

Avaliação de Risco à Saúde Atribuível ao Consumo de Pescado Contaminado por Metilmercúrio na Bacia do Rio Branco, Roraima, Amazônia, Brasil

Autores

1. Ana Claudia Santiago de Vasconcellos – Laboratório de Educação Profissional em Vigilância em Saúde, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (anacsvasconcellos@gmail.com)
2. Ciro Campos de Sousa – Instituto Socioambiental (ciro@socioambiental.org)
3. Marcelo de Oliveira Lima – Seção de Meio Ambiente, Instituto Evandro Chagas (marcelolima@iec.gov.br)
4. Marcos Wesley de Oliveira – Instituto Socioambiental (marcos@socioambiental.org)
5. Sylvio Romério Briglia Ferreira – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (Pronat), Universidade Federal de Roraima, Campus Paricarana, Boa Vista, Roraima (brigliaferreira@gmail.com)
6. Paulo Cesar Basta – Departamento de Endemias Samuel Pessoa, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (paulobasta@gmail.com)

Introdução

O pescado é um alimento de alto valor nutricional devido ao seu elevado teor proteico e por conter vitaminas e minerais importantes para a manutenção de uma boa saúde. Apesar das inúmeras evidências acerca da qualidade nutricional dos peixes, a crescente contaminação de sistemas aquáticos por contaminantes ambientais, como pesticidas e metais pesados, tem gerado preocupações na sociedade e suscitado um debate importante sobre os riscos e benefícios de uma dieta rica neste tipo de proteína animal.

Na Amazônia, grande parte dos problemas relacionados ao consumo de pescado pela população local é resultado da contaminação dos rios pelo mercúrio utilizado nos garimpos de ouro. Ao longo do tempo, o mercúrio se acumula no sedimento dos rios onde é convertido em metilmercúrio e rapidamente incorporado aos organismos que compõem a biota aquática. Esse processo resulta em danos à saúde humana e de vários animais que consomem peixes e outros organismos aquáticos contaminados.

Nos últimos anos, devido ao crescimento da atividade de garimpo, principalmente no interior da terra indígena Yanomami¹, a suspeita da contaminação por mercúrio em peixes capturados nos rios formadores da bacia do Rio Branco, em Roraima, tem aumentado muito e tem gerado uma série de preocupações com a saúde da população local.

Considerando o avanço da atividade garimpeira na Amazônia e a gravidade dos danos à saúde que o metilmercúrio pode causar, esta pesquisa foi elaborada com o objetivo de avaliar o risco atribuído ao consumo de pescado contaminado por mercúrio, proveniente da bacia do rio Branco, às populações residentes em áreas urbanas e não-urbanas de Roraima.

Materiais e Métodos

Foi realizado um estudo de *avaliação de risco à saúde*, baseado em metodologia proposta pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), considerando as seguintes etapas:

- (i) Caracterização da população de estudo: definição dos extratos populacionais (*urbano e não urbano*) e dos seus respectivos pesos médios, em quilogramas; determinação dos *níveis de metilmercúrio no pescado* consumidos; e estimativa da *quantidade de pescado ingerida diariamente* pela população em estudo;
- (ii) Estimativa da quantidade *média de metilmercúrio ingerida diariamente pelos extratos populacionais investigados*;
- (iii) *Cálculo da razão de risco*: estimado a partir da divisão da dose de ingestão diária de metilmercúrio, aferida na etapa anterior, pela dose segura (também conhecida dose de referência) preconizada pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/WHO, 2003);
- (iv) *Construção de cenários hipotéticos de exposição* a fim de avaliar o impacto que diferentes padrões de consumo de pescado contaminado por metilmercúrio pode ter na saúde dos extratos populacionais estudados;

¹ <https://www.theguardian.com/world/2021/may/28/brazil-wildcat-miners-police-indigenous-amazon>
<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2021/05/garimpo-ilegal-e-devastacao-crescem-na-terra-indigena-yanomami.shtml>
<https://oglobo.globo.com/um-so-planeta/garimpo-ignora-pandemia-avanca-30-na-terra-indigena-yanomami-em-2020-24939963>
<https://g1.globo.com/rr/roraima/noticia/2021/05/27/desnricao-infantil-garimpo-e-covid-entenda-os-problemas-que-afligem-a-terra-indigena-yanomami.ghtml>

- (v) Estabelecer um conjunto de orientações visando identificar um padrão de Consumo Máximo Seguro de Pescado (CMS), a partir das análises realizadas.

