



# RELATÓRIO FINAL

**INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES E  
LIBERAÇÕES DE MERCÚRIO NO ÂMBITO DA  
MINERAÇÃO ARTESANAL E DE PEQUENA ESCALA  
NO BRASIL**

ZULEICA C. CASTILHOS – COORDENAÇÃO GERAL & LILLIAN  
M. DOMINGOS

## Sumário

I. APRESENTAÇÃO	3
II. INTRODUÇÃO	4
III. EQUIPE TÉCNICA	8
IV. OBJETIVOS	11
V. MATERIAIS E MÉTODOS	11
VI. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
VII. CONCLUSÕES	25
VIII. AGRADECIMENTOS	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

# RELATÓRIO FINAL

---

## I. APRESENTAÇÃO

O Ministério do Meio Ambiente coordena o Projeto "Desenvolvimento da Avaliação Inicial da Convenção de Minamata sobre Mercúrio no Brasil ou "Mercury Initial Assessment" – Projeto MIA" que busca incentivar a pronta implementação da Convenção de Minamata sobre Mercúrio, ratificada pelo Brasil em 08 de agosto de 2017. **Estão sendo desenvolvidas atividades base que possibilitarão a melhor compreensão dos instrumentos nacionais para a gestão do mercúrio e seus passivos.** Ao final, será possível identificar oportunidades, prioridades e desafios, bem como as adequações necessárias, para devida implementação da Convenção no país.

O objetivo geral desta pesquisa é **estimar os quantitativos emitidos pela atividade de Mineração Artesanal e de Pequena Escala de Ouro (MAPEO).** Tais informações serão vitais para atender aos compromissos oriundos da Convenção de Minamata, como a elaboração e manutenção do inventário de emissões nos marcos do Artigo 8 da Convenção. Além disso, os mesmos subsidiarão a proposição de metas de redução reais e alcançáveis, em um esforço conjunto do setor produtivo e do governo brasileiro, incluindo as suas instâncias Federal, Estadual e Municipal, que auxiliarão na elaboração do Plano de Ação Nacional para a MAPEO, conforme Artigo 7 da Convenção.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ONU Meio Ambiente) sugere a utilização do Toolkit para Identificação e Quantificação de Liberações de Mercúrio para auxiliar na produção do inventário de emissões de mercúrio. Nesse sentido, os usuários são encorajados a trabalhar com informações que busquem representar da melhor forma a realidade de cada país. Assim, o presente trabalho busca complementar os parâmetros do Toolkit para adequá-lo a realidade da MAPEO brasileira e, assim, estimar emissões mais adequadas.

Ressalta-se que o presente trabalho apresenta-se como um esforço inicial de inventário das emissões de mercúrio da MAPEO de acordo com as possibilidades no escopo do Projeto MIA. Dessa forma, com o avançar da implementação da Convenção de Minamata no país é necessário que o mesmo seja aprimorado.

## II. INTRODUÇÃO

Com base nos estudos elaborados e apresentados nos Relatórios Parciais 1 e 2, concluímos que a pequena mineração de ouro no Brasil é um setor extremamente heterogêneo, mesmo abrigado sob uma mesma denominação. Apresenta-se múltiplo e díspar não permitindo simplificações. Varia desde o aspecto de legalidade, pela permissão de lavra e/ou recebimento de áreas com concessão de lavra, no tamanho das áreas, na presença ou não de cooperativas, no número de cooperados associados e grau de maturidade das mesmas, nas relações laborais, na forma de atuação dos gestores de áreas de cooperativas ou dos detentores de permissão de lavra, na escala de produção, no tipo de minério, no tipo de equipamentos, em sua eficiência e qualidade, no nível de manutenção destes equipamentos, etc. Ainda, o distinto grau de clareza nas orientações fornecidas por instituições e da sua atuação na fiscalização, incrementam as facetas do setor. Um aspecto geral, entretanto, é o uso de mercúrio na amalgamação do ouro.

É difícil afirmar o número de garimpeiros de ouro no Brasil devido à inexistência de censo específico para este fim. Entretanto, alguns números têm sido indicados, variando uma ordem de grandeza, de aproximadamente 80.000 a 800.000, dependendo da fonte de informação.

