

ANÁLISE REGIONAL DOS NÍVEIS DE MERCÚRIO EM PEIXES CONSUMIDOS PELA POPULAÇÃO DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Um alerta em saúde pública e uma ameaça à segurança alimentar



© Andre Dib / WWF-Brasil

INTRODUÇÃO

A ciência tem mostrado nas últimas décadas que a contaminação por mercúrio (Hg) é um problema ambiental e de saúde pública. Uma importante fonte poluidora é o garimpo ilegal de ouro, que vem crescendo vertiginosamente, deixando um rastro de destruição. Outras atividades realizadas por seres humanos, incluindo o desmatamento, a queimada de florestas e a construção de hidrelétricas, aumentam os níveis de contaminação por mercúrio em corpos d'água e no ambiente. Por isso, a via mais crítica de exposição ao mercúrio para as populações amazônicas é o consumo de peixes contaminados.

Os garimpos utilizam amplamente o mercúrio metálico (Hg⁰) no processo de separação do ouro. Porém, este mercúrio é despejado no ambiente sem qualquer cuidado e se acumula no sedimento dos rios. Ali, converte-se em metilmercúrio (a forma química mais perigosa), onde é incorporado aos organismos aquáticos [1,2]. Grande parte do perigo atribuído ao metilmercúrio deve-se ao seu alto potencial neurotóxico (afeta o sistema nervoso), e à sua capacidade de bioacumulação (são retidos pelos organismos) e biomagnificação (a concentração aumenta em cada nível da cadeia alimentar), sendo os peixes diretamente afetados.

Como a extensão e a gravidade da contaminação provocada pelo garimpo depende de inúmeros fatores ambientais (condições climáticas, características físico-químicas da água, migração da fauna etc.) áreas relativamente dis-

tantes da fonte de origem do uso do mercúrio podem ser fortemente afetadas e, em alguns casos, apresentar níveis mais altos de contaminação do que áreas mais próximas. O resultado deste processo provoca danos à saúde humana e ao ecossistema local, colocando em risco uma imensa diversidade de espécies animais, muitas delas ameaçadas.

Embora diversos estudos tenham analisado os níveis de contaminação por mercúrio em diferentes áreas da Amazônia brasileira, em distintos momentos, este é o primeiro estudo abrangente, realizado em seis Unidades Federativas e suas capitais, e mais 11 centros urbanos amazônicos, totalizando 17 localidades investigadas.

Diante da explosão da atividade garimpeira na Amazônia e da gravidade dos danos à saúde que o mercúrio pode causar, este estudo foi desenvolvido com o objetivo principal de avaliar o risco à saúde de populações urbanas amazônicas em decorrência do consumo de pescados contaminados por mercúrio, lançado no ambiente principalmente pelos garimpos de ouro.

Pretende-se, portanto, esclarecer à sociedade que a contaminação por mercúrio pode afetar milhões de pessoas que consomem pescados provenientes dos rios que compõem a bacia Amazônica, mesmo que tais consumidores estejam a centenas de quilômetros de distância de áreas impactadas diretamente pelos garimpos.

METODOLOGIA

As coletas de amostras de peixes foram realizadas em 17 municípios amazônicos, totalizando seis estados amostrados (Figura 1). Os peixes foram adquiridos em mercados públicos, feiras-livres ou com pescadores nos pontos de desembarque pesqueiro, no período de março de 2021 a setembro de 2022. Sempre que possível foram amostradas ao menos três diferentes espécies em cada guilda trófica (carnívoro, onívoro, detritívoro e herbívoro) e no mínimo três indivíduos de cada espécie, com diferentes tamanhos. Os peixes foram acondicionados em caixas térmicas e encaminhados para descrição por especialistas, no nível taxonômico mais detalhado possível. Foram extraídos 20 gramas de tecido muscular para determinação dos níveis de mercúrio. A detecção dos níveis de Hg foi realizada no Laboratório de Especificação de Mercúrio Ambiental, do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), e no Laboratório de Mercúrio da Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas (SEAMB-IEC).

O estudo de avaliação do risco à saúde atribuído ao consumo de pescado contaminado seguiu a metodologia proposta pela Organização Mundial da Saúde (OMS) [3]. Para isso, foram considerados quatro estratos populacionais: mulheres em idade fértil (10 a 49 anos); homens adultos (≥ 18 anos); crianças de 5 a 12 anos; e crianças de 2 a 4 anos. Os dados de peso corporal para cada estrato populacional foram obtidos em consulta à Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF, 2008), organizados pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática.