Para cumprir a etapa (i), foram incluídos no estudo: (a) mulheres em idade fértil (10 a 49 anos); (b) homens adultos (≥ 18 anos); (c) crianças de 5 a 12 anos; e (d) crianças de 2 a 4 anos, comparando os residentes em áreas urbanas e não urbanas de Roraima. Os dados de peso corporal foram obtidos por intermédio de consulta à Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF, 2008), disponibilizados pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática.

Para os residentes em áreas urbanas utilizou-se as seguintes médias de peso corporal (pc), em quilogramas (kg):

- (a) mulheres em idade fértil (10 a 49 anos): 51,27 kg
- (b) homens adultos (≥ 18 anos): 68,59 kg
- (c) crianças de 5 a 12 anos: 28,82 kg para
- (d) crianças de 2 a 4 anos: 14,85 kg para.

Para os residentes em áreas não urbanas utilizou-se as seguintes médias de peso corporal, em quilogramas (kg):

- (a) mulheres em idade fértil (10 a 49 anos): 50,64 kg
- (b) homens adultos (≥ 18 anos): 65,17 kg
- (c) crianças de 5 a 12 anos: 27,03 kg para
- (d) crianças de 2 a 4 anos: 14,48 kg para.

Amostras de Pescado

Foram coletadas amostras de pescado em quatro pontos selecionados, na bacia do Rio Branco-RR (Mapa).

- ✓ Ponto 1 - Baixo Rio Branco (01°49'08" N / 61°07'29" W)
- ✓ Ponto 2 – Baixo Rio Mucajaí, afluente da margem direita do Rio Branco (02°28'19" N / 60° 54' 57" W)
- ✓ Ponto 3 – Rio Branco na cidade de Boa Vista (2°49'17" N / 60°39'42" W)

- ✓ Ponto 4 – Rio Uraricoera, no município de Amajari (03° 27'48" N / 60°54'38" W)

Os peixes foram adquiridos diretamente com os pescadores nos pontos em que ocorre o desembarque pesqueiro ou ainda nas embarcações antes do desembarque, entre os dias 27/02 e 06/03/2021. Após a aquisição, os peixes foram acondicionados em caixa térmica com gelo, e transportados para Boa Vista. Cada um dos exemplares foi fotografado, sendo registradas os seguintes dados: nome popular, nome científico, data, local da pesca, local de coleta, coordenadas geográficas dos pontos de coleta, apetrecho utilizado para pesca, peso (g) e comprimento padrão (cm) do pescado.

Cada peixe coletado teve a sua identificação confirmada ao máximo nível taxonômico possível utilizando bibliografia especializada, chaves dicotômicas e consulta a especialistas. Posteriormente, foram extraídos cerca de 6 gramas de tecido muscular da parte dorsal de cada indivíduo, que foram divididos em 3 porções de cerca de 2 gramas. As amostras foram enviadas para análise dos níveis de mercúrio no Instituto Evandro Chagas (IEC), em Belém/PA.

Assumindo os seguintes pressupostos: i) a dieta das populações urbana e não-urbana de Roraima é constituída por uma diversidade de peixes, sem qualquer preferência por uma espécie específica; ii) são consumidos peixes provenientes de distintos locais de captura; utilizou-se para a estimativa da quantidade média de metilmercúrio ingerida a média ponderada dos níveis de Hg detectados em peixes carnívoros e não-carnívoros (i.e. herbívoros, onívoros, detritívoros).

O cálculo da razão de risco (RR) foi estimado a partir da divisão da quantidade média de metilmercúrio (MeHg) ingerida diariamente, pela dose de referência proposta pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/WHO, 2003), a saber: 0,23 µg MeHg/kg pc/dia para mulheres em idade fértil e crianças; e 0,45 µg MeHg/kg pc/dia para adultos.

Quando a $RR < 1$, a dose de ingestão de metilmercúrio é inferior à dose de referência considerada, conseqüentemente, o risco de adoecer é baixo. Por outro lado, quando a $RR \geq 1$ a dose de metilmercúrio ingerida ultrapassa a dose de referência e, por isso, o risco de adoecer devido à exposição ao mercúrio deve ser considerado. Quanto maior for a RR, maiores os riscos impostos à saúde da população.