A compilação dos registros do DNPM e de bases do IBGE, integrados em banco de dados em SIG, desenvolvido especialmente para esta análise (ALAMINO et al., 2016) e atualizada para julho/2017, mostra que existem atualmente 1.515 processos em fase de Permissão de Lavra Garimpeira (PLG) de ouro no Brasil. Atingem uma área de aproximadamente 500.000ha distribuídos em 10 estados: Amazonas/AM; Amapá/AP; Bahia/BA; Goiás/GO; Minas Gerais/MG; Mato Grosso/MT; Pará/PA; Pernambuco/PE; Rondônia/RO e Tocantins/TO. Estas áreas foram solicitadas por 235 requerentes, dos quais 191 são Pessoas Físicas - PF e 44 são Pessoas Jurídicas – PJ. Destas, 28 são cooperativas. As Pessoas Jurídicas detêm uma área de que equivale a 88% do total das áreas de PLG. As 10 maiores áreas são cooperativas, representam 84% do total de PLG (ou ainda, 95% das áreas requeridas por PJ) e localizam-se em quatro estados: AM, PA, RO e MT. Uma única cooperativa é responsável por quase 30% de toda a área de PLG brasileira; suas PLGs estão localizadas nos estados do PA, AM e RO. Os 10 maiores requerentes Pessoa Física detêm 6% da área de PLG em território nacional e localizam-se em 2 estados: MT e PA. Um único requerente PF, com 162 áreas de PLG, todas localizadas no estado do PA, detêm 2% da área de PLG no Brasil. Este quadro demonstra a concentração de grandes áreas de MAPEO vinculadas a um pequeno número de requerentes ou cooperativas.

A seleção das áreas de MAPEO para as visitas técnicas foi realizada a partir do entendimento da espacialização da atividade após a organização das informações acima. Primeiramente, foram identificadas as unidades da federação mais importantes produtoras de ouro, em áreas legalizadas e/ou com potencialidade; em seguida, as condições de apoio das instituições locais e de logística e, finalmente, de receptividade pelo setor produtivo. Por estas razões, os estados pré-selecionados foram: AP, BA, MT, PA e RO.

As visitas técnicas foram realizadas às áreas de MAPEO localizadas nos estados do MT, PA (primeira e segunda fases), AP e BA. No Estado de Rondônia a visita técnica foi cancelada. Sob ambiente de forte tensão e episódios de violência no local, a autorização prévia obtida para acesso à área de MAPEO foi cancelada e as instituições locais sugeriram cautela e precaução.

As visitas técnicas tiveram como foco principal obter informações e realizar o balanço de massas do mercúrio durante o processamento mineral, para quantificar sua perda para o meio ambiente. Informações sobre a produção de ouro e o uso de mercúrio são questões sensíveis e apenas perguntar diretamente sobre isso poderia não produzir resultados confiáveis. Devido a isso, foram realizadas também perguntas indiretas para confirmação das respostas obtidas para tais questões. As perguntas indiretas abrangem salário dos trabalhadores, número de trabalhadores, renda diária ou semanal obtida, custos de operação, etc. Um questionário semi-estruturado foi desenvolvido e aplicado aos gestores de áreas e garimpeiros nas áreas visitadas. A triangulação das informações será obtida com a análise qualitativa da similaridade ou aderência entre os resultados do experimento e as respostas obtidas às perguntas diretas e indiretas do questionário.

Do experimento de balanço de massas de mercúrio foram calculadas: (i) as proporções de mercúrio utilizado por grama de ouro produzido em função das diferentes matérias primas e dos processos produtivos e; (iii) a proporção de mercúrio recuperado e de mercúrio perdido para o ambiente, em função também dos equipamentos de controle ambiental disponíveis/utilizados. Posteriormente, tais processos foram associados às medidas de teores de mercúrio na atmosfera, quando possível.

Adicionalmente às áreas visitadas, diversos gestores ou técnicos de outras MAPEO responderam o questionário semi-estruturado. Assim, ao todo, 26 áreas de MAPEO foram estudadas: sete (7) no estado do Pará (sendo seis (6) na primeira fase e uma (1) na segunda fase), 10 no estado do Mato Grosso, cinco (5) no Amapá, três (3) na Bahia e um (1) em Rondônia. Deste total, 17 áreas foram visitadas, e em 14 áreas foram realizados também os experimentos de balanço metalúrgico, sendo que em 12 áreas foi possível realizar os experimentos completos do balanço metalúrgico de uso e perda de Hg (ou balanço de massas de mercúrio nos processos produtivos da MAPEO) e em duas áreas foram realizados experimentos parciais. Das 14 áreas onde foram realizados os experimentos, seis (6) exploram o minério secundário, uma (1), o rejeito do minério secundário, e sete (7), o minério primário.

