



# EXPOSIÇÃO DE MULHERES AO MERCÚRIO DA MINERAÇÃO DE OURO EM QUATRO PAÍSES LATINO-AMERICANOS

Junho de 2021



# EXPOSIÇÃO DE MULHERES AO MERCÚRIO DA MINERAÇÃO DE OURO EM QUATRO PAÍSES LATINO-AMERICANOS

*Níveis elevados de mercúrio encontrados em mulheres onde o mercúrio é usado na mineração de ouro e contamina a cadeia alimentar*

*Autores Principais*

**Lee Bell**, Assessor de Políticas de Mercúrio do IPEN

**Dave Evers**, BRI, Diretor Executivo, Cientista Chefe e Codiretor do Centro de Estudos sobre Mercúrio (Center for Mercury Studies)

**Mark Burton**, Autor Participante, BRI

**JUNHO DE 2021**



por um futuro sem venenos

**IPEN** é uma rede de organizações não-governamentais que atua em mais de 100 países para reduzir e eliminar os danos à saúde humana e ao meio ambiente pelas substâncias químicas tóxicas.

[www.ipen.org](http://www.ipen.org)



**Biodiversity Research Institute** é um grupo de pesquisa ecológica sem fins lucrativos cuja missão é avaliar as ameaças emergentes à vida silvestre e aos ecossistemas por meio da pesquisa colaborativa, e usar o conhecimento científico para ampliar a consciência ambiental e informar os tomadores de decisão. BRI é um instituto internacional que apoia os esforços de monitoramento global de mercúrio para a Convenção de Minamata sobre o Mercúrio.

[www.briifoon.org](http://www.briifoon.org)

© 2021. Rede Internacional de Eliminação de Poluentes (International Pollutants Elimination Network). Todos os direitos reservados.

Equipe de Produção de IPEN: Tim Warner, Betty Wahlund. Fotos de capa: Daniel Flores R. A tradução deste documento foi feita por Zuleica Nycz.

Citar esta publicação como:

Bell, L. e Evers, D. *Exposição de mulheres ao mercúrio da mineração de ouro em quatro países latino-americanos: níveis elevados de mercúrio encontrados em mulheres onde o mercúrio é usado na mineração de ouro e contamina a cadeia alimentar*. Rede Internacional de Eliminação dos Poluentes (IPEN), junho de 2021.

## PRINCIPAIS CONCLUSÕES

- Das 163<sup>1</sup> mulheres em idade fértil que participaram do estudo, 58.8% apresentaram limite da USEPA acima de 1 ppm, no qual efeitos negativos podem ser detectados em fetos, e 66.8% excederam o nível de 0,58 ppm que é um nível estabelecido recentemente a partir do qual os pesquisadores acreditam que efeitos negativos podem começar a ocorrer.
- As mulheres dos povos indígenas bolivianos Eyiyo Quibo e Portachuelo tinham, de longe, os níveis mais altos de mercúrio no coorte avaliado neste estudo, com uma média de 7,58 ppm  $\pm$  4,75 ppm (fw). O nível limite de 1 ppm e o nível proposto de 0,58 ppm de mercúrio foram excedidos em 93,7% das mulheres testadas. Como eram mulheres indígenas que não se dedicam à mineração de ouro e têm o peixe como principal sustento de sua dieta, fica claro que seus níveis muito altos de mercúrio provêm do consumo de peixes contaminados do sistema do Rio Beni.
- As mulheres do vilarejo brasileiro de mineração de ouro denominado Vila Nova tiveram o segundo maior nível médio de mercúrio em cabelos com 2,98 ppm  $\pm$  3,37 ppm (fw). As mulheres da vila mineradora de ouro venezuelana de El Callao tiveram o terceiro maior nível médio de mercúrio em cabelos a 1,1  $\pm$  1,09 ppm (fw). As mulheres da vila mineradora de ouro sem mercúrio de Iqira tinham os menores níveis médios de mercúrio em cabelos de 0,25  $\pm$  0,15 ppm (fw).
- Muitas mulheres tinham níveis significativamente elevados, com 43% de todas as participantes excedendo o nível de 3 ppm, 35% excedendo 5 ppm, e 7% acima de 10 ppm, este último principalmente entre as participantes bolivianas.
- Um número significativo de mulheres também tinha níveis elevados que não podiam ser atribuídos à exposição direta ao mercúrio na mineração, incluindo donas de casa, comer ciantes, funcionárias administrativas e enfermeiras em vilas de mineração de ouro. Todas essas mulheres consumiam regularmente o peixe local, sugerindo que a exposição alimentar ao peixe contaminado com mercúrio pode ser responsável por sua elevada carga corporal.
- Apesar das proibições nacionais de uso de mercúrio na extração de ouro em alguns dos países estudados, a prática continua e os peixes da região estão contaminados pela contaminação histórica e atual por mercúrio proveniente das atividades de mineração.
- Mulheres em comunidades onde o uso de mercúrio na mineração de ouro não é usado há alguns anos reportaram alguns dos menores níveis de mercúrio vistos no programa global de biomonitoramento do IPEN.
- As fragilidades da Convenção Minamata sobre Mercúrio continuam a facilitar o comércio global de mercúrio e seu desvio para o garimpo de ouro, apesar das proibições nacionais dessa prática.
- São necessárias emendas à convenção que reduzam drasticamente o abastecimento global e restrinjam os embarques legais e ilegais de mercúrio destinado ao garimpo de ouro.

1 O resultado de uma participante foi excluído com base no fato de ter havido uma leitura discrepante de 181 ppm. Um nível desta ordem é geralmente associado à contaminação externa da superfície do cabelo com mercúrio e exigirá uma avaliação mais detalhada.

# ÍNDICE

<b>Resumo Executivo .....</b>	<b>5</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>9</b>
1.1 Biomonitoramento .....	10
1.2 Expandindo o Programa IPEN de Monitoramento de Cabelo .....	12
ASGM (Mineração de Ouro Artesanal e em Pequena Escala, ou Garimpo).....	14
1.3 Impactos à saúde da exposição ao mercúrio na ASGM .....	17
1.4 Impactos econômicos da carga corporal de mercúrio .....	18
1.5 A Convenção Minamata deve ser modificada para proibir o uso de mercúrio na ASGM .....	19
<b>2. Metodologia.....</b>	<b>23</b>
2.1 Método de Amostragem.....	23
2.1.1 Grupo alvo.....	23
2.1.2 Seleção dos participantes.....	24
2.1.3 Revisão ética e confidencialidade dos participantes .....	24
2.1.4. Protocolo de coleta de amostra .....	25
2.1.5. Análise de amostras - medição de mercúrio.....	26
2.1.6. Avaliação dos resultados.....	26
<b>3. Locais de amostragem.....</b>	<b>29</b>
3.1 Brasil – Vila Nova, Porto Grande, Amapá State .....	29
3.2 Venezuela – El Callao, Estado Bolivar .....	33
3.3 Colombia – Íquira, província de Huila .....	37
3.4 Bolívia - As comunidades indígenas Eyiyo Quibo e Portachuelo: Bacia do Rio Beni .....	41
<b>4. Resultados da análise de amostragem .....</b>	<b>44</b>
4.1 Análise da amostra capilar .....	44
<b>5. Avaliação e Discussão .....</b>	<b>46</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>51</b>
<b>Referências.....</b>	<b>53</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>54</b>



## RESUMO EXECUTIVO

Este estudo é a mais recente compilação de dados do programa global de biomonitoramento de mercúrio de IPEN. Como em estudos anteriores, IPEN trabalhou com ONGs locais na coleta de amostras de cabelo de mulheres em idade fértil para análise do mercúrio total. Em estudos de biomonitoramento anteriores, IPEN analisou amostras de cabelo de mulheres em diversos cenários de exposição em todo o mundo e entrevistou as participantes sobre sua ingestão alimentar de peixe, ocupação e qualquer exposição conhecida ao mercúrio. Neste estudo, buscou-se informações sobre os níveis de carga corporal de mercúrio em localidades da América Latina onde a mineração artesanal e em pequena escala de ouro (ASGM, ou garimpo, no Brasil) é predominante.

Quatro locais foram selecionados com base na orientação das Organizações Participantes locais do IPEN e ONGs associadas. Estes incluíram as cidades mineiras de Vila Nova, Brasil e El Callao, Venezuela, onde o mercúrio é utilizado pelos garimpeiros para amalgamar partículas de ouro do minério extraído. Para comparação, a amostragem também foi realizada em Íquira, Colômbia, onde os garimpeiros de ouro, organizados em uma cooperativa, deixaram de usar mercúrio há pelo menos cinco anos. Uma quarta região ao redor do sistema do rio Beni na Bolívia também foi investigada, com a participação de dois grupos de mulheres da etnia indígena Esse Ejja. O grupo Portachuelo e o grupo Eyiyo Quibo vivem em comunidades ao longo da bacia do rio Beni, a cerca de 380 km de

distância. Os resultados para as mulheres bolivianas foram especialmente preocupantes: elas não têm envolvimento com mineração ou contato com mercúrio e dependem de uma dieta de subsistência a base de peixe. Isto sugere que muito mais mulheres que têm uma dieta rica em peixe nesta região correm o risco de apresentar altos níveis de exposição ao mercúrio através de sua dieta.

A amostragem do cabelo foi conduzida pelas ONGs de forma idêntica em todos os quatro locais, usando uma metodologia verificada e aprovada e um protocolo baseado em ciência para garantir a comparabilidade dos resultados e a minimização da contaminação cruzada. As amostras de cabelo foram enviadas para o Instituto de Pesquisa em Biodiversidade (BRI) nos EUA para análise e os resultados das concentrações de mercúrio foram relatados em partes por milhão (ppm) para comparação com o nível limite USEPA de 1 ppm. A metodologia, análise e comparação com níveis de referência são descritas no capítulo 2.

A atividade garimpeira de ouro que utiliza mercúrio é atualmente a principal fonte de poluição global por mercúrio, representando 38% das emissões antropogênicas globais, e introduziu cerca de 1.220 toneladas de mercúrio em ambientes terrestres e de água doce em 2015 (UNEP 2018). Em alguns locais de países da América Latina há poucos dados disponíveis sobre o impacto do uso do mercúrio no meio ambiente, nos ecossistemas e nas pessoas que lá vivem. IPEN respondeu aos convites de suas organizações participantes para realizar um estudo piloto de subpopulações sensíveis em quatro localidades. As mulheres em idade fértil são consideradas um subgrupo particularmente sensível, pois o feto é especialmente suscetível aos impactos do mercúrio no seu desenvolvimento, que atua como uma poderosa neurotoxina. Os resultados demonstram que as mulheres indígenas que dependem de peixe para obter proteína, bem como um número significativo de mulheres em outras ocupações que vivem nas proximidades da atividade de mineração de ouro, têm níveis elevados de mercúrio. A análise dos questionários fornecidos pelas mulheres participantes sugere que a exposição alimentar através do peixe contaminado é a principal fonte dos níveis elevados de mercúrio nas mulheres.

Resultados perturbadoramente altos foram encontrados entre a maioria das mulheres participantes de Esse Ejja na bacia do rio Beni na Bolívia, com os mais altos níveis entre todas as participantes deste estudo. Os níveis foram iguais ou superiores aos níveis mais altos detectados em qualquer estudo anterior do IPEN. Vila Nova, no Brasil, registrou os níveis médios de mercúrio mais altos entre as participantes, seguida por El Callao, Venezuela. Os níveis médios de mercúrio em Íquira, cidade da província de Huila, Colômbia, foram muito baixos e isto se deve ao fato de que nenhuma mulher pesquisada comia peixe e que o mercúrio foi retirada-

do gradualmente da mineração de ouro há vários anos. Embora a contaminação por mercúrio dos ecossistemas locais pela mineração histórica ainda esteja presente na província de Huila, o não-consumo de pescado pelos participantes eliminou esta significativa via de exposição.

Apesar das proibições nacionais ao uso de mercúrio em alguns desses países, a Convenção Minamata sobre Mercúrio ainda permite que o comércio legal global de mercúrio continue e não proíbe o uso de mercúrio na mineração de ouro em escala artesanal. Até que a Convenção seja emendada para eliminar essas deficiências, o comércio legal e ilegal de mercúrio para o garimpo de ouro continuará e o impacto sobre o meio ambiente e a saúde humana continuará a crescer.







# INTRODUÇÃO

A Convenção de Minamata sobre Mercúrio (o Tratado de Mercúrio) foi adotada em outubro de 2013 e entrou em vigor em 16 de agosto de 2017, dando-lhe o poder de vincular o direito internacional às Partes que a ratificaram. A criação do Tratado de Mercúrio serve para nos lembrar que a comunidade global agora reconhece a poluição por mercúrio como uma ameaça global à saúde humana, à subsistência e ao meio ambiente, e que atualmente está preparada para se comprometer com novas ações para reduzir a exposição global ao mercúrio. IPEN esteve estreitamente envolvida nas negociações que levaram à adoção da Convenção de Minamata, procurando fortalecer seus dispositivos sempre que possível e fornecendo apoio e informações aos delegados do Tratado para esclarece-los sobre a ampla gama e a gravidade das questões de poluição por mercúrio enfrentadas globalmente, bem como as soluções potenciais.