Foram definidos três padrões de consumo de pescado hipotéticos para a análise de risco à saúde:

- i) **Baixo:** 50 gramas de pescado por dia;
- ii) **Moderado:** 100 gramas de pescado por dia;
- iii) **Alto:** 200 gramas de pescado por dia.

Por fim, foi definido o Consumo Máximo Seguro de Pescado (CMS) para a população local, residentes em áreas urbanas e não urbanas de Roraima, multiplicando-se a dose de referência propostas pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/WHO, 2003) pelo peso corporal dos participantes (de acordo com os estratos etários, sexo e local de residência), e dividindo-se o produto desta multiplicação pela concentração média de metilmercúrio no pescado ($\mu\text{g/g}$), de acordo com média ponderada dos níveis detectados em peixes carnívoros e não-carnívoros.

Resultados

Ao final do trabalho de campo, foram coletados 75 espécimes de peixes, de 20 espécies diferentes e 4 níveis tróficos (i.e., herbívoro, onívoro, detritívoro e carnívoro) (Tabela 1).

Os níveis de metilmercúrio nas amostras variam de zero a 3,159 $\mu\text{g/g}$. A média das concentrações de metilmercúrio em espécies não-carnívoras ($n= 32$) foi 0,116 $\mu\text{g/g}$ e a média entre os peixes carnívoros ($n= 43$) foi de 0,869 $\mu\text{g/g}$. Por sua vez, a média ponderada dos níveis de contaminação nos dois grupos foi igual a 0,545 $\mu\text{g/g}$.

Abaixo, é possível observar os níveis de contaminação em cada um dos pontos de coleta.

- ✓ Ponto 1 - Baixo Rio Branco → foram coletados 20 peixes, com concentração mediana de mercúrio foi 0,560 $\mu\text{g/g}$, sendo que 45% das amostras apresentaram níveis de $\text{Hg} \geq 0,5\mu\text{g/g}$
- ✓ Ponto 2 – Baixo Rio Mucajaí, afluente da margem direita do Rio Branco → foram coletados 17 peixes, com concentração mediana de metilmercúrio de 0,448 $\mu\text{g/g}$, sendo que 53% das amostras apresentaram níveis de $\text{MeHg} \geq 0,5\mu\text{g/g}$
- ✓ Ponto 3 – Rio Branco na cidade de Boa Vista → foram coletados 17 peixes, com concentração mediana de mercúrio igual a 0,166 $\mu\text{g/g}$, sendo que 25,5% das amostras apresentaram níveis de $\text{MeHg} \geq 0,5\mu\text{g/g}$

- ✓ Ponto 4 – Rio Uraricoera, no município de Amajari → foram coletados 21 peixes, com concentração mediana de metilmercúrio de 0,421 µg/g, sendo que 57% das amostras apresentaram níveis de MeHg ≥ 0,5µg/g

A análise da razão do risco atribuível ao consumo de pescado contaminado em diferentes cenários de exposição revela que a ingestão de metilmercúrio excede os limites preconizados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/WHO) em praticamente todos os cenários hipotéticos estudados. Somente “homens adultos” com baixo consumo de pescado (<50g por dia) ingerem peixes com doses de metilmercúrio que não ultrapassam o limite estabelecido pela FAO/WHO (i.e. 0,45 µg/kg pc/dia) (Tabela 2).

Sendo assim, é possível afirmar que em praticamente todos os cenários analisados, as razões de risco estimadas mostram que a população de Roraima (tanto aqueles que residem em áreas urbanas, como aqueles que residem em áreas não urbanas) se encontra sob elevado risco de adoecimento, devido ao consumo de pescados contaminados.

Isto significa que independentemente do padrão de consumo de pescado (baixo, moderado ou elevado), de a população residir em áreas urbanas ou não e do extrato populacional analisado (i.e., mulheres em idade fértil, crianças e homens adultos) todos os indivíduos que consomem peixes provenientes dos locais amostrados estão sob risco de adoecer devido à ingestão de metilmercúrio.

Em síntese, a ingestão de metilmercúrio, proveniente do consumo de pescado contaminado, por mulheres em idade fértil em Roraima é de 2 a 9 vezes maior do que os limites estabelecidos pela FAO/WHO. Para as crianças de 5 a 12 anos e para as crianças menores de 5 anos, a ingestão de metilmercúrio é aproximadamente 4 a 18 vezes, e 8 a 32 vezes superior aos limites seguros estabelecidos pela FAO/WHO (Tabela 2). De acordo com nossas análises, somente homens adultos, com baixo consumo de pescado (até 50 gramas por dia), estão livres de riscos à saúde decorrentes da exposição crônica ao metilmercúrio.