A estimativa de consumo de pescado por pessoa baseou-se no relatório sobre o consumo de pescado na região Amazônica [4], com média *per capita* de 100 gramas de pescado por dia, em ambientes urbanos. Foram, então, assumidos como pressupostos: (a) que 100% do mercúrio

detectado nas amostras dos pescados encontra-se na forma química de metilmercúrio (MeHg); e (b) que aproximadamente 80% da quantidade de Hg ingerida na alimentação é absorvida pelo trato gastrointestinal humano (dose de absorção).

O cálculo da razão de risco (RR), que indica o potencial de danos à saúde provocado pelo consumo do pescado contaminado, foi realizado a partir da divisão da quantidade média absorvida pelo organismo humano (80% da dose ingerida) pela dose de referência. Considerou-se como referência a dose de ingestão diária segura de 0,1 $\mu\text{g MeHg/kg}$ peso corporal/dia proposta pela Environmental Protection Agency (U.S.EPA) [5]. Concluindo a avaliação de risco à saúde, foi definido o Consumo Máximo Seguro de Pescado (CMS) para a população avaliada, multiplicando-se a dose de referência pelo peso corporal médio nos estratos populacionais. Em seguida, dividiu-se o produto desta multiplicação pela concentração média de mercúrio total ($\mu\text{g/g}$) detectada nas diferentes espécies de peixes para cada unidade amostral.

Padronizou-se que o consumo foi composto em média por 50% de peixes carnívoros e 50% de peixes não-carnívoros, desconsiderando as preferências regionais pelo consumo de pescados, e os diferentes níveis de acúmulo de Hg, conforme a dieta de cada espécie de peixe [6,7], mesmo que esta estimativa seja considerada conservadora para a realidade amazônica.

Finalmente, foi feita uma regressão de Poisson, utilizando-se como medida de associação a Razão de Prevalência (RP), considerando o intervalo de confiança de 95%, a fim de explorar fatores associados com os níveis de contaminação por Hg nos peixes $\geq 0,5\mu\text{g/g}$ nos locais estudados.

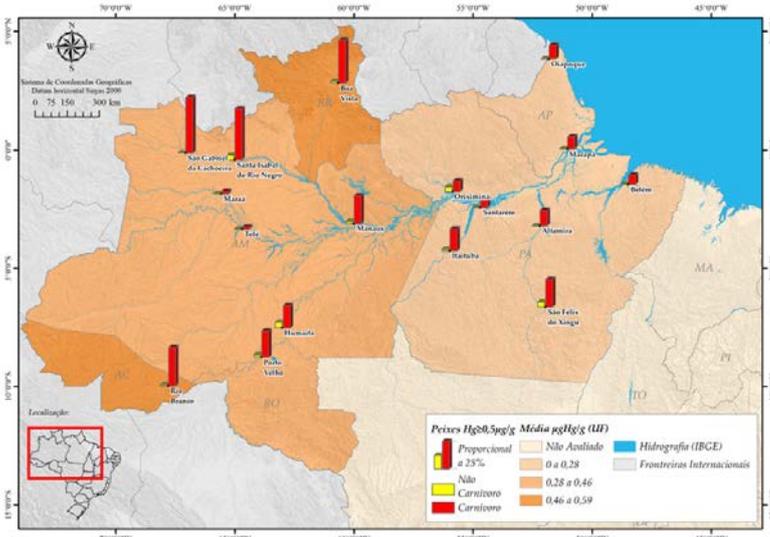


FIGURA 1.

Mapa apresentando os pontos de coleta de pescado e os níveis de mercúrio entre os peixes carnívoros e não-carnívoros, Brasil, 2021-2022.

RESULTADOS

Foram analisados 1.010 exemplares de peixes, representantes de 80 espécies distintas. Ao todo, foram determinados os níveis de mercúrio em amostras coletadas em 17 municípios amazônicos (*Tabela 1*). Em relação aos níveis tróficos, foram coletados 110 peixes herbívoros, 130 detritívoros, 286 onívoros e 484 carnívoros. Desse total, 159 amostras apresentaram níveis de mercúrio abaixo do limite de detecção, e 38 apresentaram níveis de mercúrio abaixo do limite de quantificação, totalizando 197 amostras (19,5%) com níveis de detecção indeterminados.