Desde a entrada em vigor do Tratado de Mercúrio, IPEN tem permanecido ativa nas negociações em andamento sobre questões técnicas relacionadas à implementação do Tratado e na coleta de dados em apoio às atividades de redução do mercúrio. IPEN continua a desenvolver uma série de atividades de capacitação relacionadas ao Tratado de Mercúrio, a lançar publicações e desenvolver campanhas de conscientização que incluem monitoramento e biomonitoramento do mercúrio. As Partes do Tratado reconhecem que são necessários dados específicos para estabelecer linhas de base dos níveis globais de contaminação por mercúrio para que a eficácia das medidas do Tratado possa ser avaliada ao longo do tempo. As atividades de biomonitoramento são cruciais para preencher as lacunas de dados sobre os impactos potenciais do mercúrio, particularmente nos países em desenvolvimento e nos países com economias em transição.

Este estudo é o mais recente de uma série de estudos de exposição a mercúrio de mulheres em idade fértil, realizados conjuntamente por IPEN e BRI. Ele foi realizado para gerar dados de biomonitoramento de mercúrio em locais onde existem lacunas significativas de dados sobre a exposição

das mulheres ao mercúrio e onde há suspeita de fontes de poluição por mercúrio. Especificamente, estes são locais em países da América Latina onde a mineração de ouro em pequena escala é conduzida utilizando mercúrio<sup>1</sup>. Estudos anteriores de IPEN e BRI descobriram que as mulheres que vivem em locais ou regiões onde a mineração artesanal e em pequena escala de ouro (ASGM) é realizada frequentemente, têm uma elevada carga corporal de mercúrio através do manuseio do mercúrio, vivendo nas proximidades da extração de ouro com mercúrio, ou comendo peixe contaminado de lagos e rios contaminados com mercúrio oriundo do processamento do ouro. Neste estudo, 163 mulheres de comunidades da Bolívia, Brasil, Venezuela e Colômbia se ofereceram como voluntárias para a análise da concentração total de mercúrio.

## 1.1 BIOMONITORAMENTO

O biomonitoramento do mercúrio é um elemento importante de qualquer estratégia para avaliar, monitorar e reduzir a poluição global por mercúrio, ao mesmo tempo em que ilumina pontos cruciais locais que podem exigir atenção urgente se os níveis de exposição forem altos. Os dados globais sobre biomonitoramento de mercúrio têm sido fragmentados com muitas lacunas de dados, especialmente de países em desenvolvimento e países com economias em transição. Em resposta à necessidade de melhores dados, IPEN desenvolveu uma importante colaboração com o Instituto de Pesquisa em Biodiversidade (BRI), um grupo de pesquisa ecológica, sem fins lucrativos, com mais de 25 anos de experiência avaliando as ameaças emergentes à vida selvagem e aos ecossistemas. O BRI é líder mundial em pesquisa ecológica relacionada ao monitoramento e à toxicologia do mercúrio e oferece conhecimentos e recomendações a muitas partes do Tratado de Mercúrio. Este estudo se soma à longa lista de locais em todo o mundo onde o IPEN e o BRI têm colaborado usando seus conhecimentos técnicos e amplo alcance através de uma rede global de Organizações Participantes (OPs) do IPEN. Projetos conjuntos anteriores incluíram o monitoramento de mercúrio em mulheres em idade fértil na região da Ásia e do Pacífico, Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento, Europa Oriental, África e muitas outras localidades. Prevê-se que este estudo piloto de localidades na América Latina possa ser expandido num futuro próximo para incluir uma série de novos locais.

---

1 Neste estudo foi selecionado um local na Colômbia onde a mineração de ouro era historicamente realizada usando mercúrio para extrair ouro do minério, mas onde os garimpeiros agora implementam métodos de extração de ouro sem mercúrio, para comparar a exposição ao mercúrio e a carga corporal das mulheres de áreas onde o mercúrio ainda é usado para extrair ouro.



Os resultados das amostras para este estudo serão adicionados ao banco de dados de centenas de amostras anteriores analisadas pelo BRI em seu laboratório em Maine, EUA, fornecidas voluntariamente por mulheres preocupadas com sua carga corporal de mercúrio e qualquer potencial impacto futuro sobre seus filhos por nascer. O mercúrio é uma neurotoxina potente à qual o feto é altamente suscetível, e fornecer às mulheres dados sobre sua carga corporal de mercúrio as capacita a tomar decisões informadas sobre a redução de sua exposição ao mercúrio, a fim de melhor proteger sua saúde.

Amostras de cabelo na América Latina foram coletadas por Organizações Participantes do IPEN, bem como por organizações da sociedade civil, em cooperação com as comunidades locais. Esta forma de monitoramento do mercúrio pode atuar como um impulso para que os países ratifiquem e implementem o Tratado de Mercúrio e reduzam a poluição por mercúrio, ao mesmo tempo em que estabelece uma linha de base para observação de quaisquer futuras reduções de mercúrio entre suas populações, como resultado de medidas de redução. As Partes do Tratado de Mercúrio concordaram que existe a necessidade de gerar dados de monitoramento de mercúrio de todo o mundo que possam ser utilizados para avaliar a eficácia do Tratado ao longo do tempo na redução da poluição por mercúrio.

Em 2014, IPEN lançou o Programa Internacional de Atividades de Implementação do Tratado de Mercúrio (IMEAP, em inglês), com o objetivo de apoiar os preparativos para os países em desenvolvimento e países com economias em transição para a rápida ratificação e implementação antecipada do Tratado de Mercúrio. IPEN concluiu com sucesso projetos de pesquisa relacionados com o mercúrio e atividades associadas em 29 países através do IMEAP. Neste processo, as organizações membros comunicaram a rede IPEN sobre a necessidade de realizar um biomonitoramento direcionado ao mercúrio para tratar de amplas lacunas de dados, elevar ainda mais a conscientização sobre o mercúrio e promover a ratificação do Tratado sobre o Mercúrio. Em 2015, IPEN desenvolveu um programa de biomonitoramento de mercúrio com foco em subpopulações vulneráveis identificadas no preâmbulo do Tratado de Mercúrio, assim como no Artigo 16 (Aspectos de saúde), Artigo 18 (Informação, conscientização e educação do público), Artigo 19 (Pesquisa, desenvolvimento e monitoramento), Artigo 22 (Avaliação da eficácia) e Anexo C - Mineração de ouro artesanal e em pequena escala (ASGM) e Planos de Ação Nacionais (PANs) do Tratado. Em muitos países em desenvolvimento e em transição, há uma escassez de dados de biomonitoramento de mercúrio com os quais se pode informar as decisões políticas e gerar uma conscientização pública sobre os perigos da exposição ao mercúrio.

IPEN, através de seu projeto anterior de biomonitoramento de mercúrio em colaboração<sup>2</sup> com o BRI, ganhou valiosos conhecimentos sobre locais potenciais para monitoramento enquanto construía capacidade dentro de sua rede para implementar uma gama mais ampla de atividades de monitoramento. A equipe do projeto IPEN/BRI determinou que havia a necessidade de gerar dados de todo o mundo, com ênfase na atividade de mineração em pequena escala na América Latina.

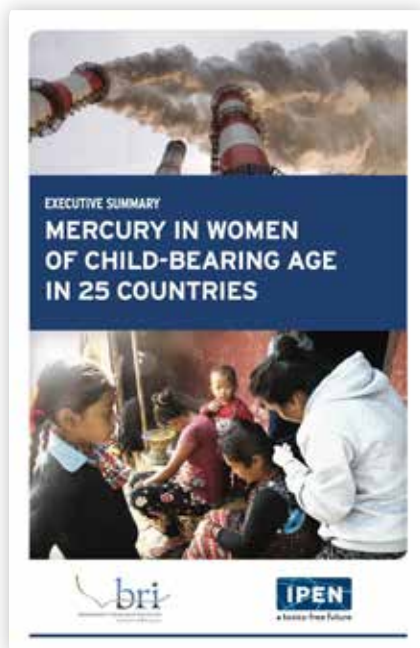
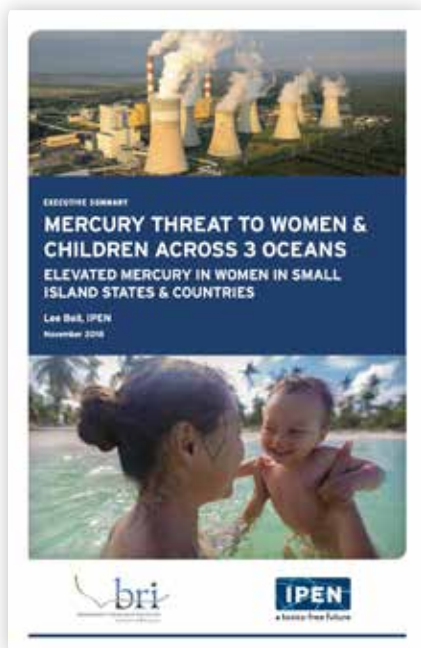
## 1.2 EXPANDINDO O PROGRAMA IPEN DE MONITORAMENTO DE CABELO

Em um estudo de 2015/16<sup>3</sup> (publicado em 2017), IPEN e BRI fizeram parceria com a ONU Meio Ambiente (anteriormente PNUMA) para realizar o biomonitoramento de mercúrio em mulheres em idade fértil. A amostragem foi realizada em quatro Pequenos Estados Insulares em

---

2 Evers, D. *et al.* (2014). Global mercury hotspots: New evidence reveals mercury contamination regularly exceeds health advisory levels in humans and fish worldwide. Biodiversity Research Institute. Portland, Maine. IPEN. Göteborg, Sweden. BRI-IPEN Science Communications Series 2014-34. 2 pages.

3 Bell, L., (2017) Mercury Monitoring in Women of Child-Bearing Age in the Asia and the Pacific Region. A joint study by UN Environment, Biodiversity Research Institute and IPEN. April 2017. Berkeley, California.



desenvolvimento do Pacífico (SIDS) e dois países não-Pacífico. Os dados desse relatório para os países das Ilhas Cook, Ilhas Marshall, Kiribati e Tuvalu foram posteriormente combinados com um relatório de amostragem de IPEN muito maior sobre os SIDS de 2018<sup>4</sup>, pois usaram metodologias e protocolos de amostragem idênticos para fornecer uma imagem mais nítida da situação dos SIDS do Pacífico e para comparação com os SIDS não-Pacífico.

No estudo global subsequente de IPEN/BRI, <<<Mercúrio em Mulheres em Idade Fértil em 25 Países>>>, as Ilhas Salomão, Tonga e Vanuatu, Samoa e Fiji foram adicionadas ao banco de dados de amostras. Os resultados do monitoramento de mercúrio do estudo 2015/16 e do estudo global subsequente foram significativamente elevados para quase todas as Ilhas do Pacífico. Dada a falta de fontes locais de poluição, isto poderia ser atribuído à contaminação por mercúrio dos peixes, que é um componente chave das dietas das ilhas e a fonte predominante de proteína para cente-

4 Bell, L., (2018) Mercury Threat to Women and Children Across 3 Oceans. Elevated Mercury in Women in Small Island States and Countries. A joint study by Biodiversity Research Institute and IPEN. April 2017. Berkeley, California.

nas de milhares de ilhéus do Pacífico. A principal descoberta do estudo colaborativo entre o IPEN, o BRI e a ONU Meio Ambiente foi que os ilhéus estudados no Pacífico enfrentam um grave problema com a contaminação por mercúrio dos peixes, que compreende uma parte importante de sua dieta. O problema pode ter ramificações significativas para todos os habitantes das ilhas do Pacífico, já que quase todos os avaliados ultrapassaram o nível limite de 1 ppm de contaminação por mercúrio de seus cabelos. Os resultados elevados na maioria dos SIDS, onde o peixe é um alimento básico, sugerem um problema de contaminação amplamente disseminado que pode estar tendo efeitos em nível populacional que requerem monitoramento e medidas de redução adicionais.

Os resultados dos estudos globais e dos SIDS demonstraram claramente que uma dieta rica em peixes (e em alguns casos incluindo mamíferos marinhos como as focas) é um caminho de exposição direta e potente para que o metilmercúrio entre no corpo humano e aumente a carga de mercúrio no organismo. Entretanto, embora uma dieta rica em peixes contribua significativamente para a carga corporal de mercúrio, ela não é a única forma de exposição que pode resultar em uma elevada carga corporal de mercúrio. A mineração artesanal e em pequena escala de ouro é a principal fonte de liberação de mercúrio para a atmosfera, terra e água no mundo atualmente. O biomonitoramento feito por IPEN nas comunidades garimpeiras no sudeste da Ásia e na África registrou algumas das maiores cargas corporais de mercúrio entre as mulheres em idade fértil em nosso programa de monitoramento até o momento. Relatórios de expansão da atividade de ASGM na América Latina, aumento do comércio de mercúrio para a região e pedidos de ONGs de base para atualizar dados de biomonitoramento levaram IPEN e BRI a iniciar estudos-piloto de amostragem em locais relacionados ao garimpo de ouro na Bolívia, Colômbia, Venezuela e Brasil. Mais países da região poderão ser incluídos em estudos futuros.