Por fim, a estimativa de Consumo Máximo Seguro de Pescado (CMS) informa que os homens adultos podem consumir Aracú, Curimatã, Jandiá, Jaraqui, Liro, Mandi, Matrinxã, Pacú e Piranha-preta, em quantidades que variam de 66 a 1028 gramas por dia. As mulheres em idade fértil podem consumir Aracú, Curimatã, Jandiá, Jaraqui, Matrinxã e Pacú, em quantidades que variam de 85 a 393 gramas por dia. As crianças de 5 a 12 anos podem consumir Aracú, Curimatã, Jandiá,

Jaraqui, Matrinxã e Pacú, em quantidades diárias que variam de 50 a 220 gramas. Já as crianças de 2 a 4 anos podem consumir apenas *Jaraqui e Pacú*, em quantidades que variam de 85 a 113 gramas por dia.

Discussão

Este trabalho foi pioneiro ao avaliar o risco à saúde humana atribuível ao consumo de pescado contaminado por mercúrio coletado na bacia do rio Branco, no estado de Roraima.

Apesar dos inúmeros benefícios associados à inclusão regular de peixes na dieta, como a redução dos níveis de colesterol no sangue, a diminuição do risco de infarto do miocárdio e a melhoria do desenvolvimento cognitivo, a contaminação do pescado por metilmercúrio representa um sinal de alerta importante que não pode ser negligenciado pelas autoridades nacionais (Ruxton, 2011; Torpy et al., 2006; Egeland & Middaugh, 1997).

Praticamente a metade dos peixes coletados no baixo rio Branco (45%), no rio Mucajaí (53%) e no rio Uraricoera (57%) apresentaram concentrações de metilmercúrio maiores ou iguais ao limite estabelecido pela FAO/WHO (i.e., 0,5 µg/g Hg) para comercialização de pescados. As altas taxas de contaminação observadas, provavelmente, são decorrentes dos inúmeros garimpos ilegais de ouro instalados nas calhas dos rios Mucajaí e Uraricoera (Hutukara, 2020).

Reforçando esta hipótese, lembramos que os maiores níveis de Hg foram reportados nos peixes coletados no rio Uraricoera (Ponto 4). Naquele ponto de coleta, a cada 10 peixes coletados, 6 apresentaram níveis de mercúrio $\geq 0,5$ µg/g. Por sua vez, o Ponto 1, localizado no rio Branco na altura da capital Boa Vista, apresentou os menores níveis de contaminação (23,5%). Nesse caso, a cada 10 peixes coletados, aproximadamente 2 apresentaram níveis de mercúrio $\geq 0,5$ µg/g. Os níveis mais baixos de contaminação possivelmente refletem a maior distância dos pontos de garimpagem ilegal de ouro, na TI Yanomami. Mesmo distantes dos pontos de garimpo, $\frac{1}{4}$ dos pescados obtidos em Boa Vista encontram-se com concentrações de mercúrio acima de limites seguros para o consumo humano.

Em uma análise comparativa, o estudo desenvolvido por Sing et al. (2003) na TI Yanomami, há aproximadamente 20 anos, revela que o avanço da atividade garimpeira em Roraima tem contribuído para o aumento significativo da contaminação nos pescados, uma vez que os níveis de mercúrio em amostras de peixes carnívoros, coletados nos rios Catrimani e Ajarani, variaram de 0,235 a 1,084 µg/g. Níveis de contaminação quase três vezes menores que os identificados nos peixes coletados em 2021.

Repercussões para saúde humana em moradores de Roraima foram relatadas por Vega et al. (2018). Os autores informam que os níveis medianos de concentração de mercúrio no cabelo de indígenas Yanomami que vivem nas regiões de Waikás-Aracaça e Paapiu foram iguais a 15,5 e 3,2 µg/g, respectivamente, reconhecidamente superiores a limites seguros.

Os resultados deste estudo indicam que, a depender da espécie de pescado e da quantidade ingerida, em quase todos os cenários propostos para análise não há possibilidade de consumo seguro pelas populações que vivem em Roraima e consomem peixes provenientes da bacia do rio Branco. **Comparando as razões de risco estimadas para as populações urbana e não-urbana observamos que ambas estão igualmente sob risco de adoecer, devido à ingestão de peixes contaminados por metilmercúrio.**

Efeitos deletérios à saúde e ao ambiente

Estima-se que 45% do mercúrio usado em garimpos para extração de ouro é despejado em rios e igarapés da Amazônia, sem qualquer tratamento ou cuidado. Devido ao elevado tempo de persistência nesses sistemas aquáticos, o mercúrio pode permanecer disponível no meio ambiente por até cem anos, e com isso, pode provocar diversas doenças em adultos e crianças.