Nossos resultados revelam que mais de um quinto (21,3%) dos peixes comercializados nos centros urbanos avaliados, e que chegam à mesa das famílias na região Amazônica, têm níveis de mercúrio acima dos limites seguros estabelecidos pela Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO/WHO)[8] e pela Agência de Vigilância Sanitária brasileira (ANVISA) [17](i.e., $\geq 0,5 \mu\text{g/g}$).

As concentrações de Hg nos pescados variaram de 0,0 a 4,73 $\mu\text{g/g}$, sendo a concentração média de 0,34 $\mu\text{g/g}$ (desvio-padrão: 0,56) e a mediana de 0,13 $\mu\text{g/g}$. Como esperado, peixes carnívoros apre-

TABELA 1.

Níveis de mercúrio detectados em amostras de pescado consumidos em 17 municípios Amazônicos, Brasil, 2021-2022.

Município (UF)	Nº de Peixes	Nº de Espécies	Média Hg $\mu\text{g/g}$ (D.P)	Mediana Hg	Mín. – Máx. Hg	Média Hg $\mu\text{g/g}$ Carnívoros (n)	Média Hg $\mu\text{g/g}$ Não-carnívoros (n)	% $\geq 0,5 \mu\text{g/g}$
Altamira (PA)	43	13	0,30 (0,37)	0,21	0,0 - 1,55	0,46 (25)	0,08 (18)	13,95
Belém (PA)	70	24	0,20 (0,33)	0,08	0,0 - 2,39	0,29 (46)	0,03 (24)	8,57
Boa Vista (RR)	75	27	0,55 (0,65)	0,41	0,0 - 3,56	0,87 (43)	0,12 (32)	40,00
Humaitá (AM)	60	20	0,36 (0,53)	0,14	0,0 - 2,34	0,65 (25)	0,15 (35)	25,00
Itaituba (PA)	71	24	0,29 (0,39)	0,09	0,0 - 1,63	0,65 (26)	0,08 (45)	21,13
Macapá (AP)	73	25	0,17 (0,24)	0,09	0,0 - 1,24	0,28 (42)	0,03 (31)	10,96
Manaus (AM)	51	18	0,42 (0,53)	0,16	0,0 - 2,18	0,85 (21)	0,12 (30)	27,45
Maraã (AM)	48	15	0,12 (0,12)	0,08	0,0 - 0,52	0,33 (6)	0,10 (42)	2,08
Oiapoque (AP)	41	12	0,19 (0,28)	0,08	0,0 - 1,13	0,25 (32)	0,0 (9)	12,20
Oriximiná (PA)	71	21	0,20 (0,30)	0,06	0,0 - 1,25	0,47 (21)	0,09 (50)	14,08
Porto Velho (RO)	88	28	0,45 (0,82)	0,16	0,0 - 4,73	0,85 (40)	0,13 (48)	26,14
Rio Branco (AC)	78	25	0,58 (0,97)	0,15	0,0 - 4,64	1,06 (40)	0,08 (38)	35,90
Santa Isabel do Rio Negro (AM)	24	16	0,70 (0,51)	0,51	0,0 - 3,22	0,95 (16)	0,19 (8)	50,00
Santarém (PA)	70	20	0,14 (0,23)	0,03	0,0 - 1,13	0,35 (25)	0,02 (45)	7,14
São Félix do Xingú (PA)	68	22	0,50 (0,69)	0,30	0,0 - 3,5	0,70 (40)	0,22 (28)	29,41
São Gabriel da Cachoeira (AM)	32	11	0,54 (0,50)	0,43	0,0 - 2,25	0,67 (25)	0,05 (7)	50,00
Tefé (AM)	47	16	0,13 (0,15)	0,05	0,0 - 0,65	0,3 (15)	0,05 (32)	2,13



© WWF-Brasil

ANÁLISE REGIONAL DOS NÍVEIS DE MERCÚRIO EM PEIXES CONSUMIDOS PELA POPULAÇÃO DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

sentaram níveis de Hg maiores que as espécies não-carnívoras (*Figura 1*). A concentração média de mercúrio entre os peixes carnívoros foi 0,603 µg/g (n= 522), e entre os não-carnívoros (i.e.: herbívoros, detritívoros e onívoros) foi 0,092 µg/g (n= 488)

Os níveis de contaminação por mercúrio também variaram consideravelmente entre os locais amostrados.

Analisando os resultados em um recorte regional, foram registrados pescados com níveis de Hg acima do limite seguro em todos os seis estados amazônicos (*Tabela 2*). Os estados de Roraima e Acre apresentaram as maiores prevalências de contaminação, 40,0% e 35,9%, respectivamente. Enquanto os estados do Amapá e Pará tiveram as menores prevalências, 11,4 e 15,8%, respectivamente.