### ***ASGM (Mineração de Ouro Artesanal e em Pequena Escala, ou Garimpo)***

Estima-se que a mineração de ouro artesanal e em pequena escala seja praticada por 14 a 19 milhões de pessoas em todo o mundo (Steckling *et al.* 2017). A maioria são garimpeiros de subsistência empobrecidos e alguns estão até mesmo contratados em um sistema onde devem trabalhar para pagar dívidas para aqueles mais acima no sistema em locais de mineração rudimentar com pouca ou nenhuma precaução de segurança ou equipamento de proteção individual. O mercúrio é amplamente utilizado para extrair pequenas partículas de ouro do minério e do concentrado de minério, e a exposição ao mercúrio pode ser significativa. Estima-se que



**Figura 1. Exemplo de um “centro de processamento” de moinho de bolas para minério de ouro na Indonésia.** Foto: Lee Bell, IPEN

esta prática resulta atualmente na liberação de até 2.000 toneladas por ano de mercúrio no meio ambiente (PNUMA 2020).

O mercúrio pode ser adicionado aos moinhos de bolas (ver Fig. 1), que são fileiras de vasos de aço girados por roldanas a partir de um pequeno motor. No interior dos vasos estão bolas ou varetas de aço que servem para moer e quebrar rochas e liberar partículas de ouro do minério. O mercúrio é adicionado aos moinhos de bolas e se aglutina com as partículas de ouro. Quando o moinho de bolas funciona por algumas horas, o mercúrio e o ouro amalgamados são separados dos resíduos de minério no interior e queimados com um maçarico para que o mercúrio evapore e se recupere o ouro. O mercúrio também é frequentemente adicionado quando se procura por ouro ao amalgamar pequenas partículas de ouro do minério. Os rejeitos ou resíduos do processo são contaminados com mercúrio e geralmente despejados no ambiente onde o mercúrio evapora e se espalha através do solo para os cursos d’água.

Em alguns locais, os rejeitos contaminados por mercúrio são então processados através da cianetação para extração do ouro restante. Isto é especialmente perigoso, pois os complexos de cianeto de mercúrio que são gerados através desta atividade são extremamente tóxicos para a saúde humana e para o meio ambiente. Embora o cianeto seja uma substância química tóxica, a cianetação cuidadosamente gerenciada sem mercúrio, utilizando equipamentos de proteção e tomando precauções, é relativamente segura e o cianeto se decompõe rapidamente na exposição à atmosfera e não se acumula no ambiente.

O uso de mercúrio na extração de ouro pode levar a uma variedade de cenários de exposição. Os garimpeiros que manuseiam o mercúrio são expostos a vapores de mercúrio que podem ser inalados. Os operadores de moinhos de bolas também são expostos a vapores. A intoxicação por vapores de mercúrio em vez da ingestão através de dieta pode levar a uma condição conhecida como intoxicação crônica por vapor de mercúrio metálico (CMMVI), que causa impactos semelhantes à saúde de outras formas de intoxicação por mercúrio (Steckling *et al.* 2017). O manuseio de rejeitos dos moinhos de bolas também pode deixar resíduos de mercúrio nas roupas dos garimpeiros, o que pode causar exposição a eles, bem como a suas famílias, se voltarem para casa com as roupas contaminadas. Os garimpeiros frequentemente operam em áreas mais remotas e dependem da vida silvestre local e dos peixes para complementar seus suprimentos de alimentos. Onde o mercúrio entrou nos cursos d'água locais a partir de resíduos de processamento de ouro, o peixe pode ficar contaminado com metilmercúrio. Os mineiros podem ser expostos tanto à inalação de vapor de mercúrio metálico quanto ao metilmercúrio dietético por comerem peixe contaminado (Junaidi *et al.* 2019). Em alguns casos, foi demonstrado que mesmo o arroz (Novirsa *et al.* 2019) pode ser contaminado com mercúrio proveniente das atividades de mineração, especialmente se o processamento for conduzido em vilarejos próximos a arrozais. Isto proporciona mais uma rota de exposição para os garimpeiros e suas famílias que acumulam mercúrio.

À medida que o ambiente dos mineiros fica progressivamente mais contaminado com o mercúrio que utilizam, aumenta o potencial de exposição ao mercúrio na poeira, nos vapores e em sua dieta. Quando o suprimento de ouro em um local específico se esgota, os resíduos de mercúrio são abandonados, criando um local contaminado que continua representando uma ameaça à saúde humana, impactando o ambiente local por décadas.





### 1.3 IMPACTOS À SAÚDE DA EXPOSIÇÃO AO MERCÚRIO NA ASGM

O mercúrio é uma neurotoxina potente para os humanos e pode afetar o sistema nervoso central do feto em desenvolvimento meses após a exposição da mãe. Os efeitos prejudiciais que podem ser passados da mãe para o feto incluem comprometimento neurológico, perda de QI e danos aos rins e ao sistema cardiovascular. Os sintomas de intoxicação incluem tremores, insônia, perda de memória, efeitos neuromusculares, dores de cabeça e disfunções cognitivas e motoras. Em altos níveis de exposição ao mercúrio isso pode levar a danos cerebrais, retardo mental, cegueira, convulsões e incapacidade de falar (Grandjean *et al.* 1997, Murata *et al.* 2004). A via de exposição predominante para que o mercúrio tenha impacto sobre a saúde dos trabalhadores do garimpo é a inalação de vapor de mercúrio, levando à intoxicação crônica de vapor de mercúrio metálico (CMMVI). Sua saúde também pode ser afetada pela ingestão de fontes alimentares locais contaminadas por mercúrio, como peixe e arroz (Feng *et al.* 2008). As mulheres são frequentemente empregadas em atividades de garimpo e em alguns locais estão mais expostas ao mercúrio do que os homens, pois os homens estão envolvidos na extração de minério enquanto as mulheres podem processar o minério com mercúrio.

Mesmo que as mulheres não estejam envolvidas na atividade de garimpo, elas podem ter membros da família que estão, ou podem viver ao lado de moinhos de bola e atividades de queima de amálgama ou simplesmente comer peixe e arroz locais contaminados pela atividade garimpeira. Devido à sensibilidade do feto aos impactos neurotóxicos do mercúrio, IPEN coleta amostras de cabelo de mulheres voluntárias em idade fértil e que podem potencialmente estar considerando ter filhos. Como um subgrupo sensível da população local, a carga corporal de mercúrio das mulheres neste coorte é um indicador importante quanto aos efeitos potenciais do mercúrio nas comunidades locais próximas aos sítios de mineração de ouro.

#### 1.4 IMPACTOS ECONÔMICOS DA CARGA CORPORAL DE MERCÚRIO

Embora os impactos na saúde de níveis elevados de mercúrio no corpo humano estejam bem documentados, um recente estudo pioneiro<sup>5</sup> realizado por Trasande *et al.* também estimou as perdas econômicas atribuíveis à perda de produtividade nas populações onde os níveis de carga de mercúrio no corpo humano excedem 1 ppm. O estudo analisou amostras de cabelos de 15 países em desenvolvimento e países em transição econômica. Os resultados mostraram que 61% de todos os participantes apresentavam concentrações de mercúrio capilar superiores a 1 ppm. Usando uma relação linear dose-resposta e uma suposta diminuição de 0,18 pontos de QI por parte por milhão (ppm) por aumento nas concentrações de mercúrio no cabelo, foi desenvolvida uma estimativa da perda de produtividade. Estes dados foram usados para estimar o aumento da incapacidade intelectual e a perda de Anos de Vida Ajustados à Incapacidade (DALY).<sup>6</sup> (DALY). Um total de US\$ 77,4 milhões em perda de produtividade econômica foi estimado assumindo um nível de referência de 1 ppm, e US\$ 130 milhões se nenhum nível de referência for utilizado. Para muitos dos 21 países identificados no relatório, tratar das questões de saúde humana reveladas através do processo de amostragem são fundamentais, mas o estudo Trasande *et al.* aponta para impactos econômicos de longo alcance da poluição por mercúrio que serão arcados pelos países menos capacitados para abordar a fonte da poluição por mercúrio e menos capazes de

5 Trasande L, DiGangi J, Evers D, Petrlik J, Buck D, Samanek J, Beeler B, Turnquist MA, Regan K (2016) Economic implications of mercury exposure in the context of the global mercury treaty: hair mercury levels and estimated lost economic productivity in selected developing countries, *Journal of Environmental Management* 183:229 - 235, doi: 10.1016/j.jenvman.2016.08.058 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27594689>

6 DALY é uma medida de anos de vida perdidos devido à morte prematura, mais os anos perdidos por severa incapacidade.

suportar tais custos. Portanto, é importante considerar todo o alcance dos impactos da poluição por mercúrio em termos de saúde humana, carga econômica e integridade ecológica.

Também foi estimado (Steckling *et al.* 2017) que, em escala global, 3,3-6,5 milhões de garimpeiros sofrem de CMMVI moderada. O peso desta doença em termos de anos de vida ajustados por deficiência (DALYs) é estimado em 1,22 a 2,39 milhões de DALYs. Isto torna a intoxicação por mercúrio um grande problema de saúde pública global e um fardo econômico.

## 1.5 A CONVENÇÃO DE MINAMATA DEVE SER MODIFICADA PARA PROIBIR O USO DE MERCÚRIO NA ASGM

O texto da Convenção de Minamata foi negociado durante vários anos entre muitas partes e, como tal, representa um produto de negociações de compromisso. Isto levou a uma série de pontos fracos na convenção que dificultam sua capacidade de reduzir rapidamente a poluição global por mercúrio. Três grandes fraquezas se combinam para permitir que o comércio de mercúrio para uso em ASGM continue sem redução.

1. É permitida a comercialização de mercúrio no mercado internacional de commodities para um “uso permitido”, de acordo com o artigo 3 da convenção. Os usos permitidos incluem amálgama dental, pesquisa de laboratório e alguns outros produtos e processos que requerem o uso de mercúrio onde não há alternativas disponíveis. Alguns desses processos, como as plantas de cloro e álcalis (data de eliminação 2025), produção de acetaldeído (data de eliminação 2028) e plantas de cloreto de vinila monômero utilizam grandes quantidades de mercúrio. As partes podem prorrogar as datas de eliminação por cinco anos por meio de isenção, além de uma opção por mais cinco anos. Isto efetivamente permite que grandes fluxos de mercúrio sejam comercializados legalmente no mercado internacional por mais uma década e torna muito difícil a tarefa dos funcionários da alfândega de identificar quaisquer remessas ilegais de mercúrio destinadas ao uso de ASGM, pois as remessas são frequentemente rotuladas como sendo destinadas a um “uso permitido”, como amálgama dentária.
2. A mineração primária de mercúrio nas minas de cinábrio é permitida nos termos do artigo 5 por até 15 anos a partir da data de entrada em vigor da convenção para uma parte. Novas minas não podem ser abertas, mas as minas existentes podem continuar a operar por esse período (e possivelmente ser prorrogado por meio de isenção). Isto permite que novos suprimentos primários de mercúrio sejam comercializados no mercado internacional de commodities. Embora o mercúrio desta

fonte só seja permitido para ser utilizado na fabricação de produtos com mercúrio de acordo com o artigo 4 da convenção e nos processos de fabricação listados no artigo 5 da convenção, as remessas podem ser etiquetadas para um falso uso final e redirecionadas para a ASGM.

3. O uso de mercúrio é ‘permitido’ para ASGM, embora cada país com atividade significativa de ASGM deva desenvolver um Plano de Ação Nacional (PAN) para reduzir o uso de mercúrio neste setor. Embora muitos países possam tornar o uso doméstico de mercúrio em ASGM ilegal, a convenção não o faz. Isto age como um sinal em nível internacional de que o uso de mercúrio na ASGM deve ser tolerado para supostamente proporcionar um meio de subsistência para os milhões de pessoas envolvidas nesta atividade. Se o uso de mercúrio em ASGM fosse proibido pela convenção, então as partes da convenção poderiam tomar medidas mais fortes localmente para fazer cumprir a proibição.

Esses três fatores combinam-se para permitir o abastecimento ilegal e legal de mercúrio para o setor de ASGM. Se o comércio global de mercúrio fosse ilegal, o fornecimento seria drasticamente reduzido, o preço do mercúrio disponível provavelmente aumentaria além da capacidade dos garimpeiros de usá-lo e as remessas ilegais seriam muito mais fáceis de detectar, pois não poderiam ser tão facilmente disfarçadas para “usos permitidos” e cruzar fronteiras internacionais. Quando os países têm uma necessidade interna legítima de uso do mercúrio, este poderia ser obtido através da recuperação/reciclagem do mercúrio já em circulação nesse país em produtos ou processos destinados à eliminação progressiva. Os EUA e a UE proibiram as exportações de mercúrio, mas as proibições de exportação e importação<sup>7</sup> precisam ser adotadas por todos os países a fim de produzir um efeito decisivo sobre seu uso na ASGM.