Nos casos graves em adultos, os sintomas incluem alucinação, convulsões, perda da sensibilidade das mãos e dos pés, dificuldades para caminhar, que podem resultar numa dependência de cadeira de rodas, perda da visão e da audição etc. Existem também manifestações que chamamos de subclínicas, pois nesses casos os sintomas podem se confundir com outras doenças, como por exemplo: dor de cabeça crônica, zumbido no ouvido, dificuldade para enxergar, sensação de gosto metálico na boca, distúrbios do sono, ansiedade, depressão, taquicardia, hipertensão, entre outros sintomas.

Nas crianças a situação pode ser ainda mais grave. Os problemas podem começar quando a criança ainda está na barriga da mãe. Se os níveis de contaminação forem muito elevados, a criança pode morrer durante a gestação. Ao nascimento, a criança pode apresentar paralisia cerebral, ter deformidades e/ou malformação congênita. Também pode haver manifestações subclínicas, que não são de fácil detecção. Quando a criança é cronicamente exposta ao mercúrio durante a gestação, ela pode ter problemas em seu desenvolvimento. Quando é bebê, por exemplo, a criança pode demorar para se sentar, para engatinhar, para dar os primeiros passos e para falar as primeiras palavras. Quando a criança cresce, ela pode ter dificuldades para brincar e interagir com

outras crianças saudáveis, e pode ainda ter dificuldade de aprendizado na escola. Essas limitações, na maioria das vezes são irreversíveis, e podem se arrastar para toda vida, gerando perdas cognitivas, perdas na memória e déficits no aprendizado que vão ter impactos na vida adulta.

A neurotoxicidade do metilmercúrio em fetos ficou internacionalmente conhecida depois da tragédia de Minamata, no Japão, nas décadas de 1950 e 1960 (Fujiki & Tajima, 1992). Estudos recentes realizados com indígenas da etnia Munduruku que vivem na região do Médio Tapajós, no estado do Pará, revelam alterações neurológicas e psicológicas em adultos e atrasos no desenvolvimento de crianças associados ao consumo de peixes contaminados por mercúrio (Oliveira et al., 2021; Kempton et al., 2021; Achatz et al., 2021).

Em síntese, a presença de garimpos em terras indígenas, associada ao uso indiscriminado de mercúrio, diferente do que muitos políticos e empresários dizem, não traz riqueza e desenvolvimento às comunidades. Pelo contrário, deixa um legado de mazelas e problemas ambientais que contribui para perpetuar o ciclo de pobreza, de miséria e desigualdade, na Amazônia.

Recomendações

1) Interromper *imediatamente* as atividades ilegais de garimpo nas terras indígenas de Roraima, e retirar os invasores das terras da União.

2) Elaborar um **plano de descontinuidade do uso de mercúrio na mineração de ouro no Brasil** para atender as diretrizes da Convenção de Minamata (2013).

3) Estruturar um **Plano de Manejo de Risco (PMR)** para as populações cronicamente expostas ao mercúrio. O plano deve conter um conjunto de orientações e ações integradas, visando:

3.1) *Ampliar o monitoramento dos níveis de mercúrio nos peixes* consumidos em outras áreas da Amazônia.

3.2) Elaborar um conjunto de *orientações à população das áreas afetadas*, contendo subsídios técnicos sobre o consumo seguro de pescados, com informações claras acerca dos riscos à saúde, assim como às restrições de ingestão para as espécies mais contaminadas, respeitando estratos etários e aspectos culturais relativos a cada grupo étnico, em particular. Por exemplo:

- Peixes carnívoros com risco muito alto de contaminação (*Barba-chata, Coroataí, Filhote/Piraíba, Piracatinga, Pirandirá*) → consumir no máximo uma porção de 50 gramas, uma vez ao mês.
- Peixes carnívoros com alto risco (*Dourada, Mandubé, Liro, Pescada, Piranha-preta e Tucunaré*) → o consumo não deve exceder 200 gramas por semana.
- Peixes não-carnívoros com médio e baixo risco (*Acarú, Curimatã, Jaraqui, Matrinxã, Pacú*) não apresentam restrições para o consumo e podem ser consumidos em porções de até 300 gramas por dia.
- Mulheres grávidas devem evitar, durante toda a gravidez, o consumo de peixes carnívoros (*Barba-chata, Coroataí, Filhote/Piraíba, Piracatinga, Pirandirá*).

