de outras fontes de proteína. O peso corporal foi o mesmo para os dois cenários, e o fator absorção de mercúrio total como metilmercúrio pelos residentes expostos foi assumido em 100% para ambos os cenários.

Resultados

Todos os 428 peixes amostrados tinham níveis detectáveis de mercúrio e 28,7% excederam o limite de mercúrio estabelecido pela Organização Mundial da Saúde para consumo humano, que é de 0,5 µg/g. A concentração de mercúrio excedeu o limite de segurança em 77,6% dos peixes carnívoros, 20% dos onívoros e 2,4% dos herbívoros. Peixes carnívoros representaram 76% (n= 325) do total de amostras, com uma faixa de concentração que variou de 0,008 a 2,1 µg/g. A concentração de Hg em peixes onívoros atingiu um máximo de 1,8 µg/g. Foram observadas diferenças significativas nas concentrações médias de Hg entre os níveis tróficos (p < 0,001).

O nível mais alto (2,1 µg/g) foi detectado no pirapucu, seguido pelo tucunaré e traíão, todas espécies carnívoras. Os níveis de mercúrio variaram de acordo com a espécie e foram categorizados de acordo com potencial risco toxicológico de contaminação (Tabela 3).

Tabela 3. Descrição do grau de risco toxicológico potencial de acordo com níveis de mercúrio registrados em cada espécie amostradas nos ambientes (i) interior, (c) costeiro.

Risco Toxicológico Potencial			
Muito Alto	Alto	Médio	Baixo
Pirapucu (i)	Mandi casaca (i;c)	Pacu (i)	Pacu (i)
Tucunaré (i;c)	Poraquê (i;c)	Cangatá amarelo (c)	Aracu flamengo (i)
Traíão (i;c)	Pirapucu (i;c)	Camorim (c)	Aracu vermelho (i)
Mandubé (i;c)	Piranha preta (i;c)	Piranha vermelha (i;c)	Pacu (i)
	Pescada preta (i;c)	Cachorro de padre (i;c)	Aracu (i)
	Bagre (c)	Ituí (i;c)	Sardinha (i;c)
	Cangatá (c)	Uéua (i;c)	Mero (c)
	Traira (i;c)	Piramutaba (c)	Arraia (c)
	Bandeirado (c)	Robalo (c)	Arraia bicuda (c)
	Piranha branca (i)	Aruaná (i;c)	Tralhoto (c)
		Pescada branca (i;c)	Baiacu (c)
			Sarda (i;c)
			Acari (i;c)
			Mandi (i;c)
			Flaviano (i)
			Branquinha (i;c)
			Pacu (i)
			Tainha (c)
			Mafurá (i)

A dinâmica do mercúrio nos ecossistemas aquáticos é complexa e influenciada por muitos fatores, incluindo tipo de solo, vazão do rio, idade dos peixes, estação do ano, pH, produtividade dos ecossistemas aquáticos, características locais de metilação, entre outros [19]. Como a maioria das amostras de peixes (81%) foi capturada durante a estação seca (com apenas uma ida a campo realizada durante a estação chuvosa), o estudo pode ser limitado pela falta de dados sazonais;

no entanto, não se observou diferença significativa nas características meteorológicas entre as duas estações ($p \geq 0,05$). Outra limitação do estudo é a falta de dados primários detalhados sobre os hábitos alimentares locais, incluindo padrões alimentares e composição das refeições, particularmente em relação à dose de ingestão de peixes. Para minimizar esse potencial viés, foi incorporada uma abordagem conservadora, assumindo uma baixa ingestão diária de peixes em relação ao cenário normal de exposição e em resposta à alta frequência e quantidade de refeições semanais [21]; isso se deve à alta heterogeneidade regional na região amazônica, na qual o consumo de peixes é maior em algumas comunidades.