A permissão contínua da atividade de mineração primária de mercúrio simplesmente injeta um volume maior de mercúrio no mercado global de commodities a ser drenado para a atividade de ASGM. Os países deveriam ser obrigados a se concentrar na recuperação doméstica de mercúrio de um estoque crescente de produtos em fim de vida útil, processos de eliminação gradual e tratamento de resíduos de mercúrio do setor de petróleo e gás e outras fontes disponíveis para quaisquer usos essenciais de mercúrio.

---

7 Isenções específicas devem ser aplicadas onde o mercúrio e os resíduos de mercúrio estão sendo importados para tratamento e disposição final ambientalmente correta e onde o país exportador não tem a infraestrutura e a capacidade para gerenciar o mercúrio com segurança.

O aumento dos preços do mercúrio doméstico aceleraria a substituição do mercúrio na maioria dos produtos e processos.



## 2. METODOLOGIA

Em preparação para a implementação deste projeto, IPEN e BRI adaptaram uma metodologia baseada na estrutura de amostragem capilar previamente desenvolvida por IPEN, BRI e PNUMA em um projeto de biomonitoramento de mercúrio realizado em 2016 para a Ásia e a Região do Pacífico<sup>8</sup>, e em um estudo de monitoramento capilar global muito mais amplo em 2017 de IPEN/BRI.<sup>9</sup> A metodologia leva em conta protocolos cientificamente sólidos e reconhecidos de monitoramento capilar humano, incluindo tanto questões técnicas e práticas como uma revisão ética pelo Conselho de Revisão Institucional da Universidade do Sul do Maine em Portland, EUA. A metodologia abrange método de amostragem, coleta de dados, medições de mercúrio, armazenamento e envio de amostras, bem como avaliação dos resultados e feedback aos participantes.

### 2.1 MÉTODO DE AMOSTRAGEM

#### 2.1.1 Grupo alvo

O foco deste projeto é o grupo vulnerável da subpopulação de mulheres em idade fértil nas comunidades latino-americanas impactadas pelas atividades da ASGM. A definição de “idade fértil” difere, até certo ponto, entre várias instituições. Estudos realizados por pesquisadores dos Estados Unidos utilizam a faixa etária de 18 a 44 anos devido às limitações do governo federal dos EUA de amostragem de material biológico de menores. Para este projeto, o grupo alvo para a amostragem é o das mulheres em idade fértil de 18 a 44 anos, pois isso permitiria a comparação com outros estudos que utilizam esta faixa e, ao mesmo tempo, atenderia às exigências legais do laboratório BRI sediado nos EUA. Os impactos específicos

---

8 Bell, L. (2017) Mercury Monitoring in Women of Child-Bearing Age in the Asia and the Pacific Region. A joint study by UN Environment, Biodiversity Research Institute and IPEN. April 2017. Berkeley, California.

9 Bell, L., *et al.* (2017) Mercury in Women of Child-bearing Age in 25 Countries. A joint study Biodiversity Research Institute and IPEN. November 2017. Berkeley, California.

dos poluentes tóxicos sobre as mulheres são cada vez mais reconhecidos como uma prioridade global para investigação e reparação. IPEN e a ONU Meio Ambiente anunciaram o estabelecimento de uma parceria<sup>10</sup> sobre esta questão na 3ª Assembleia das Nações Unidas sobre Meio Ambiente em Nairóbi, Quênia. Este estudo procura aprofundar as informações sobre os impactos do mercúrio nas mulheres.

### **2.1.2 Seleção dos participantes**

As mulheres participantes foram selecionadas com base nos critérios de (1) sua idade (18 - 44 anos); (2) disposição para participar; e (3) ter cabelo suficiente para fornecer uma amostra para análise. As Organizações Participantes (OPs) e organizações da sociedade civil não afiliadas (OSCs) de IPEN identificaram e convocaram participantes em cada local para administrar os formulários de consentimento e questionário, e conduzir a amostragem de cabelos de acordo com os protocolos especificados. As OPs e as OSCs recolheram amostras de uma maneira cientificamente sólida que é consistente com os padrões reconhecidos para a coleta de amostras de cabelo humano para o monitoramento de mercúrio<sup>11</sup>. Todos foram emitidos com metodologia padronizada e protocolos desenvolvidos por BRI e IPEN para garantir a consistência e a comparabilidade entre este estudo e estudos anteriores de monitoramento de mercúrio capilar realizados por IPEN e BRI. Os locais onde a amostragem foi realizada foram baseados no aconselhamento de OPs e OSCs locais, que consideraram questões de acesso, sensibilidades culturais, tempo e abordagens cooperativas com as comunidades locais e organizações da sociedade civil que apoiaram a amostragem.

### **2.1.3 Revisão ética e confidencialidade dos participantes**

Antes da implementação deste projeto de amostragem, a metodologia geral foi revisada e aprovada pelo Conselho de Revisão Institucional da Universidade do Sul do Maine nos Estados Unidos para garantir que ela atendesse aos padrões contemporâneos de implementação ética de estudos envolvendo temas humanos. O protocolo de coleta de amostras incorporou documentos e procedimentos consistentes com esta aprovação ética. Foi solicitado às participantes que assinassem um formulário de consentimento se estivessem dispostos a ter uma amostra de cabelo coletada para análise.

10 A declaração completa da parceria sobre mulheres e substâncias químicas está disponível em <https://ipen.org/documents/statement-partnership-between-ipen-and-unep-focus-women-and-chemicals>

11 United Nations Environment Programme and the World Health Organization (UNEP/WHO), (2008) Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure.



Um questionário foi então administrado às participantes pelo representante da PO do IPEN ou representante da CSO, apoiado por um voluntário local de língua nativa, para garantir que o processo fosse compreendido pelas participantes e que informações precisas pudessem ser coletadas dos questionários. Quando o inglês não era um idioma apropriado, foi fornecida às participantes uma tradução da documentação relevante, incluindo renúncias, questionários e exemplos de resultados. O direito de confidencialidade foi concedido a cada participante individual, a menos que ela voluntariamente decidisse assinar um documento para renunciar a ele. Para proteger a confidencialidade das participantes, vários controles foram implementados.

Os dados relacionados ao projeto são apresentados como uma análise agregada que não permite a identificação pública das participantes individuais. Cada amostra de cabelo enviada para os laboratórios do BRI foi etiquetada com um código de identificação de amostra individual e código de localização do país, de modo que o BRI não teve acesso à identidade das participantes individuais da amostragem. O mesmo código de identificação é afixado na página principal de cada questionário preenchido, permitindo que os dados dos questionários informem a interpretação da análise da amostra pelo IPEN sem comprometer a confidencialidade. A PO ou a CSO que conduziu a amostragem detém a lista principal ligando o código de identificação ao nome da participante para permitir-lhe que forneça feedback contextual relacionado à saúde para a participante individual juntamente com os resultados de sua análise individual de amostras de cabelo para concentrações totais de mercúrio. Uma vez que os dados da amostra individual da participante são gerados e comunicados de volta à participante, essa pessoa tem o direito de liberar essa informação e identificar-se publicamente caso opte por fazê-lo. Isto é consistente com o direito de um indivíduo de saber sobre suas informações pessoais de saúde e divulgá-las se assim o desejar.

#### ***2.1.4. Protocolo de coleta de amostra***

Todas as OPs e OSCs encarregadas de coordenar a coleta de amostras receberam protocolos detalhados de coleta de amostras, acondicionamento e envio para garantir a minimização de qualquer contaminação cruzada e padronizar a coleta de amostras para análise comparativa. Antes de colher quaisquer amostras, a participante foi convidada a assinar o formulário de consentimento. Se a participante recusou, nenhuma amostra foi coletada. Depois que a participante assinou o formulário de consentimento, o amostrador então administrou o questionário.

Após a conclusão da documentação, o amostrador, enquanto usava um par de luvas de exame de nitrilo (para coleta e manuseio de cada amostra),

usaria um pano com álcool para limpar as superfícies de corte das tesouras de aço inoxidável para cortar a amostra capilar. As amostras de cabelo eram obtidas dos indivíduos pelo corte de um pequeno feixe de cabelo de aproximadamente 8 - 10 cm de comprimento e a espessura de um lápis (cerca de 30 fios de cabelo) da região occipital do crânio o mais próximo possível do couro cabeludo. A amostra de cabelo foi então fixada com uma pequena etiqueta autoadesiva, usando uma seta para indicar a direção do couro cabeludo e deixando 3 - 4 cm de cabelo exposto a partir da etiqueta.

### **2.1.5. Análise de amostras - medição de mercúrio**

Uma vez corretamente embaladas e etiquetadas, as amostras foram enviadas pelo correio juntamente com uma folha de dados listando cada origem de amostra e um código de identificação de amostra correspondente. Assim que as remessas chegaram aos EUA, as amostras de cabelo foram analisadas para mercúrio total no Laboratório de Pesquisa de Mercúrio da Vida Selvagem do BRI, seguindo o método 7473 da EPA, por espectroscopia de absorção atômica de fusão de ouro, após a dessorção térmica da amostra, usando um Milestone DMA-80. Um branco e dois padrões de calibração (DORM-3 e DOLT-4) são usados em cada uma das duas células detetoras. A resposta do instrumento é avaliada imediatamente após a calibração e, em seguida, a cada 20 amostras e no final de cada execução analítica, pela execução de dois materiais de referência certificados e uma verificação do branco. O limite de detecção do instrumento é de aproximadamente 0,050 ng. Uma lavagem com acetona das amostras de cabelo seguida por um enxágue com água milli-Q pode ser usada para remover a contaminação externa, como produtos capilares. Os resultados do mercúrio total são então registrados para cada amostra em partes por milhão (ppm) e registrados em tabelas por localidade.

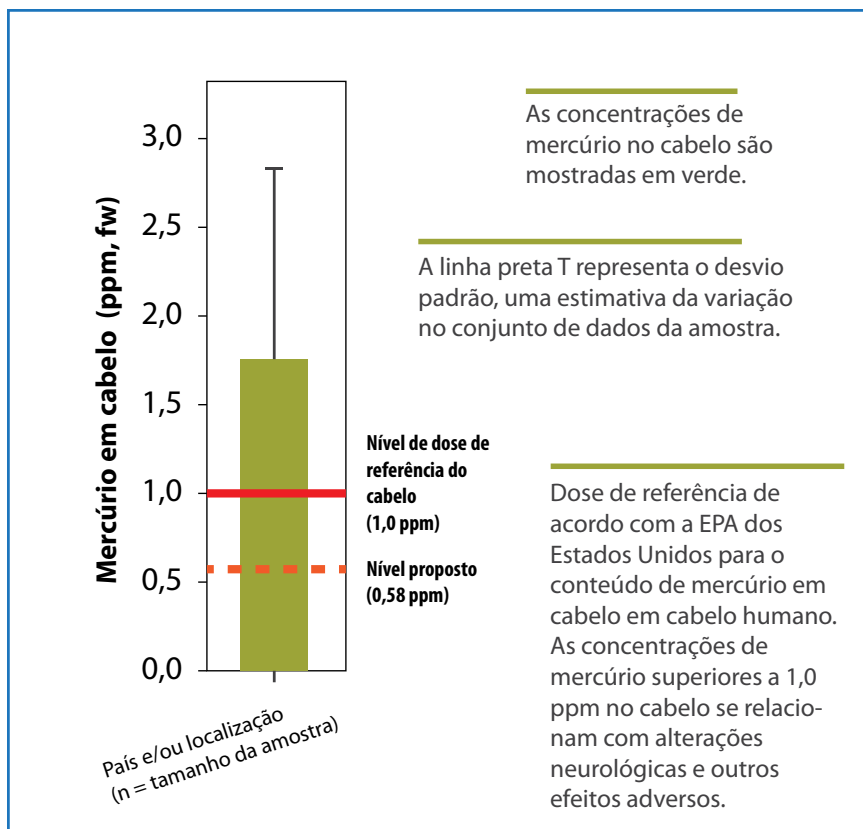
### **2.1.6. Avaliação dos resultados**

A interpretação dos resultados das amostras foi baseada na comparação dos dados gerados a partir das amostras de campo com um nível de referência de 1 ppm (partes por milhão), o que equivale aproximadamente à dose de referência da EPA dos EUA para mercúrio em cabelos humanos<sup>12</sup>. As concentrações de mercúrio acima de 1 ppm em cabelos têm sido relacionadas com deficiências neurológicas em adultos<sup>13,14</sup>. Estes dados

12 US EPA (1997) Mercury study report to Congress, Volume IV, An assessment of exposure to mercury in the United States. EPA-452/R-97-006

13 Yokoo, E.M., Valente, J.G., Grattan, L., Schmidt, S.L., Platt, I. and Silbergeld E.K. (2003) Low level methylmercury exposure affects neuropsychological function in adults. Environmental Health 2(1):8.