3.2) Incluir a *testagem dos níveis de mercúrio em amostras de cabelo* na rotina das ações desenvolvidas *no programa de atenção pré-natal e no programa de acompanhamento do crescimento e desenvolvimento infantil*, no âmbito do SUS.

3.4) Elaborar um *Protocolo de Atendimento Básico aos Contaminados* com apoio de especialistas para ser incorporado à rede SUS.

3.5) Aprimorar a notificação de casos de contaminação crônica por mercúrio, sobretudo os provenientes de áreas impactadas pelo garimpo na Amazônia.

4) Promover um programa de pesquisa e desenvolvimento científico (em parceria com universidades, institutos de pesquisa e associações indígenas) para realização de estudos mais aprofundados na região. A ideia é ampliar o conhecimento sobre os impactos à saúde de populações cronicamente expostas ao mercúrio.

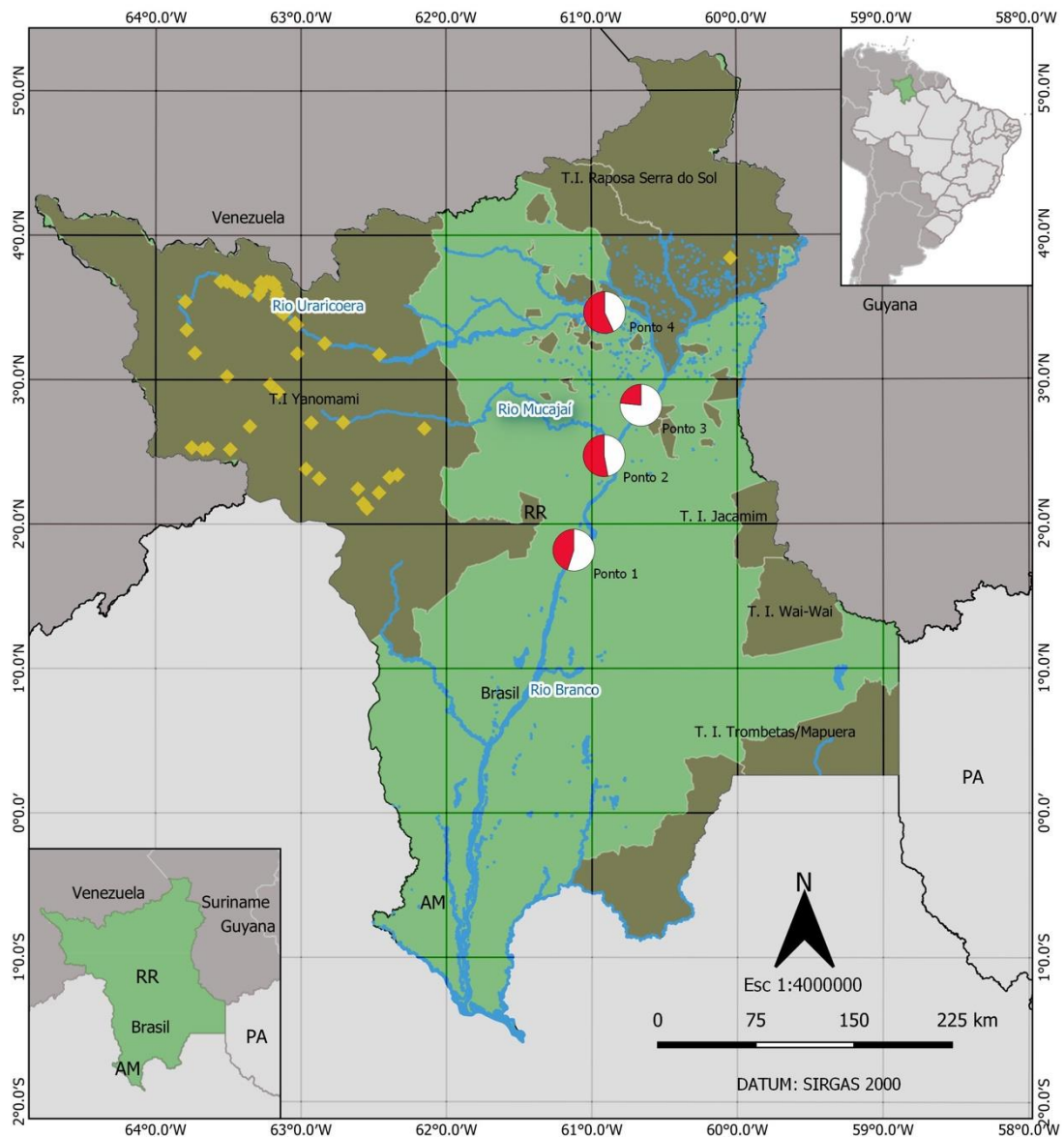
5) Elaborar mecanismos de proteção financeira ao setor pesqueiro, a fim de evitar que pescadores artesanais sejam impactados economicamente pela restrição ao consumo de diversas espécies de peixes contaminadas, enquanto a contaminação não seja interrompida. É importante aplicar o Princípio do Poluidor-Pagador: quem deve se responsabilizar pelas perdas econômicas são às pessoas físicas e jurídicas que investem e fomentam o garimpo ilegal na região.