Foi observada uma diferença significativa nas doses potenciais em crianças na zona interior ($p \leq 0,005$). Nessas áreas, as crianças correm um risco significativamente maior de exposição, uma vez que estão sujeitas ao consumo de peixes altas doses de mercúrio e têm os pesos corporais mais baixos (aproximadamente a metade dos adultos). A dose potencial de exposição para os outros dois grupos (adultos e mulheres grávidas) em ambas as zonas foi o dobro do limite diário aceito pela OMS ($0,5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$). A dose potencial para mulheres em idade reprodutiva na zona costeira estava dentro do limite seguro de $0,08 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$. No entanto, no cenário crítico da zona costeira, os riscos toxicológicos para adultos (homens e mulheres) foram 26 e 20 vezes superiores à dose diária de referência para adultos e mulheres em idade reprodutiva, respectivamente. Os resultados sugerem que ambos os grupos na zona costeira que consomem peixe carnívoro, em média, cinco vezes por semana, apresentam riscos à saúde significativamente maiores devido à contaminação por mercúrio total, mesmo em áreas onde foram observados níveis mais baixos do metal em peixes.

Ambos os cenários mostraram altos riscos de contaminação na zona interior. Altos riscos foram observados para crianças e, portanto, o consumo de peixe com altos níveis de mercúrio apresenta riscos significativos à saúde deste grupo. Os adultos nos cenários normal e crítico, em ambas as zonas, tiveram uma dose potencial de $1,9 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$ e $9,9 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$, respectivamente, inferindo um baixo risco para o cenário normal e um risco muito alto para o cenário

crítico. Para as gestantes, a dose potencial foi de $1,8 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{dia}$ no cenário normal e a dose no cenário crítico foi 4,3 vezes maior que a do cenário normal.

O consumo das espécies de peixes carnívoros com risco toxicológico muito alto (Pirapucu, Tucunaré, Trairão e Mandubé) deveria ser limitada, portanto, a uma vez por mês. Para as espécies com alto risco, o consumo recomendado é de até 200 gramas por semana. Isso é equivalente a uma dose de $1,4 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{semana}$ para um adulto de 70 kg. Por outro lado, não foram identificados riscos à saúde em relação ao consumo das espécies de médio e baixo riscos toxicológicos, devendo estas ser priorizadas para o consumo diário (Tabela 3).

Compostos de mercúrio são tóxicos aos sistemas nervoso, digestivo e imune; pulmões e rins, podendo ser fatal em alguns casos. Os sintomas neurológicos incluem retardo mental, convulsões, perda de visão e audição, atraso no desenvolvimento, distúrbios de linguagem e perda de memória. Os grupos de risco mais importantes são crianças e mulheres em idade reprodutiva, aos quais especial atenção deve ser dada a partir dos resultados desse levantamento realizado no Amapá.

Recomendações

Nesta nota técnica, pretendemos contribuir para uma melhor compreensão acerca dos riscos associados ao consumo de peixes contaminados por mercúrio em algumas regiões do Amapá. Espera-se com isso, apoiar processos de construção participativos, com envolvimento das comunidades e grupos afetados, para buscar soluções para o crescente problema da mineração ilegal de ouro e seus impactos sociais, ambientais e econômicos na Amazônia.

Altos níveis de mercúrio foram detectados em diferentes espécies de peixes no Amapá, sugerindo um alto risco de contaminação por esse perigoso metal aos consumidores locais de peixes. Os maiores riscos de contaminação foram observados em crianças na zona interior.

Para **minimizar os riscos à saúde**, sugerimos que o consumo das espécies de peixes classificadas como de risco muito alto seja realizado somente uma vez ao mês. A ingestão das espécies de alto risco não deve ser maior que 200 gramas por semana. Peixes dos grupos

médio e baixo não apresentam restrições de consumo, devendo ser priorizados pelas mulheres grávidas.

É importante que sejam propostos estudos de **monitoramento** dos níveis de mercúrio em peixes consumidos também **em áreas urbanas** do Estado. **Mecanismos de testagem** dos níveis de mercúrio em pessoas das zonas de risco devem ser implementados para definição de estratégias de mitigação dos potenciais impactos da contaminação. **Protocolos de atendimento básico** aos contaminados devem ser incorporados à rotina do **sistema público de saúde** no Amapá, mas também em outros pontos da Amazônia impactados pelo garimpo de ouro.