14 Karagas, M., Choi, A.L., Oken, E., Horvart, M., Schoeny, R., Kamai, E., Grandjean, P., and Korrick, S. (2012) Evidence on the human health effects of low-level methylmercury exposure. Environmental Health Perspectives, 120: 799-806



**Figura 2. Interpretação do quadro de concentração de mercúrio capilar.**

ajudarão a determinar as concentrações de contaminantes nos sujeitos humanos participantes e potencialmente identificar regiões que requerem uma investigação mais intensiva. Além disso, avanços recentes no estudo do impacto do mercúrio sobre o feto em desenvolvimento sugerem que os níveis de carga corporal de mercúrio para mulheres em idade fértil, medidos em concentrações de mercúrio total no cabelo (THg), acima de 0,58 ppm podem ter impactos sutis, mas problemáticos, sobre o desenvolvimento cognitivo da criança por nascer<sup>15</sup>. Por esta razão, IPEN aplicou o nível adicional ‘proposto’ de 0,58 ppm em relação aos resultados da amostragem relatados para avaliar os níveis relativos dos grupos estudados. Vários cientistas com experiência neste campo propuseram que o nível limite USEPA de 1 ppm fosse substituído pelo nível de 0,58 ppm.

15 Grandjean P, Pichery C, Bellanger M, Budtz-Jørgensen E (2012) Calculation of Mercury's effect on Neurodevelopment. Environ Health Perspect. 2012 December; 120(12).



## 3. LOCAIS DE AMOSTRAGEM

Os locais escolhidos para buscar participantes para a amostragem capilar de mercúrio na América Latina foram baseados no aconselhamento de OPs locais do IPEN e de Organizações da Sociedade Civil não filiadas que trabalham na área de saúde comunitária e da mulher e/ou desenvolvimento sustentável. Em todos os quatro locais havia ligações entre as participantes e a atividade local de ASGM. Um pouco excepcional foi o local na Colômbia, onde os garimpeiros e suas famílias usando técnicas mais avançadas sem mercúrio para a extração de ouro tinham usado anteriormente técnicas baseadas no uso de mercúrio. Os dados deste local foram incluídos para avaliar se há algum benefício para a saúde ou uma redução da carga corporal de mercúrio envolvida/alcançada/associada com a mudança para técnicas livres de mercúrio. Na Bolívia, as mulheres não têm envolvimento direto com a mineração de ouro, mas estão cercadas por garimpos selvagens, incluindo chineses, colombianos e brasileiros, bem como bolivianos.<sup>16</sup>

### 3.1 BRASIL - VILA NOVA, PORTO GRANDE, AMAPÁ STATE

A mineração de ouro é realizada no norte do estado do Amapá desde a década de 1930, inicialmente por garimpeiros locais e nas últimas décadas por grandes empresas de mineração de ouro industrial. Ciclos de conflito e cooperação entre pequenos garimpeiros e operações industriais têm ocorrido desde a introdução da mineração industrial em muitas áreas. A mineração artesanal é permitida pela constituição brasileira e vários estatutos têm regido a atividade. Apesar de o governo licenciar a atividade, muitas operações ilegais continuam, algumas com o envolvimento do crime organizado. Em 2008, a Lei 11.685 do Estatuto do Garimpeiro foi

---

16 <https://www.noticiasfides.com/economia/armada-confisca-dragas-chinas-que-operaban-de-manera-irregular-en-cachueta-esperanza-393365>  
[https://elpais.bo/nacional/20190620\\_armada-boliviana-secuestra-draga-colombiana-que-pretendia-operar-en-rio-beni.html](https://elpais.bo/nacional/20190620_armada-boliviana-secuestra-draga-colombiana-que-pretendia-operar-en-rio-beni.html)

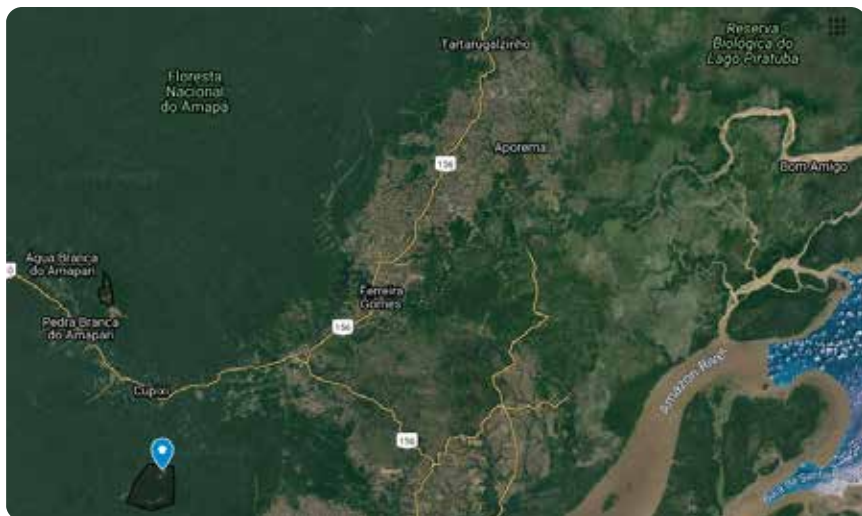


Figura 3. Localização de Vila Nova.



Source: Brazilian Geological Service (CPRM)

Figura 4. A mineração ilegal existe ao lado da mineração legal em muitos estados brasileiros.

promulgada e ampliou os direitos dos garimpeiros de trabalhar com rejeitos industriais e de formar cooperativas e outras modalidades de emprego (grupos familiares, parcerias etc.).

Vila Nova no Estado do Amapá é tanto a designação ampla de uma localidade rica em minerais (o polígono escuro na Fig. 4) quanto o nome de uma vila local onde se comercializa ouro e provisões obtidas pelos garimpeiros (o ponteiro azul na Fig. 3). O pequeno vilarejo fica a cerca de 20 km em linha reta ao sul da estrada principal “Perimetral Norte”, também conhecida como BR-210. A estrada de terra do local encontra a BR-210 em outro pequeno vilarejo conhecido como Cupixi, que também existe devido ao sítio garimpeiro. O local fica entre a densa floresta tropical e inclui estreitos vales fluviais e pântanos com floresta baixa e densa.

Dentro da localidade de mineração de ouro industrial, acontece o garimpo legal de ouro explorado por cooperativas e pelo garimpo ilegal, gerando tensão entre os grupos concorrentes. Os garimpeiros ilegais são muitas vezes bastante distintos dos garimpeiros tradicionais na medida em que estão ligados ou controlados por milícias armadas e/ou grupos do crime organizado. Os garimpeiros ilegais operam fora da lei utilizando práticas proibidas (tais como maquinaria pesada) e dentro de áreas protegidas. No vilarejo de Vila Nova muitos garimpeiros operam sob a cooperativa de mineiros COOPGAVIN ou Garimpo do Gaivota (Fig. 5), que inclui mulheres garimpeiras. O conflito com garimpeiros ilegais é um risco operacional para muitos garimpeiros licenciados, mas eles continuam a extrair e processar ouro. O ouro é explorado pela extração de poços, dragagem de rios e alguma prospeção aluvial nas margens dos rios.

O mercúrio é amplamente utilizado para amalgamar o ouro do minério concentrado e pode potencialmente afetar as mulheres envolvidas no garimpo e contaminar o ambiente local. Por sua vez, as mulheres que não estão envolvidas na mineração podem ter níveis elevados de mercúrio como resultado da ingestão de peixes contaminados dos tributários locais do Rio Araguari, como o Rio Amapari, que podem estar contaminados com mercúrio da mineração. A degradação ambiental é comum nas áreas fortemente florestadas onde ocorre a mineração. A maioria dos mineiros usa mercúrio para amalgamar o ouro usando técnicas rudimentares, incluindo eclusas, bateias e moinhos de bola e, em seguida, queima a amálgama de ouro/mercúrio para extrair o ouro. A contaminação ambiental direta da atividade garimpeira em Vila Nova combina com a contaminação por mercúrio a montante (da atividade garimpeira e de algumas liberações naturais da erosão) que contamina espécies de peixes locais, uma proteína básica para os garimpeiros e residentes.



**Figura 5. Impactos ambientais da mineração ilegal de ouro. Estado do Amapá, 2017. Foto: Daniel Beltra/Greenpeace**



**Figura 6. Participante fornecendo uma amostra de cabelo para análise de mercúrio em Vila Nova.**



Um estudo divulgado recentemente (Hacon *et al.* 2020) confirma que os peixes ribeirinhos do interior do estado do Amapá estão mais contaminados com mercúrio do que os peixes ribeirinhos costeiros e que os peixes carnívoros têm os níveis mais altos de mercúrio. O estudo constatou que todos os 428 peixes amostrados tinham níveis mensuráveis de mercúrio e que 28,7% deles excederam o limite de mercúrio da OMS de 0,5 µg/g para consumo humano. Também foi relatado que 77,6% dos peixes carnívoros, que são preferidos pelos consumidores na região de Vila Nova, excederam o limite da OMS com uma concentração média de 0,4 µg/g e uma faixa de 0,008-2,1 µg/g.

As mulheres de Vila Nova que ofereceram amostras de cabelo para este estudo eram residentes vivendo ao longo do rio perto da cidade, algumas eram da própria vila e outras que vivem um estilo de vida de subsistência extraindo alimentos da floresta e peixes do rio.

Todas as mulheres da Vila Nova e arredores registraram uma dieta que incluía o consumo de peixe local pelo menos uma vez por semana, com cerca de 10% delas comendo peixe todos os dias. Níveis elevados de mercúrio foram relatados em mulheres com os níveis mais elevados de consumo de peixe.

### 3.2 VENEZUELA - EL CALLAO, ESTADO BOLIVAR

A cidade de El Callao está localizada no noroeste do “Estado Bolívar” e é predominantemente uma cidade de garimpo de ouro com mineração industrial nas proximidades, além de ser um centro de comércio de ouro para o garimpo. A população oficial é de cerca de 20.000 habitantes, mas tem sido relatado que a população pode aumentar até cinco vezes em diferentes momentos devido à atividade mineradora.

A pequena cidade é cercada por uma selva verde montanhosa e está localizada em uma das áreas mais ricas em minerais da América Latina. Ouro e dinheiro são usados para o comércio de alimentos e provisões que são abundantes e relativamente baratos em comparação com outras partes do país. O garimpo perto de El Callao frequentemente envolve escavações profundas e trabalho em galerias de 1 metro de altura com alta umidade e pouca ventilação. Relatos de acidentes são comuns.

A área é de importância estratégica para o governo venezuelano que está procurando uma alternativa para a queda dos preços do petróleo. Eles designaram a região de *Arco Minero del Orinoco* (AMO) como uma zona de desenvolvimento estratégico nacional com 111.846 quilômetros quadrados, 12% da superfície do país, e estima-se que tenha cerca de 7.000 toneladas de reservas de ouro. Somente em 2018 foi relatado que o Banco



**Figura 7. Amálgama de ouro e mercúrio de extração em El Callao.**

Foto: Manu Quintero, BBC News



**Figura 8. Garimpeiro em El Callao com minério de ouro de um poço de extração.**

Foto: Manu Quintero, BBC News



MANU QUINTERO

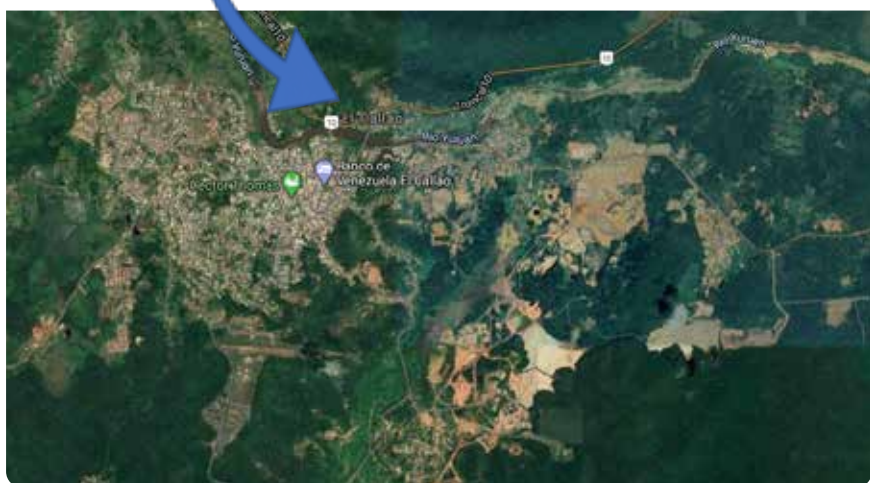
**Figura 9. Poços de extração de garimpo de ouro em El Callao.**

Fonte: Manu Quintero, BBC News



MANU QUINTERO

**Figura 10. Patrulha militar em El Callao.** Fonte: Manu Quintero, BBC News



Central da Venezuela havia recebido 9 toneladas de ouro da AMO. Tão importante é a região que o governo designou os militares para regular a área, que possui postos de controle militar em estradas de acesso chave.

Social e economicamente, o foco no ouro desta área tem gerado conflitos entre quadrilhas armadas, militares e garimpeiros. Antigos grupos guerrilheiros, incluindo organizações transfronteiriças, também estão envolvidos na atividade do ouro e na violência. Os militares da Venezuela também estão supostamente envolvidos no comércio do ouro e no controle dos garimpeiros em certas áreas. As quadrilhas armadas conhecidas como “Sindicatos” fornecem “proteção” armada aos mineiros, mas tam-

bém exigem pagamento por este serviço e taxas de “aluguel” para operar em vários locais, seja solicitado ou não (International Crisis Group, 2019). Acredita-se que eles controlam grande parte da atividade garimpeira e do contrabando de ouro enquanto oprimem as populações locais com ataques violentos contra os acusados de roubo ou outros delitos (Marco 2018). Os conflitos entre os chamados “Sindicatos” mineiros, garimpeiros e militares custaram muitas vidas (International Crisis Group, 2019) em um município onde a violência é comum e que em 2017 e 2018 teve a maior taxa de homicídios do país, de acordo com o Observatório Venezuelano de Violência (OVV).