TABELA 2.

Níveis de mercúrio detectados em amostras de pescado adquirido em diferentes municípios Amazônicos, segundo estados, Brasil, 2021-2022.

Estado	Nº de Peixes	Nº de Espécies	Média Hg µg/g (D.P)	Mediana Hg	Mín. – Máx. Hg	Média Hg µg/g Carnívoros (n)	Média Hg µg/g Não-carnívoros (n)	% ≥ 0,5 µg/g
Acre	78	25	0,58 (0,97)	0,15	0,0 – 4,64	1,06(40)	0,08(38)	35,90
Amapá	114	27	0,18 (0,25)	0,08	0,0 – 1,24	0,27 (74)	0,02 (40)	11,40
Amazonas	262	34	0,34 (0,49)	0,14	0,0 – 3,22	0,67 (108)	0,11 (154)	22,50
Pará	393	47	0,27 (0,43)	0,1	0,0 – 3,50	0,48 (183)	0,08 (210)	15,80
Rondônia	88	28	0,45 (0,80)	0,16	0,0 – 4,73	0,84 (40)	0,13 (48)	26,10
Roraima	75	27	0,55 (0,65)	0,41	0,0 – 3,55	0,87 (43)	0,12 (32)	40,00
Região Amazônica	1010	80	0,34 (0,56)	0,13	0,0 – 4,73	0,60 (488)	0,09 (522)	21,3

A análise do risco atribuível ao consumo de pescado revelou que a ingestão diária de mercúrio excedeu a dose de referência preconizada pela U.S.EPA, a Agência de Proteção Ambiental do governo americano (0,1 µg/kg pc/dia), em todos os estratos populacionais analisados, em todos os pontos amostrados (*Tabela 3*).

No estado do Acre, a potencial ingestão de mercúrio ultrapassou de 6,9 a 31,5 vezes a dose de referência preconizada pela U.S.EPA.

Analisando os estratos populacionais mais vulneráveis aos efeitos do mercúrio, as mulheres em idade fértil estariam ingerindo até 9 vezes mais mercúrio do que a dose preconizada e crianças de 2 a 4 anos até 31 vezes mais do que dose recomendada, um dado alarmante.

No estado de Roraima, a potencial ingestão de mercúrio pela população local extrapolou de 5,9 a 27,2 vezes a dose de referência. Considerando os estratos populacionais mais vulneráveis à contaminação, mulheres em idade fértil estariam ingerindo até 8 vezes mais mercúrio do que a dose preconizada, e crianças de 2 a 4 anos até 27 vezes mais do que o recomendado. Apesar dos inúmeros benefícios associados ao consumo regular de peixes - principal fonte de proteína para uma boa parcela da população

Estado	Estrato Populacional	Dose Ingerida ($\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{dia}$)	Dose Absorvida - 80% ($\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{dia}$)	Razão de Risco (U.S.EPA)
Acre	Homem Adulto	0,85	0,68	6,82
	Mulher em Idade Fértil	1,12	0,90	8,96
	Criança de 5 a 12 anos	2,04	1,63	16,35
	Criança de 2 a 4 anos	3,94	3,15	31,50
Amapá	Homem Adulto	0,22	0,17	1,74
	Mulher em Idade Fértil	0,28	0,23	2,28
	Criança de 5 a 12 anos	0,52	0,42	4,16
	Criança de 2 a 4 anos	1,00	0,80	8,01
Amazonas	Homem Adulto	0,58	0,47	4,66
	Mulher em Idade Fértil	0,76	0,61	6,12
	Criança de 5 a 12 anos	1,40	1,12	11,16
	Criança de 2 a 4 anos	2,69	2,15	21,50
Pará	Homem Adulto	0,42	0,34	3,39
	Mulher em Idade Fértil	0,56	0,45	4,45
	Criança de 5 a 12 anos	1,02	0,81	8,12
	Criança de 2 a 4 anos	1,96	1,57	15,65
Rondônia	Homem Adulto	0,72	0,58	5,79
	Mulher em Idade Fértil	0,95	0,76	7,60
	Criança de 5 a 12 anos	1,73	1,39	13,87
	Criança de 2 a 4 anos	3,34	2,67	26,72
Roraima	Homem Adulto	0,74	0,59	5,89
	Mulher em Idade Fértil	0,97	0,77	7,73
	Criança de 5 a 12 anos	1,76	1,41	14,10
	Criança de 2 a 4 anos	3,40	2,72	27,16

TABELA 3.

amazônida - que incluem a redução dos níveis de colesterol no sangue, a diminuição do risco de infarto do miocárdio e a melhoria do desenvolvimento cognitivo -, a crescente contaminação do pescado por metilmercúrio representa um alerta crítico para saúde pública na Amazônia, além de uma ameaça à segurança alimentar na região. Sendo assim, entendemos que nossos achados devem subsidiar ações estratégicas das autoridades.