6) Formular políticas públicas que visem criar alternativas econômicas sustentáveis às comunidades indígenas e povos tradicionais afetados pelo garimpo, a fim de garantir a segurança alimentar, a soberania em seus territórios e o respeito às tradições ancestrais.

Referências

1. Achatz, R. W., de Vasconcellos, A. C. S., Pereira, L., Viana, P. V. D. S., & Basta, P. C. (2021). Impacts of the Goldmining and Chronic Methylmercury Exposure on the Good-Living and Mental Health of Munduruku Native Communities in the Amazon Basin. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 8994.
2. 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.
3. Egeland, G. M., & Middaugh, J. P. (1997). Balancing fish consumption benefits with mercury exposure. *Science*, 278(5345), 1904-1905.
4. Fujiki, M., & Tajima, S. (1992). The pollution of Minamata Bay by mercury. *Water Science and Technology*, 25(11), 133-140.
5. Hutukara (2020). Cicatrizes na floresta: evolução do garimpo ilegal na TI Yanomami em 2020. Realização: Hutukara Associação Yanomami e Associação Wanasseduume Ye'kwana. Assessoria técnica: Instituto Socioambiental.

6. Kempton, J. W., Périssé, A. R. S., Hofer, C. B., de Vasconcellos, A. C. S., de Sousa Viana, P. V., de Oliveira Lima, M., ... & Basta, P. C. (2021). An assessment of health outcomes and methylmercury exposure in Munduruku indigenous women of childbearing age and their children under 2 years old. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19), 10091.
7. Minamata Convention on Mercury (2013). United Nations Digital Library. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/758711>, acessado em 30/03/2022.
8. Oliveira RAA, Pinto BD, Rebouças BH, Ciampi de Andrade D, Vasconcellos ACS, Basta PC. Neurological Impacts of Chronic Methylmercury Exposure in Munduruku Indigenous Adults: Somatosensory, Motor, and Cognitive Abnormalities. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Sep 29;18(19):10270. doi: 10.3390/ijerph181910270. PMID: 34639574; PMCID: PMC8507861.
9. (POF) Pesquisa de Orçamento Familiar (2008) Disponível em: sidra.ibge.gov.br/tabela2657, acessado em 20/02/2022.
10. Ruxton, C. H. S. (2011). The benefits of fish consumption. *Nutrition Bulletin*, 36(1), 6-19.
11. Sing, K. A., Hryhorczuk, D., Saffirio, G., Sinks, T., Paschal, D. C., Sorensen, J., & Chen, E. H. (2003). Organic mercury levels among the Yanomama of the Brazilian Amazon Basin. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 32(7), 434-439.
12. Torpy, J. M., Lynn, C., & Glass, R. M. (2006). Eating fish: health benefits and risks. *Jama*, 296(15), 1926-1926.
13. Vega, C.M.; Orellana, J.D.Y.; 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, 1051.
14. World Health Organization. *Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure*; Mercury Publications: Geneva, Switzerland, 2008.