### 3.3 COLOMBIA - ÍQUIRA, PROVÍNCIA DE HUILA

A cidade de Íquira, no Departamento de Huila, Colômbia, baseia-se há décadas em torno de uma economia dependente do cultivo de café. No entanto, no início dos anos 2000, crescia a consciência dos depósitos locais de ouro e prata. Os cafeicultores começaram a diversificar a mineração artesanal para complementar sua renda. Mesmo agora, o trabalho na mineração artesanal de ouro flutua sazonalmente para acomodar o cultivo e a colheita do café. Cooperativas, como a Cooperativa Agrominera<sup>17</sup> estabelecidas entre os garimpeiros de ouro da área, também gerenciam negócios agrícolas sob a mesma estrutura para acomodar a dupla ocupação de garimpo e agricultura de muitas pessoas na área.

Na Colômbia, o uso de mercúrio na mineração foi proibido em 16 de julho de 2018 pelo Governo colombiano com o estabelecimento da Lei 1658 de 2013. Entretanto, é provável que, devido ao alto preço do ouro nos mercados europeus e americanos, a mineração ilegal e o uso de mercúrio persistam e possam aumentar em alguns locais.

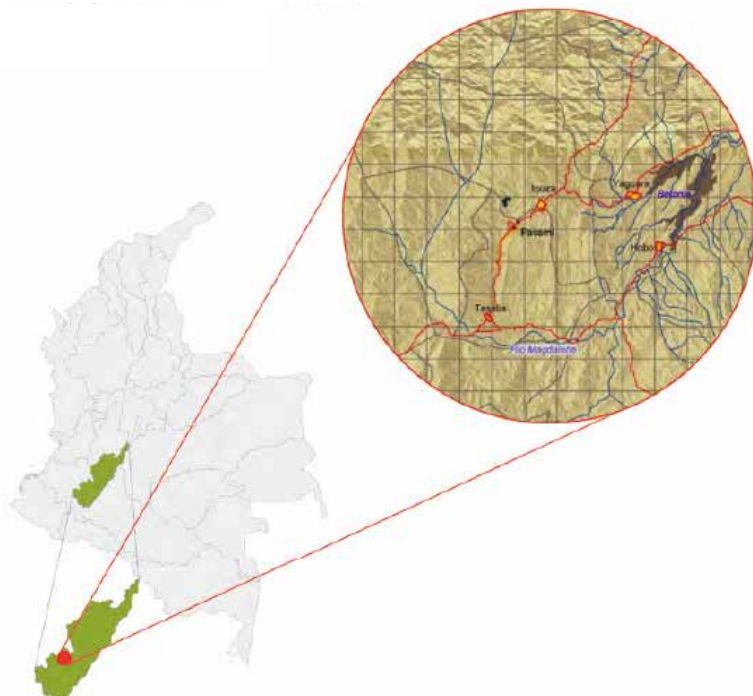
Antes da proibição do mercúrio na área de mineração de ouro de Íquira (Huila), os garimpeiros extraíam material de minério de rocha dura (veios de quartzo e sulfetos contendo ouro e prata), processando-o em plantas mecânicas de pequena escala por trituração, moagem, concentração e amálgama de mercúrio seguida de cianetação. Os moinhos de bolas utilizados neste local são frequentemente referidos como ‘cocos’. Este processo de extração de ouro é promovido acima do nível rudimentar com algum grau de mecanização e processamento avançado para permitir a recuperação do ouro entre 70% e 80%, mas libera mercúrio no meio ambiente na forma de rejeitos e água contaminada (Serviço Geológico Colombiano, 2018). A cianetação do minério tratado com mercúrio resulta em complexos altamente perigosos de cianeto e mercúrio em rejeitos que são mais

---

17 Para mais informações veja: <https://www.cmagrominera.com/nosotros>



**Figura 11. Moinhos de bola na região de Íquira conhecidos como 'cocos'.**  
Fonte: Serviço Geológico Colombiano



**Figura 12. Localização geográfica da área de mineração de Íquira (Huila) na Colômbia.**



**Figura 13. Tirando uma amostra de cabelo em Íquira.**

Fonte: COLNODO

perigosos para o meio ambiente e a saúde humana do que os que contêm somente o mercúrio.

A amostragem de cabelos de mercúrio realizada em Íquira, Colômbia, foi baseada em um cenário diferente daquele do garimpo no Brasil e na Venezuela. Os garimpeiros em Íquira haviam usado mercúrio durante muitos anos para extrair e amalgamar ouro do minério. Entretanto, em 2013, os garimpeiros locais reconheceram os danos ao meio ambiente e os impactos do uso do mercúrio na saúde e decidiram trabalhar em direção a práticas alternativas para extrair ouro do minério. Os mineiros locais formaram a Cooperativa Multiactiva Agrominera de Íquira com 40 acionistas, incluindo 6 mulheres e 52 trabalhadores contratados. A Cooperativa reuniu fundos da mineração para comprar equipamentos e contratar consultoria especializada sobre como extrair ouro e maximizar o rendimento do minério, reduzindo ou eliminando significativamente o uso de mercúrio.

Dentro de um ano, a cooperativa de mineração conseguiu reduzir seu uso de mercúrio em 80% e com novas reduções e investimentos graduais agora tem equipamentos que lhe tem permitido processar minério de ouro sem qualquer uso de mercúrio há vários anos. O IPEN decidiu realizar



**Figura 14. Novos equipamentos de processamento de ouro sem mercúrio adquiridos pela Cooperativa nas minas de Íquira.**

Fonte: Cooperativa Agrominera

testes de cabelo com mercúrio para ver se havia alguma carga significativa de mercúrio no organismo das mulheres de Íquira como resultado de práticas anteriores de mineração com uso de mercúrio, ou da contaminação ambiental localizada pelo uso histórico. Os resultados da amostragem capilar poderiam então ser comparados com os das mulheres dos locais de garimpo de ouro onde o mercúrio ainda está sendo usado nos países vizinhos. Um fator importante que surgiu na análise dos resultados dos testes e dos questionários fornecidos pelos participantes da amostragem foi que nem um único participante comia peixe - a principal fonte de exposição alimentar de mercúrio. Os resultados da amostragem em Íquira são apresentados na próxima seção.



### 3.4 BOLÍVIA - AS COMUNIDADES INDÍGENAS EYIYO QUIBO E PORTACHUELO: BACIA DO RIO BENI

Na Bolívia, o garimpo de ouro continuou a se expandir nos últimos anos. As comunidades indígenas são cada vez mais impactadas pela poluição, distúrbios sociais e conflitos associados à mineração de ouro de pequena escala. O povo Eyiyo Quibo e Portachuelo são membros nômades da etnia Esse Ejja e dependem fortemente dos peixes do rio Beni como sua principal fonte de proteína. O grupo Portachuelo de Esse Ejja vive cerca de 380 km a nordeste do grupo Eyiyo Quibo. Ambos, tradicionalmente nômades, estabeleceram assentamentos semipermanentes nas últimas décadas. Ambos os grupos têm se preocupado cada vez mais com o fato de que a mineração de ouro em pequena escala está levando à poluição do rio e à contaminação dos peixes com mercúrio. A organização participante de IPEN, Reacción Climática, concordou em realizar uma amostragem de cabelos nas comunidades coletando especificamente cabelos de mulheres em idade fértil. Este subgrupo sensível de pessoas corre o risco de intoxicação por mercúrio de peixes de rio potencialmente contaminados e afetados pela mineração de ouro. Os povos Eyiyo Quibo e Portachuelo não se dedicam à mineração de ouro nem têm contato direto com o mercúrio, de modo que sua única exposição identificável ao mercúrio é a partir de sua dieta alimentar.

Na Bacia do Rio Beni há vários assentamentos da etnia Esse Ejja, que periodicamente são nômades e atualmente vivem em pequenas vilas às margens do rio. Em geral a população não chega a mais de 2000 pessoas e sua dieta é baseada em peixes. O rio Beni sofre atualmente com a exploração descontrolada do ouro por dragas chinesas, brasileiras e bolivianas que se deslocam no setor de forma itinerante, poluindo os recursos hídricos e a fauna da área.

O peixe é a dieta proteica básica do povo Eyiyo Quibo e Portachuelo e também é responsável por uma parte significativa de sua economia interna e o comércio com a comunidade externa na região do Rio Beni. Estudos sobre o peixe na região haviam sido realizados desde o início dos anos 2000 e em 2017 o consumo de peixe do Rio Beni e seus lagos próximos a Riberalta foi sujeito a recomendações de consumo devido à contaminação por mercúrio proveniente da mineração de ouro. Recomenda-se que um adulto não deve consumir mais de 250 gramas de piranha por mês, 750 gramas/mês de benton, ou 500 gramas/mês de surubim.<sup>18</sup>

As duas comunidades indígenas têm se preocupado cada vez mais com o efeito da mineração e o uso do mercúrio para a extração de ouro ao longo

18 Página Sete: National Independent Newspaper (2017) [https://www.paginasiete.bo/ideas/2017/8/20/mercurio-amenaza-silenciosa-148753.html?fbclid=IwAR2Gse91IuXccLStiazg3lDEImMuXA-MmWg-zaFW7Wu9LgkHau\\_qKwUvHXjA#](https://www.paginasiete.bo/ideas/2017/8/20/mercurio-amenaza-silenciosa-148753.html?fbclid=IwAR2Gse91IuXccLStiazg3lDEImMuXA-MmWg-zaFW7Wu9LgkHau_qKwUvHXjA#)



Figura 15. Moradia dos povos indígenas de Eyiyo Quibo e Portachuelo, Bolívia.

Cuadro 4: Principales especies según el número de individuos y el peso total			
Nombre común	Nombre científico	Número de individuos (%) <sup>a</sup>	Peso total (%) <sup>b</sup>
Simbao o Buchere	<i>Hoplosternum littorale</i>	15,45 %	-
Palometa	<i>Serrasalmus elongatus</i>	9,18 %	-
Pintado	<i>Pseudoplatystoma</i> sp.	7,9 %	-
Pacú	<i>Colossoma macropomum</i> y <i>Piaractus brachipomus</i>	6,36 %	6,56 %
Tachaca	<i>Pterodoras granulatus</i>	5,74 %	8,85 %
Pintado	<i>Pseudoplatystoma</i> sp.	-	16,76 %
Chanana	<i>Zungaro zungaro</i> [ <i>Paulicea lutkeni</i> ]	-	12,38 %
Piraiba	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	-	11,69 %
Dorado	<i>Zungaro zungaro</i> [ <i>Brychtyplatystoma flavicans</i> ]	-	10,75 %
General	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	-	9 %

Fuente: Elaboración propia, en base a Copa, 2003: 7

Figura 16. Principais tipos de peixes consumidos na região em porcentagem e por peso. Fonte: FAO <http://www.fao.org/3/i2446s/i2446s00.htm>

do rio Beni e seu impacto na saúde através do peixe que comem. Os resultados da análise das amostras de cabelo fornecidas pelas mulheres de cada grupo demonstraram que a preocupação da comunidade é justificada. Os níveis de carga corporal de mercúrio entre as mulheres da comunidade são os mais altos encontrados neste estudo (e na maioria dos estudos anteriores do IPEN) e de grande preocupação. Os peixes que capturam no rio Beni são sua única fonte de exposição ao mercúrio e isto tem causa-



**Figura 17. Habitantes de Eyiyo Quibo com sua pesca do Rio Beni.**

Fonte: Carmen Capriles e Reacción Climática



**Figura 18. Peixes são parte central da dieta de Eyiyo Quibo.**

Fonte: Carmen Capriles e Reacción Climática

**Figura 18a. Amostra de cabelo em Eyiyo Quibo.**

Fonte: Carmen Capriles e Reacción Climática



do uma carga de mercúrio significativamente elevada para elas. Pode-se logicamente assumir que outros povos indígenas da região que dependem do peixe de forma semelhante em sua dieta podem experimentar níveis semelhantes de intoxicação por mercúrio.