A análise comparativa, segundo os níveis médios de mercúrio nas amostras de pescados, indica que a contaminação $\geq 0,5 \mu\text{g}/\text{g}$ foi 14 vezes maior nos peixes carnívoros, quando comparados aos não carnívoros. Além disso, prevalências de contaminação por $\text{Hg} \geq 0,5 \mu\text{g}/\text{g}$ foram aproximadamente quatro vezes maiores, em Roraima e no Acre; três vezes maior em Rondônia.

Razão de risco atribuível ao consumo de pescado contaminado por mercúrio de acordo com a dose de referência preconizada pela U.S.EPA, por estado brasileiro e estrato populacional analisado, Brasil, 2021-2022.

nia e no Amazonas; e duas vezes maior no Pará, quando comparadas às registradas no Amapá.

Os resultados revelam a gravidade da contaminação por mercúrio nos pescados comercializados na Amazônia, sobretudo em Roraima, em Rondônia e no Acre. Conforme vem sendo amplamente reportado por diversos autores [7,9-11], o avanço das atividades ilegais de garimpo demonstra uma forte associação com os elevados níveis de mercúrio detectados nos pescados da região, e evidencia a grande interdependência regional.

Sem perder de vista os achados ilustrativos desta investigação, é importante considerar algumas limitações inerentes ao desenho deste estudo. Embora tenham sido incluídos 1.010 espécimes de peixes, de 80 espécies distintas, distribuídas em quatro níveis tróficos provenientes de ao menos seis sub-bacias hidrográficas, os dados analisados não têm a capacidade de representar a biodiversidade de pescados disponíveis para o consumo humano em toda a região. Além disso, grande parte do consumo de peixes, usualmente, é direcionado a espécies carnívoras, as mais apreciadas pelos consumidores finais, reforçando o caráter conservador de nossas estimativas. Considerando a complexidade do tema, acreditamos que nossos resultados devem ser interpretados com cautela. Todavia, há uma sinalização clara e inequívoca de um grave problema na região.

Outro ponto a ser considerado foi a impossibilidade de coletar amostras em diferentes estações do ano, considerando os períodos de chuva e estiagem na Amazônia, e sua influência sobre a disponibilidade de diferentes espécies de peixes. Portanto, é possível que, além de estimativas conservadoras, nossos achados tenham estado sujeitos a viés de seleção e, com isso, revelem somente uma parte do real impacto provocado pela exposição ao mercúrio para a maioria da população que vive hoje em centros urbanos da Amazônia.

Outros fatores que podem ter enviesado nossas estimativas incluem a impossibilidade de determinação da origem dos pescados, já que estes foram, em sua maioria, obtidos em pontos de venda, simulando a realidade de consumo nos centros urbanos estudados. Em parte, esse fator explica os altos níveis encontrados em peixes amostrados em Rio Branco-AC, já que boa parte do pescado ali comercializado é proveniente de outras localidades, como Boca do Acre-AM e Porto Velho-RO, ambas regiões afetadas pelo garimpo ilegal de ouro.

Vale lembrar que não houve um balanço equitativo entre a quantidade de espécies de peixes carnívoros e não-carnívoros analisados em todos os pontos amostrados. Por exemplo, nos municípios de Itaituba-PA e Santarém-PA, áreas reconhecidamente afetadas pelo garimpo de ouro, na época da coleta do pescado havia maior disponibilidade de peixes não carnívoros, e de pequeno porte, nos mercados e feiras livres. Este fato pode provocar interpretações distorcidas, uma vez que os níveis médios de contaminação por mercúrio na região ficaram abaixo dos limites de segurança estabelecidos pela ANVISA. Para elucidar a questão seria necessário realizar nova coleta de peixes, incluindo uma maior quantidade de espécies carnívoras, de grande porte, que concentram os maiores níveis de contaminação por mercúrio.