Os esforços para reduzir a exposição ao mercúrio, particularmente em populações que vivem a jusante de pontos de garimpo devem **abordar a erosão do solo**, com foco particular em rios e córregos vulneráveis nas florestas ripárias (ciliares). Além disso, **mudanças na cobertura e no uso da terra**, que frequentemente promovem incêndios florestais e que mobilizam grandes quantidades de mercúrio natural para atmosfera e sistemas aquáticos devem ser mais, sempre que possível, evitados e, se necessários, precisam ser bem planejados e fiscalizados.

Os sistemas oficiais do Ministério da Saúde de **notificação compulsória** de casos de contaminação por mercúrio **devem ser aprimorados**. O Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), e o Sistema de Informação de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a solo contaminado (SISOLO) mostram-se ineficazes até o momento para a notificação de intoxicação exógena por mercúrio nos estados que compõem a Amazônia legal, incluindo Amazonas, Pará, Roraima, Amapá, Maranhão e Rondônia.

Programas e mecanismos de **proteção do setor pesqueiro** Amazônico devem ser priorizados, a fim de evitar que pescadores sejam impactados pela redução das espécies de peixes contaminadas. As federações, associações, colônias e outras organizações pesqueiras de áreas impactadas devem ser efetivamente engajadas em ações informativas e na tomada de decisão. É preciso fazer com que o ônus da

contaminação provocada pelo mercúrio seja corretamente absorvido pelas organizações criminosas beneficiadas pela atividade ilegal.

Também é fundamental garantir a implementação das ações previstas na **Convenção de Minamata**, da qual o Brasil é signatário, também no nível subnacional.

Fortalecer e apoiar ações de diferentes autoridades nacionais, como Ministério Público e Polícia Federal, no **combate à ilegalidade** envolvida na produção ilegal de ouro e contrabando de mercúrio é outro ponto fundamental.

Referências bibliográficas

1. Alvarez-Berrios, N.L. and T.M. Aide. Global demand for gold is another threat for tropical forests. *Environ. Res. Letter.* **2015**, 10: 014006-014006. DOI: 10.1088/1748-9326/10/1/014006
2. Legg, E.D.; Ouboter, P.E.; Wright, M.A.P. *Small-Scale gold mining related to mercury contamination in the Guianas: A review.* WWF Guianas. **2015.** doi: 10.13140/RG.2.1.1399.9204
3. Rahm, M.; Jullian, B.; Lauger, A.; de Carvalho, R.; Vale L.; Totaram, J.; Cort, K.A.; Djojodikromo, M.; Hardjoprajitno, M.; Neri, S.; Vieira, R.; Watanabe, E.; do Carmo Brito, M.; Miranda, P.; Paloeng, C.; Moe Soe Let, V.; Crabbe, S.; Calmel, M. *Monitoring the Impact of Gold Mining on the Forest Cover and Freshwater in the Guiana Shield. Reference year 2014.* REDD+ for the Guiana Shield Project and WWF Guianas. 60p. **2015.**
4. Venturieri, R.; Oliveira-da-Costa M.; Gama C.; Jaster C.B. Mercury Contamination within Protected Areas in the Brazilian Northern Amazon-Amapá State. *American Journal of Environmental Sciences.* 2017, 13 (1): 11–21; <https://doi.org/10.3844/ajessp.2017.11.21>
5. UNEP. The Minamata Convention on Mercury and its implementation in the Latin America and Caribbean region. Report. 2014.
6. Doria, C.R.C.; Machado, L.F.; Brasil de Souza, S.T.; Lima, M.A.L. A pesca em comunidades ribeirinhas na região do médio rio Madeira, Rondônia. *Novos Cadernos NAEA* 2016, 19, 163–188, <https://doi.org/10.5801/ncn.v19i3.2499>.
7. Barbosa, A.C.; Silva, S.R.L.; Dórea, J.G. Concentration of mercury in hair of indigenous mothers and infants from the Amazon basin. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 1998, 34 (1), 100-105, doi: 10.1007/s002449900291.
8. Vega, C.M.; Orellana, J.D.; Oliveira, M.W.; Hacon, S.S.; Basta, P.C. Human mercury exposure in Yanomami indigenous

villages from the Brazilian Amazon. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2018, 15 (6), 1051: 1-1051: 13.