# 4. RESULTADOS DA ANÁLISE DE AMOSTRAGEM

## 4.1 ANÁLISE DA AMOSTRA CAPILAR

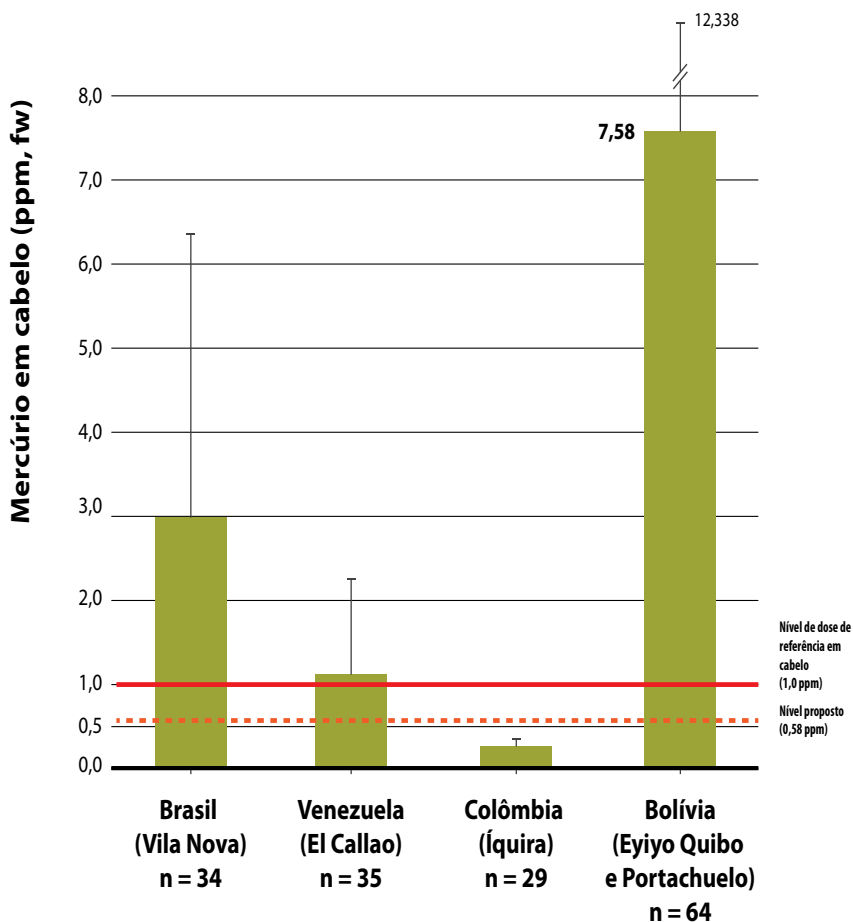
As concentrações totais de mercúrio (THg) detectadas nos cabelos dos participantes de todos os países onde ocorreu a amostragem variaram consideravelmente e foram influenciadas pela dieta, cenários de exposição e exposição ao mercúrio através da amálgama de ouro.

A Tabela 1 abaixo mostra os resultados analíticos para a amostragem de cabelos, incluindo as concentrações médias de mercúrio para cada grupo, o desvio padrão dos níveis médios por grupo, os níveis mais altos registrados por local, e a porcentagem do grupo amostrado que excedeu o nível limite de 1 ppm (*linha vermelha ininterrupta*) e o nível proposto de 0,58 ppm (*linha vermelha tracejada*).

**TABELA 1.** RESULTADOS DA AMOSTRAGEM CAPILAR POR LOCALIDADE.

Localidade	No. da amostra	Concentração de mercúrio (Hg) médio (ppm) com desvio padrão	No. de amostras acima de 1ppm	Porcentagem maior do que 1 ppm	Porcentagem maior do que 0,58 ppm	Nível mais alto de mercúrio (Hg) (ppm)
Brasil (Vila Nova)	34	2,98 ± 3,37	23	67,6	79,4	12,4
Venezuela (El Callao)	35	1,1 ± 1,09	13	37,1	60	5,5
Colômbia (Íquira)	29	0,25 ± 0,15	0	0	3,4	0,7
Bolívia (Eyiyu Quibo e Poytachuero)	64	7,58 ± 4,758	60	93,7	93,7	32,4

Figura 19. Níveis médios de mercúrio de todos os participantes por localidade.



## 5. AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO

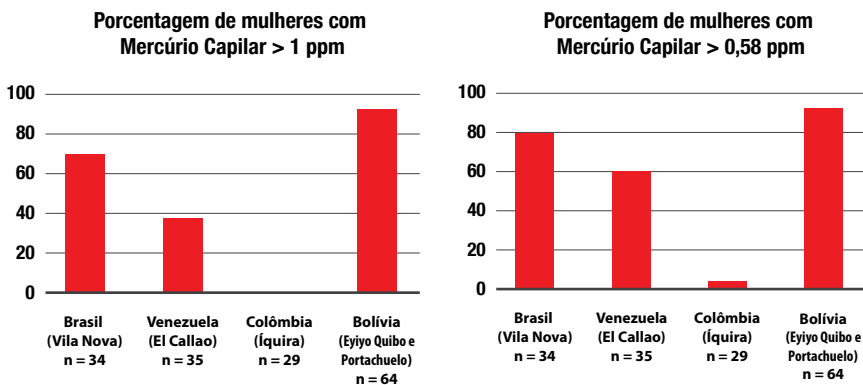
Em geral, os resultados indicam que a exposição ao mercúrio durante a extração do ouro e pela ingestão de peixes contaminados afetados pelo mercúrio perdido nos processos de extração do ouro, resultou em níveis elevados de mercúrio nas mulheres que participaram da amostragem. De todos os locais onde a amostragem foi realizada, as mulheres indígenas bolivianas do grupo Eyiyo Quibo e do grupo Portachuelo tinham, de longe, os níveis mais altos de todas as participantes deste estudo com um nível médio total de Hg em cabelos de  $7,58 \pm 4,758$  ppm (fw). Apenas 4 das 64 mulheres tinham níveis abaixo de 1 ppm e a maioria das mulheres tinha níveis acima de 3 ppm até 32 ppm. Como elas não se dedicam à mineração de ouro e dependem muito dos peixes do rio para sua dieta, é claro que elas têm uma pesada carga de mercúrio no corpo como resultado da contaminação dos peixes com metilmercúrio.

O vilarejo de Vila Nova, na província do Amapá, no norte do Brasil, teve o segundo maior nível médio com uma concentração capilar média total de mercúrio de  $2,98 \pm 3,37$  ppm (fw). As mulheres que se identificaram como extrativistas (mulheres que vivem de peixe e produtos alimentícios das florestas) tiveram os níveis mais altos em Vila Nova, enquanto algumas mulheres com outras ocupações também tiveram níveis elevados sugerindo a contaminação dos peixes locais por mercúrio.

Em El Callao, Venezuela, o nível médio de mercúrio detectado nos cabelos das participantes excedeu por pouco o limite de 1 ppm com uma média de  $1,1 \pm 1,09$  ppm (fw). O limite de 1 ppm foi excedido em 37% das mulheres participantes, e o nível de 0,58 ppm foi excedido em 60% dos participantes. Das mulheres que participaram fornecendo amostras, apenas uma sugeriu que estava diretamente envolvida na mineração<sup>19</sup> e apresentava um nível elevado de mercúrio (2,1 ppm). O nível mais alto registrado foi de 5,5 ppm por uma participante que se identificou como comerciante.

A maioria das participantes de El Callao que excederam o limite de 1 ppm tinham concentração de mercúrio na faixa de 1-2 ppm, indicando ser improvável que estivessem expostas diretamente ao mercúrio em atividades de mineração, sendo que mais provavelmente adquiriram sua carga corporal de mercúrio através da dieta. Todas as mulheres de El Callao comiam peixe pelo menos uma vez por semana de uma gama de 10 espécies. Não

19 Algumas mulheres também se identificaram como “comerciantes” e indicaram que estavam expostas ao mercúrio. Isto pode significar que elas negociaram mercúrio ou amálgama de mercúrio/ouro e foram expostas nesse cenário.



**Figura 20. Porcentagem de participantes acima de 1ppm e 0,58 ppm de Hg em cabelo.**

havia padrões claros na idade das participantes ou na frequência ou espécie de consumo de peixe para sugerir por que algumas das participantes tinham níveis elevados acima de outras, com exceção de que as participantes que identificaram a sardinha como o único peixe em sua dieta tendiam a ter níveis de mercúrio inferiores ao limite de 1 ppm. O fato de que as sardinhas são peixes menores com acúmulo limitado de mercúrio poderia contribuir para uma menor exposição alimentar.

Em áreas onde não é utilizado mercúrio para a mineração de ouro e onde nenhuma das participantes come peixe, o nível de carga corporal de mercúrio é muito baixo, como foi o caso em Íquira, Colômbia. Nenhuma das mulheres excedeu o limite de 1 ppm e apenas uma excedeu o nível de 0,58 ppm. As mulheres de Íquira tinham um nível médio de mercúrio total de  $0,25 \pm 0,15$  ppm (fw), conforme medido em amostras de cabelo fornecidas pelas voluntárias. Isto está próximo do nível médio mais baixo registrado em todos os estudos anteriores da rede IPEN sobre a carga corporal de mercúrio em mulheres em idade fértil. Também demonstra o benefício para a saúde dos mineiros de evitar o uso de mercúrio na extração do ouro. Entretanto, os resultados de Íquira não podem ser usados para justificar a ausência de contaminação de mercúrio no ambiente.

É altamente provável que o uso anterior de mercúrio na mineração artesanal de ouro na localidade tenha resultado na contaminação localizada de mercúrio no solo e em alguns cursos d'água, que pode ter entrado na cadeia alimentar aquática local. Entretanto, a completa ausência de peixes na dieta das mulheres de Íquira que participaram do estudo significa que qualquer contaminação do peixe local por mercúrio não tem impacto sobre este coorte. Entretanto, outros na comunidade podem ser afeta-

## Nível de mercúrio (ppm) por ocupação - Vila Nova, Brasil

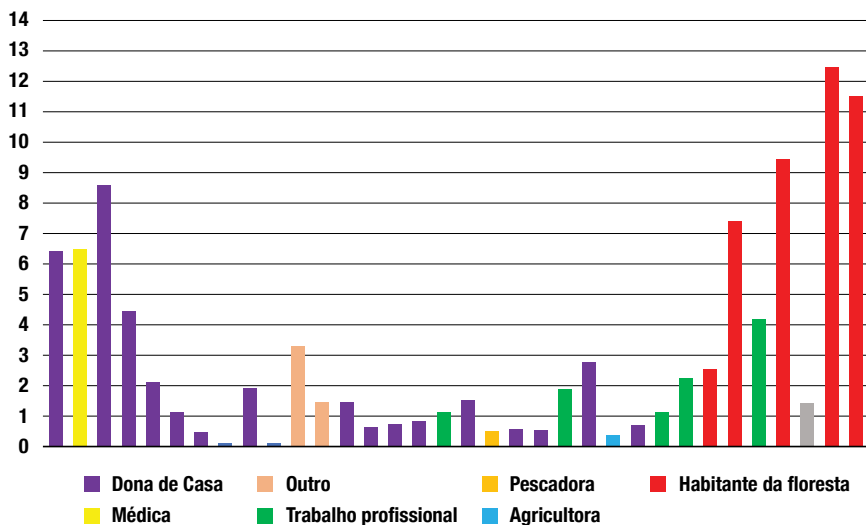


Figura 21. Níveis de mercúrio por ocupação. Vila Nova, Brasil.

dos pela ingestão dietética de mercúrio, já que um estudo exploratório realizado em 2013 demonstrou que o mercúrio usado historicamente e comumente entre os garimpeiros na província de Huila (que inclui Íquira) havia lixiviado para os rios Pacarní e Yaguará, que fornecem água para toda a região através do reservatório de Betania (Goretti, 2013). Um estudo separado indica que os peixes do interior da província da Huila têm o terceiro maior nível de mercúrio de todas as províncias da Colômbia com um nível médio de  $0,63 \pm 0,50 \mu\text{g/g}$  e que isto é atribuível tanto à mineração de ouro quanto às influências da mineração de carvão (de Paula Gutierrez e Agudelo, 2020). São necessárias mais pesquisas para avaliar se a população mais ampla da Huila é afetada pela ingestão alimentar de peixes contaminados por mercúrio.

A situação na vila de Vila Nova, Brasil, é bem diferente. Algumas mulheres tinham uma carga corporal de mercúrio altamente elevada com 67% das participantes excedendo o limite de 1 ppm e perto de 80% dos participantes excedendo o nível de 0,58 ppm. O nível médio de mercúrio no cabelo era de  $2,98 \pm 3,37 \text{ ppm}$  (fw), que foi o segundo maior registrado para qualquer local neste estudo e significativamente elevado acima do limite de 1 ppm. Além disso, 20% dos entrevistados tinham níveis de mercúrio em cabelos acima de 6 ppm e duas mulheres apresentavam níveis acima de 10 ppm.



Na Vila Nova, continua a extração de ouro com uso de mercúrio para amalgamação, seja na mineração ilegal ou nas cooperativas organizadas. O rio local é uma fonte essencial de proteína do peixe, tanto na dieta dos garimpeiros quanto dos habitantes locais. Os dados do questionário, fornecidos pelos participantes neste local, indicaram que os peixes locais são consumidos por todas as mulheres em diferentes graus. Cerca de 10% das mulheres consumiram peixe duas vezes por dia, 20% consumiram peixe a cada dois dias e os 70% restantes comeram peixe entre 1 e 5 vezes nas duas semanas anteriores à pesquisa. Claramente, o peixe é uma fonte significativa de proteína para esta remota comunidade do interior. Tanto o rio Amapari quanto o rio Cupixi estão muito próximos da vila. Um estudo recente (Hacon *et al.* 2020) demonstrou que mulheres em idade fértil correm um risco significativo de ingestão elevada de mercúrio na dieta de peixes carnívoros na província do Amapá devido a décadas de liberação de mercúrio, da atividade de mineração de ouro, nos cursos d'água locais (com alguma influência da erosão do solo). O estudo recomenda que as mulheres grávidas evitem o consumo de peixes carnívoros e reduzam a ingestão de peixes onívoros (que também tinham níveis elevados de mercúrio) durante a gravidez.