Por outro lado, os pontos fortes deste estudo concentram-se na abrangência geográfica dos pontos de coleta dos peixes incluídos nas análises de risco (17 localidades, seis Unidades Federativas, e seis sub-bacias hidrográficas) e nas razões de prevalência empregadas na análise multivariada. Adicionalmente, o rigor metodológico utilizado na coleta dos pescados, a confiabilidade nas análises dos níveis de mercúrio realizadas em dois laboratórios de referência nacional, e o pressuposto de que somente 80% da quantidade de mercúrio ingerida na alimentação é absorvida pelo trato gastrointestinal humano são elementos que agregam confiabilidade a essa pesquisa científica.





© WWF-Brasil

ANÁLISE REGIONAL DOS NÍVEIS DE MERCÚRIO EM PEIXES CONSUMIDOS PELA POPULAÇÃO DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

RECOMENDAÇÕES

A recomendação principal deve ser enfocada na garantia da segurança sobre os territórios da Amazônia e na erradicação de garimpos ilegais de ouro, bem como de outras atividades humanas ilegais que aumentam a disponibilidade de mercúrio para o ambiente, tais como desmatamento e queimadas.

Apesar de o peixe ser uma fonte de proteína saudável, as razões de risco estimadas nesse estudo indicam que para um consumo seguro de pescado em áreas de risco é necessário a elaboração de orientações dietéticas rigorosas. Comparando as doses de ingestão de mercúrio estimadas para os diferentes estados investigados, observamos que os riscos são variados e são mais elevados quando há consumo das espécies carnívoras de peixes, sobretudo no Acre, em Roraima e em Rondônia.

De acordo com os parâmetros de segurança estabelecidos pela agência de proteção ambiental norte-americana (U.S.EPA), praticamente em todas as localidades estudadas o risco de adoecer devido a intoxicação por Hg proveniente do consumo de peixes contaminados com metilmercúrio é elevado, notadamente entre as crianças. Entretanto, vale lembrar que tais parâmetros foram estimados a partir de dados produzidos em estudos longitudinais realizados na Dinamarca. Ou seja, esse parâmetro foi estimado a partir da observação de populações que têm hábitos alimentares distintos, e estão sujeitos a condições diversas das vivenciadas na região Amazônica, tanto sob o ponto de vista socioeconômico, como do ponto de vista cultural e de acesso a serviços de saúde. A fim de produzir estimativas mais conservadoras e visando assegurar um padrão de saúde e segurança mais rigoroso, neste estudo optou-se por utilizar como parâmetro de referência os dados estipulados pela agência de proteção ambiental norte-americana (U.S.EPA) ao invés dos parâmetros estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde [18].

Portanto, recomenda-se a realização de estudos longitudinais incluindo os estratos populacionais mais vulneráveis (mulheres em idade fértil e crianças menores de 5 anos), nas áreas mais afetadas da Amazônia. Entendemos que a realização desse tipo de estudo deva ser uma prioridade na agenda da saúde pública nacional, principalmente durante a nova gestão do governo federal.

Esses estudos devem ser conduzidos por centros de pesquisa com reconhecida experiência na temática, com a participação de equipes compostas por especialistas no assunto, e com um aporte regular de recursos para que se realize um monitoramento continuado em médio e longo prazo.