Legenda

- ◆ Extração Ilegal de Ouro
 - Rios
 - Limite Terra Indígena
 - Roraima
 - UF
 - Limite de País
- [MeHg] ≥ de 0,5 µg/g:
- | | |
|---------------------------------------|---|
|
Ponto 1 - Baixo Rio Branco (45%) |
Ponto 3 - Rio Branco, Boa Vista (23,5%) |
|
Ponto 2 - Baixo Rio Muçajai (53%) |
Ponto 4 - Rio Uraricoera (57%) |

Fonte: Bases Cartográficas BC 1:250 mil do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Rede Amazônica de Informação Socioambiental Georreferenciada (RAISG). Disponíveis em: <https://www.amazoniasocioambiental.org/pt-br/>; <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em: 15/02/2022.

Mapa do estado de Roraima indicando os 4 pontos de coleta de peixes e a prevalência de contaminação por metilmercúrio no pescado.

Tabela 1 - Caracterização dos peixes coletados na bacia do rio Branco, Roraima, Brasil.

Nome Popular (n)	Média [Hg] µg/g	Desvio-padrão	Mín - Máx Hg	Média Peso (g)	Mín - Máx Peso	Média Comprimento Total (cm)	Mín - Máx Comprimento Total	Nível Trófico
Aracu (05)	0,137	0,108	0,015 – 0,279	336	153 - 500	29,7	25 – 32,8	Herbívoro
Barba Chata (03)	2,075	0,575	1,604 – 2,716	868	555 - 1120	47,3	41,5 - 51	Carnívoro
Cará-açú (05)	0,397	0,204	0,166 – 0,646	694	511 - 963	36,3	27 - 50	Onívoro
Coroataí (04)	2,014	0,9	0,96 – 3,159	1378	422 - 4085	51,8	39 - 84	Carnívoro
Curimatã (03)	0,091	0,021	0,068 – 0,109	358	265 - 405	28,1	26 – 29,7	Detritívoro
Dourada (02)	0,665	0,042	0,635 – 0,694	1280	955 - 1605	80,5	61 - 100	Carnívoro
Filhote / Piraíba (03)	1,172	0,312	0,866 – 1,489	18348	3045 - 32000	99	68 - 115	Carnívoro
Jandiá (02)	0,092	0,026	0,074 – 0,110	1111	1090 - 1132	49,8	49,5 - 50	Carnívoro
Jaraqui (02)	0,039	0,004	0,036 – 0,042	380	380	29	28,5 – 29,5	Detritívoro
Liro (01)	0,426	N.A	N.A	354	N.A	38	N.A	Carnívoro
Mandii (02)	0,439	0,403	0,154 – 0,724	67	41 - 92	21	18 - 24	Onívoro
Mandubé (01)	0,621	N.A	N.A	580	N.A	39	N.A	Carnívoro
Matrinxã (12)	0,13	0,032	0,074 – 0,196	358	232 - 490	27,9	25 - 30	Onívoro
Pacú (08)	0,03	0,025	0,00 – 0,073	334	131 - 670	23,4	19 – 30,1	Herbívoro
Pescada (07)	0,61	0,216	0,467 – 1,083	564	395 - 680	36,4	30,5 - 39	Carnívoro
Piracatinga (01)	1,472	N.A	N.A	770	N.A	45,6	N.A	Carnívoro
Pirandirá (01)	1,062	N.A	N.A	2025	N.A	56,6	N.A	Carnívoro
Piranha-preta (02)	0,401	0,028	0,381 – 0,421	227	176 - 278	21,8	20,5 - 23	Carnívoro
Surubim (06)	0,646	0,18	0,429 – 0,947	1163	885 - 1905	54,2	50 – 63,3	Carnívoro
Tucunaré (05)	0,706	0,263	0,448 – 1,120	950	615 - 1605	37,4	34,3 – 52,5	Carnívoro
N.A	quer		dizer		não		se	aplica.

Tabela 2 - Razão de risco atribuível ao consumo de pescado contaminado por mercúrio de acordo com as doses de referência propostas pela FAO/WHO.

	Razão de Risco FAO/WHO					
	Consumo da População Urbana			Consumo da População Não-urbana		
	Baixo	Moderado	Alto	Baixo	Moderado	Alto
<i>Mulheres em Idade Fértil</i>	2,31	4,62	9,25	2,34	4,68	9,36
<i>Homens Adultos</i>	0,88	1,77	3,53	0,93	1,86	3,72
<i>Crianças de 5 a 12 anos</i>	4,11	8,23	16,45	4,38	8,77	17,54
<i>Crianças de 2 a 4 anos</i>	7,98	15,96	31,93	8,19	16,37	32,74