### Nível médio de mercúrio em mulheres de Vila Nova por faixa etária (ppm)

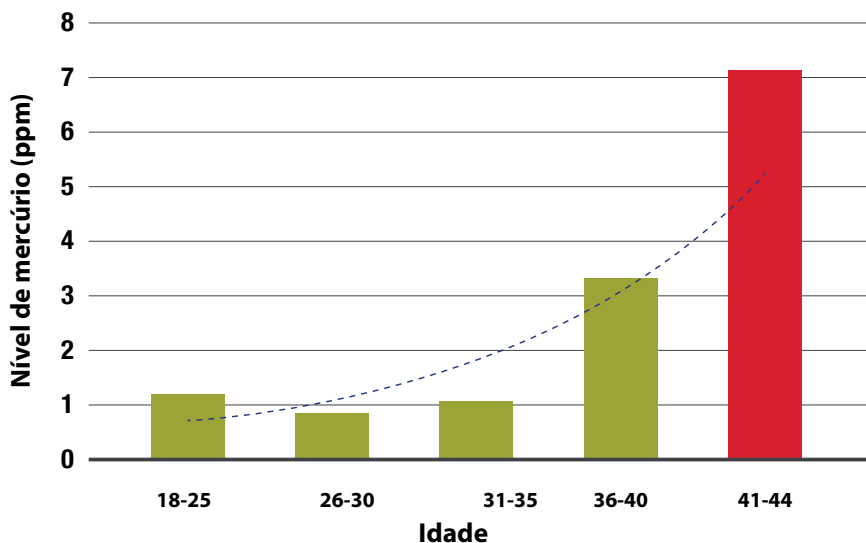


Figura 22. Tendências no nível médio de mercúrio por faixa etária em Vila Nova.

Nas informações fornecidas no questionário, algumas mulheres indicaram que viviam de produtos florestais e peixes (caça e coleta de subsistência). Todas essas mulheres tinham níveis elevados de mercúrio, incluindo os dois níveis mais altos registrados de 11,4 ppm e 12,4 ppm. Entretanto, não foram apenas nessas mulheres que foi reportada uma elevada carga corporal de mercúrio. Outras ocupações relatadas nos questionários também reportaram níveis elevados de mercúrio, embora sem nenhum fator óbvio de exposição relacionado à sua ocupação. Níveis elevados de mercúrio foram registrados entre donas de casa, enfermeiras, funcionárias administrativas e profissionais do sexo, embora não de maneira uniforme. O fator de influência da exposição ao mercúrio nessas mulheres pode ser o consumo de peixe.

As mulheres da Vila Nova que relataram consumir peixe com mais frequência tendiam a ter níveis mais altos de mercúrio, mas novamente não em uma tendência clara relacionada com o número de peixes consumidos nas semanas anteriores. Como relatado em estudos recentes (Hacon *et al.* 2020), os peixes carnívoros da região tinham visivelmente elevados níveis de mercúrio, e algumas mulheres podem consumir mais destas espécies ou peixes mais velhos com níveis mais altos, do que outras mulheres. A idade das mulheres também pode ser um fator de influência, pois o nível de carga corporal de mercúrio tende a subir com a idade (Figura 22), o que pode estar relacionado com a quantidade de anos que as mulheres vêm consumindo peixe contaminado e com a frequência do consumo. Esta hipótese é apoiada ainda mais pelo fato de que quase todas as mulheres na faixa etária de 41-44 anos (barra vermelha na Figura 22) se auto identificaram como extrativistas de produtos florestais e fluviais. A maioria das mulheres que se identificaram como donas de casa estavam na faixa etária entre 36 a 40 anos e frequentemente consumiam peixe. Muitas neste grupo também apresentavam níveis elevados de mercúrio.



## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo piloto por amostragem confirmam que as mulheres, nas localidades onde o garimpo de ouro (ASGM) baseado em mercúrio é praticado, estão expostas ao mercúrio em níveis preocupantes a partir de duas fontes significativas. Para as mulheres que vivem na comunidade, ou sobrevivem de peixe, carne e alimentos vegetais da dieta alimentar da floresta, o mercúrio sob a forma de consumo de peixe é o principal meio de exposição. Houve alguma correlação entre a quantidade de peixe consumida e a concentração de mercúrio medida em cabelos, mas houve outros fatores, como idade e acúmulo dietético ao longo do tempo, bem como o tipo e tamanho do peixe consumido, que também podem ter uma influência significativa na carga corporal de mercúrio das participantes.

Em qualquer caso, a principal fonte de contaminação por mercúrio do peixe nas regiões estudadas é o mercúrio liberado nos rejeitos do processo de amálgama do garimpo de ouro. Quer a exposição primária ou secundária seja considerada, a principal influência nos níveis de mercúrio dos participantes pode ser rastreada até o uso de mercúrio na atividade de garimpo. Neste estudo, Íquira, Colômbia, forneceu um sítio de comparação útil no sentido de que as mulheres não estão expostas diretamente ao mercúrio através da atividade mineira ou através de sua dieta (todos os participantes indicaram que não comeram nenhum peixe). Isso fez com que essa coorte tivesse alguns dos níveis mais baixos de mercúrio registrados em

todo o programa de biomonitoramento do IPEN. Também demonstra claramente os benefícios para a saúde de evitar o uso de mercúrio em um ambiente de mineração artesanal de ouro - não apenas para os mineiros, mas para a comunidade em geral que consome o peixe como uma fonte proteica chave.

Para as mulheres com níveis elevados de mercúrio em Vila Nova e El Callao, é importante que elas reduzam sua exposição ao mercúrio das espécies mais contaminadas de peixes carnívoros em favor do consumo de peixes menores, mais jovens ou até mesmo enlatados, se não houver uma proteína alternativa disponível. Elas também devem evitar o consumo de peixe durante a gravidez se houver substitutos de proteína disponíveis, ou considerar o consumo de peixe enlatado como um substituto. As mulheres de Vila Nova que identificaram como subsistindo de alimento florestal e fluvial tinham uma carga corporal de mercúrio significativamente maior do que a maioria das outras mulheres da comunidade e deveriam evitar peixes carnívoros em favor de outras espécies, quando disponíveis. O estudo recente dos níveis de mercúrio em peixes do interior do Brasil (Hacon *et al.* 2020) fornece algumas das primeiras recomendações relevantes de consumo regional, baseadas em espécies e padrões de consumo locais e devem ser adotadas e promovidas pelas autoridades para garantir que as mulheres da região sejam mais capazes de controlar sua exposição ao mercúrio através do peixe.

Quase todas as mulheres indígenas de Eyiyo Quibo e Portachuelo têm uma carga corporal de mercúrio muito alta e as autoridades devem intervir neste impacto inaceitável do mercúrio sobre essas comunidades. Além disso, o uso comum do sistema do rio Beni por esses dois grupos diferentes indica que a contaminação por mercúrio da rede alimentar aquática em toda a região pode estar colocando grandes populações em risco de envenenamento por mercúrio. É necessária uma ação imediata para reduzir o uso de mercúrio e fornecer fontes alternativas de alimento. As investigações e a assistência sanitária devem ser priorizadas para este grupo de mulheres e seus filhos.

Em conclusão, os resultados deste estudo deixam claro que as mulheres e seus filhos nas regiões dos países da América Latina avaliados neste estudo correm um risco significativo, a menos que o uso de mercúrio seja proibido e que a proibição seja aplicada pelas autoridades. O mercúrio que entrou nos sistemas fluviais é agora um legado para as gerações futuras e devem ser tomadas medidas para evitar maior contaminação. O exemplo da mineração de ouro em Iquira, Colômbia, demonstra que novos métodos de mineração de ouro sem mercúrio podem ser implementados para proteger as mulheres da exposição ao mercúrio.

# REFERÊNCIAS

- de Paula Gutiérrez, B.F., Agudelo, C.A.R. Fish as bioindicators: coal and mercury pollution in Colombia's ecosystems. *Environ Sci Pollut Res* 27, 27541–27562 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09159-4>
- Feng, X., Li, P., Qiu, G., Wang, S., Li, G., Shang, L., Meng, B., Jiang, H., Bai, W., Li, Z. and Fu, X. (2008) Human Exposure To Methylmercury through Rice Intake in Mercury Mining Areas, Guizhou Province, China *Environmental Science & Technology* 2008 42(1), 326–332. DOI: 10.1021/es071948x
- Grandjean P, Weise P, White RF, Debes F, Araki S, Yokoyama K, Murata K, Sorensen N, Dahl R, Jorgensen PJ (1997) Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicol Teratol* 19:417–428.
- Hacon, S. de S., Oliveira-da-Costa, M., Gama, C. de S., Ferreira, R., Basta, P. C., Schramm, A., & Yokota, D. (2020). Mercury Exposure through Fish Consumption in Traditional Communities in the Brazilian Northern Amazon. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 5269. doi:10.3390/ijerph17155269
- International Crisis Group (2019) *Gold and Grief in Venezuela's Violent South. Report no. 73 Latin America & Caribbean 28 February 2019*. <https://www.crisisgroup.org/latin-america-caribbean/andes/venezuela/073-gold-and-grief-venezuelas-violent-south>
- Junaidi, M., Krisnayanti, B. D., Juharfa, & Anderson, C. (2019). Risk of Mercury Exposure from Fish Consumption at Artisanal Small-Scale Gold Mining Areas in West Nusa Tenggara, Indonesia. *Journal of health & pollution*, 9(21), 190302. <https://doi.org/10.5696/2156-9614-9.21.190302>
- Murata, K., Weihe, P., Budtz-Jorgensen, E., Jorgensen PJ, Grandjean P., (2004) Delayed brainstem auditory evoked potential latencies in 14-year-old children exposed to methylmercury. *J Pediatr* 144(2):177–183.
- Marco, D (2018) *Crisis in Venezuela: the distorted economy that gold creates in the richest (and most violent) place in the country*. BBC News Mundo, El Callao (Venezuela). 17 August 2018. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-45204276>
- PNUMA. (2018). Evaluación Mundial de Mercurio 2018. Programa del Medio Ambiente de Naciones Unidas. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/29830/GMAKF\\_SP.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/29830/GMAKF_SP.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- Servicio Geológico Colombiano. (2018). Guía metodológica para el mejoramiento productivo del beneficio de oro sin el uso de mercurio. Íquira (Huila). Ministerio de Minas y Energía y Servicio Geológico Colombiano. Bogotá, Colombia.
- Steckling, N., Tobollik, M., Plass, D., Hornberg, C., Ericson, B., Fuller, R., and Bose-O'Reilly, S. (2017) Global Burden of Disease of Mercury Used in Artisanal Small-Scale Gold Mining, *Annals of Global Health*, Volume 83, Issue 2, 2017, Pages 234–247, ISSN 2214-9996, <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2016.12.005>.
- UNEP (2020). Artisanal and Small-Scale Gold Mining. Global Mercury Partnership. United Nations Environment Programme. <https://web.unep.org/globalmercurypartnership/our-work/artisanal-and-small-scale-gold-mining-asgm>

## AGRADECIMENTOS

IPEN e BRI gostariam de reconhecer o trabalho intenso e a dedicação mostrados pelas seguintes organizações ambientais e da sociedade civil que se envolveram diretamente na coleta de amostras de cabelo na América Latina. A tarefa foi especialmente desafiadora devido às restrições impostas pela pandemia e às condições difíceis em algumas localidades. Gostaríamos de agradecer ao COLNODO (Colômbia), Mappinguari (Brasil), Reacción Climatica (Bolívia) e Fundação Aguaclara (Venezuela).

Agradecimentos adicionais a: Raul Dorado, Alex Villca, Mirna Fernandez, Andrea Bedregal, Dr. Jorge Castillo, Dr. Jesús Olivero, Guarda-florestal Jose Luis Howards, Guarda-florestal Marco Uzquiano, Sascha Gabizon, Carmen Capriles, Yuyun Ismawati, Comunidade Esse Ejja de Eyiyo Quibo, Comunidade Esse Ejja de Portachuelo, e Parque Nacional Madidi.

O IPEN agradece o apoio financeiro fornecido pelo Governo da Suécia e outros doadores que tornaram possível a produção deste documento.

Os pontos de vista e interpretações aqui expressos não devem ser necessariamente considerados como refletindo a opinião oficial das instituições que forneceram apoio financeiro. A responsabilidade pelo conteúdo é inteiramente de IPEN.







[www.briloon.org](http://www.briloon.org)



por um futuro sem venenos

[www.ipen.org](http://www.ipen.org)

[ipen@ipen.org](mailto:ipen@ipen.org)

[@ToxicsFree](https://www.instagram.com/ToxicsFree)