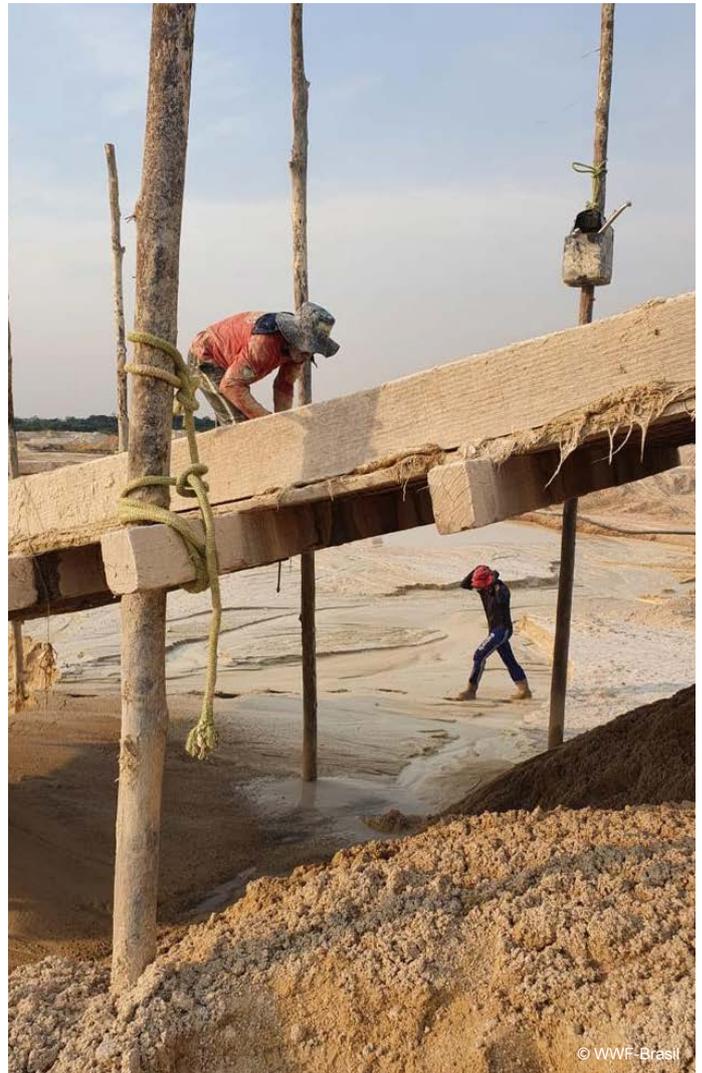
Não podemos deixar de mencionar que existem outras fontes de mobilização do Hg natural presente no solo da Amazônia [6,12,13]. Destacam-se a construção de barragens e hidrelétricas e a expansão do agronegócio que comprovadamente promovem acúmulo de mercúrio; além das queimadas que emitem mercúrio para atmosfera. Desta forma, torna-se imperativo que medidas severas de controle do desmatamento sejam implantadas no bioma, assim como processos de planejamento para ocupação da paisagem, contemplando amplo diálogo com a sociedade e transparência nas propostas para que assim se direcionem as obras de infraestrutura na Amazônia, visando o desenvolvimento sustentável e inclusivo para a região.

Entre os objetivos da Convenção de Minamata, da qual o Brasil é signatário, destacam-se o controle do comércio e das emissões de mercúrio e a regulamentação do garimpo artesanal de ouro com vistas a eliminação da contaminação por mercúrio no planeta. Um dos compromissos assumidos pelo país é a elaboração de um plano nacional de ação para o enfrentamento da contaminação por mercúrio proveniente do garimpo de ouro. Sendo imperativo que este documento seja finalizado e suas ações implementadas.