9. Martín-Doimeadios, R.R.; Nevado, J.B.; Bernardo, F.G.; Moreno, M.J.; Arrifano, G.P.F.; Herculano, A.M.; Nascimento, J.L.M.; Crespo-López, M.E. Comparative study of mercury speciation in commercial fishes of the Brazilian Amazon. *Environ. Sci. Poll. Res.* 2014, 21 (12), 7466-7479, doi: 10.1007/s11356-014-2680-7.

10. Santos, E.C.O.; Jesus, I.M.; Brabo, E.S.; Loureiro, E.C.B.; Mascarenhas, A.F.S.; Weirich, J., Câmara, V.M.; Cleary, D. Mercury exposures in riverside Amazon communities in Para, Brazil. *Environ. Res.* 2000, 84 (2), 100-107, <https://doi.org/10.1006/enrs.2000.4088>

11. Licona, S.P.V.; Negrete, J.L.M. Mercurio, metilmercurio y otros metales pesados en peces de Colombia: riesgo por ingesta. *Acta biol. Colomb.* 2019, 24 (2), 232-242, <https://doi.org/10.15446/abc.v24n2.74128>

12. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). O estado da segurança alimentar e nutricional no Brasil.: FAO – Brasil, Brasília. 2015.

13. Ellwanger, J.H.; Kulmann-Leal, B.; Kaminski, V. L.; VALVERDE-VILLEGAS, J.; VEIGA, A. B. G.; Spilki, F. R.; Fearnside, P.; Caesar, L.; Giatti, L.L.; Wallau, G.L.; Almeida, S.E.M.; Borba, M.; Hora, V.P.; Chies, J.A.B. Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. *An Acad Bras Cienc.* 2020, 92 (1), e20191375: 1- e20191375: 33, doi: 10.1590/0001-3765202020191375

14. Tritsch, I., C. Marmoex, D. Davy, B. Thibaut and V. Gond. Towards a revival of indigenous mobility in French Guiana? Contemporary transformations of the Wayãpi and Teko territories. *Bull. Latin Am. Res.* 2015, 34: 19-34. DOI: 10.1111/blar.12204

15. EPA-method 1631, revision e-mercury in water by oxidation, purge and trap and cold vapor atomic fluorescence spectrometry. 2002.

16. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Mercury. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. 1999, 617 p.

17. FAO/WHO. Expert Committee on Food Additives. Sixty-first meeting. Summary and conclusions. 2008. Geneva: World Health Organization.

18. Mertens, F.; Fillion, M.; Saint-Charles, J.; Mongeau, P.; Távora, R., Passos, C.J.S.; Mergler, D. The role of strong-tie social networks in mediating food security of fish resources by a traditional riverine community in the Brazilian Amazon. *Ecol Soc.* 2015, 20 (3), 18:1-18:13, doi: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07483-200318>

19. Wasserman, J.C.; Hacon, S.; Wasserman, M.A. Biogeochemistry of mercury in the Amazonian environment.

Ambio. 2003, 32 (5), 336–342 doi: 10.1579/0044-7447-32.5.336.

20. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil, IBGE, Rio de Janeiro. 2010; 130 p., ISBN 978-85-240-4131-0.

21. Cerdeira, R.G.P.; Ruffino, M.L.; Isaac, V.J. Consumo de pescado e outros alimentos pela população ribeirinha do lago grande de Monte Alegre, PA. *Brasil. Acta Amaz.* 1997, 27 (3), 213-228.