Por sua vez, é urgente que a cadeia produtiva do pescado seja valorizada. Atualmente existem mais de 350 mil pescadores profissionais cadastrados no país [14], com uma produção pesqueira estimada em aproximadamente 200.000 toneladas anuais [15], gerando uma movimentação econômica para a pesca continental estimada em USD 828 milhões [16]. Vale lembrar que a maior parte das pescarias continentais são oriundas da região Amazônica. Pescadores afetados por eventuais controles e reduções de comercialização e consumo de pescados devem ser amparados por programas sociais, gerenciados por estados e pelo governo federal, afinal estes profissionais também são vítimas desse processo de contaminação por mercúrio na Amazônia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Crespo-Lopez, M.E.; Augusto-Oliveira, M.; Lopes-Araújo, A.; Santos-Sacramento, 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? *Environ. Int.* 2021, 146, 106223, doi:10.1016/j.envint.2020.106223.
2. Hacon, S. de S.; Oliveira-da-Costa, M.; Gama, C. de S.; Ferreira, R.; Basta, P.C.; Schramm, A.; Yokota, D. Mercury Exposure through Fish Consumption in Traditional Communities in the Brazilian Northern Amazon. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 5269, doi:10.3390/ijerph17155269.
3. Organization, W.H. *Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure*. 2008.
4. Isaac, V.J.; De Almeida, M.C. El Consumo de Pescado En La Amazonía Brasileña. *COPESCAL Doc. Ocas.* 2011, 1.
5. Rice, D.C. The US EPA Reference Dose for Methylmercury: Sources of Uncertainty. *Environ. Res.* 2004, 95, 406–413.
6. Lino, A.S.; Kasper, D.; Guida, Y.S.; Thomaz, J.R.; Malm, O. Total and Methyl Mercury Distribution in Water, Sediment, Plankton and Fish along the Tapajós River Basin in the Brazilian Amazon. *Chemosphere* 2019, 235, 690–700.
7. Azevedo, L.S.; Pestana, I.A.; da Costa Nery, A.F.; Bastos, W.R.; Souza, C.M.M. Mercury Concentration in Six Fish Guilds from a Floodplain Lake in Western Amazonia: Interaction between Seasonality and Feeding Habits. *Ecol. Indic.* 2020, 111, 106056.
8. FAO/WHO Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), Report of the Tenth Session, Rotterdam, The Netherlands 4 to 8 April 2016.
9. Bastos, W.R.; de Freitas Fonseca, M.; Pinto, F.N.; de Freitas Rebelo, M.; Silva dos Santos, S.; Glória da Silveira, E.; Torres, J.P.M.; Malm, O.; Pfeiffer, W.C. Mercury Persistence in Indoor Environments in the Amazon Region, Brazil. *Environ. Res.* 2004, 96, 235–238, doi:10.1016/j.envres.2004.01.008.
10. Sing, K.A.; Hryhorczuk, D.; Saffirio, G.; Sinks, T.; Paschal, D.C.; Sorensen, J.; Chen, E.H. Organic Mercury Levels among the Yanomama of the Brazilian Amazon Basin. *AMBIO J. Hum. Environ.* 2003, 32, 434–439, doi:10.1579/0044-7447-32.7.434.
11. Vega, C.; Orellana, J.; Oliveira, M.; Hacon, S.; Basta, P. Human Mercury Exposure in Yanomami Indigenous Villages from the Brazilian Amazon. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15, 1051, doi:10.3390/ijerph15061051.
12. Malm, O. Gold Mining as a Source of Mercury Exposure in the Brazilian Amazon. *Environ. Res.* 1998, 77, 73–78, doi:10.1006/enrs.1998.3828.
13. Roulet, M.; Lucotte, M.; Canuel, R.; Farella, N.; Courcelles, M.; Guimarães, J.-R.D.; Mergler, D.; Amorim, M. Increase in Mercury Contamination Recorded in Lacustrine Sediments Following Deforestation in the Central Amazon¹The Present Investigation Is Part of an Ongoing Study, the CARUSO Project (CRDI-UFPa-UQAM), Initiated to Determine the Sources, Fate and Health Effects of the Presence of MeHg in the Area of the Lower Tapajós.1. *Chem. Geol.* 2000, 165, 243–266, doi:10.1016/S0009-2541(99)00172-2.
14. Brasil 2022. Secretaria de Aquicultura e Pesca, informação acessada via Lei de Acesso a Informação (Lei nº 12.527/2011), Processo nº 21000.000959/2022-39
15. Batista, V. da S.; Isaac, V.J.; Fabré, N.N.; Alonso, J.C.; Almeida, O.T.; Rivero, S.; Júnior, J.N.O.; Ruffino, M.L.; Silva, C.O.; Saint-Paul, U. *Peixes e Pesca No Solimões-Amazonas: Uma Avaliação Integrada*. Brasília IbamaProVárzea 2012.
16. Funge Smith, S.; Bennett, A. A Fresh Look at Inland Fisheries and Their Role in Food Security and Livelihoods. *Fish Fish.* 2019, 20, 1176–1195.
17. Brasil Dispõe Sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL Sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos Em Alimentos (Resolução RDC No 42, de 29 de Agosto de 2013). *Diário Of. Repúb. Fed. Bras.* 2013.
18. FAO/WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants: Sixty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. In *Proceedings of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)*, Rome, Italy, 10–19 June 2003.





FICHA TÉCNICA

REALIZAÇÃO

Iepé - Instituto de Pesquisa e Formação Indígena
Fundação Oswaldo Cruz
Greenpeace
Instituto Socioambiental
WWF-Brasil

AUTORES

Paulo Cesar Basta
Escola Nacional de Saúde Pública Sergio
Arouca, Fundação Oswaldo Cruz

Ana Claudia Santiago de Vasconcelos
Escola Politécnica de Saúde Joaquim
Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz

Gustavo Hallwass
Universidade Federal de Lavras

Decio Yokota
Iepé - Instituto de Pesquisa e Formação Indígena

Daniel de Oliveira d'El Rei Pinto
Escola Nacional de Saúde Pública
Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz

Danicley Saraiva de Aguiar
Greenpeace Brasil

Ciro Campos
Instituto Socioambiental - ISA

Marcelo Oliveira da Costa
WWF-Brasil



GREENPEACE



**Instituto
Socioambiental**



**Instituto de Pesquisa
e Formação Indígena**