Em relação à procedência do Hg utilizado nas MAPEO, apenas uma cooperativa relatou comprar o produto com nota fiscal de um fornecedor do Estado de São Paulo. Todos os demais gestores relataram a compra de Hg sem nota fiscal. Segundo eles, a aquisição de Hg legalizado é muito difícil, pois não há mercado formal do produto e que o Hg de origem ilegal pode ser facilmente comprado em farmácias e lojas para garimpo de ouro. Além disso, foi verificado que há facilidade para a aquisição de Hg em sites da internet. Conforme informações recebidas, o preço do Hg varia nos estados brasileiros, de R\$ 600,00/kg a até R\$ 1.200,00/kg.

A relação média  $Hg_{usado} : Au_{produzido}$  foi similar na amostragem geral e nos experimentos, e resultou em torno de 5:1. Nos experimentos, a diferença nesta relação em função do

tipo de minério se mostrou mais clara e acentuada: o minério primário consome cerca de quatro vezes mais Hg (relação 8:1) do que o minério secundário (relação 2:1).

A MAPEO é considerada uma fonte antropogênica que perde Hg para a atmosfera após uso intencional.

Segundo a AMAP/UNEP, 2013, o Hg perdido para o meio ambiente pode ser entendido como sendo emitido para a atmosfera ou liberado para solos, águas e/ou rejeitos. Posteriormente, pode ser re-emitido para atmosfera e/ou seguir seu ciclo biogeoquímico em sedimentos, água e biota. A emissão de Hg se refere à sua liberação ou perda para a atmosfera (em inglês, denominada de “emission”), enquanto que a perda de Hg para solos, águas e/ou rejeitos é denominada de liberação (em inglês, “release”). Embora estes termos possam ser intercambiados em alguns textos, entende-se que o mercúrio perdido diretamente para a atmosfera é denominado de mercúrio emitido.

Como dito, uma vez liberado par solos, águas e/ou rejeitos, o mercúrio pode ser re-emitido para a atmosfera. As re-emissões compreendem perdas de Hg para a atmosfera que são derivadas de liberações no passado e que, sob certas condições, pode ser re-emitido para a atmosfera. Os compartimentos ambientais contaminados são considerados como fontes de re-emissão de Hg e podem permanecer por longo prazo nesta situação. As fontes de re-emissão tentem a ser difusas e associadas à idéia de “reservatório ambiental de Hg”, acumulando mercúrio com o passar do tempo. Controlar as emissões antropogênicas de Hg reduz a carga atual e, também, atua para reduzir a (futura) re-emissão. Portanto, decrescer a fonte de re-emissão de Hg requer a redução das fontes antropogênicas que adicionam Hg a estes “reservatórios ambientais” e por meio de ações que possam impedir as condições que promovem as re-emissões.

Basicamente, em MAPEO, a massa total de Hg perdida para o meio ambiente compreende: 1) a massa perdida para solos, águas, sedimentos ou rejeitos (contidos ou não em bacias de contenção de rejeitos) e, 2) a massa perdida diretamente para a atmosfera.

A prática da filtragem é rotineira e tem como consequência uma significativa recuperação de mercúrio durante o processo de amalgamação, em torno de 50%. Em termos gerais, os resultados sugerem que 70% da massa de Hg inicial seja recuperada pela filtragem e com o uso de controles para abatimento da emissão de mercúrio para a atmosfera, como as capelas e retortas. As perdas, em média, são de 30% da massa de Hg inicial; sendo 15% liberado para solos, águas e sedimentos e para rejeitos e 15% emitida diretamente para a atmosfera.

As variações observadas destes percentuais entre as MAPEO visitadas nos diferentes estados indicam que a perda de Hg mostra-se distinta em função do tipo de minério, mas também da escala de produção e possivelmente, como consequência também das orientações recebidas e/ou da intensidade de fiscalização, que por sua vez é impactada, entre outros fatores, pela acessibilidade às MAPEO.

Os altos teores de mercúrio na atmosfera, observados durante a decomposição do amálgama, mesmo com a utilização de retortas ou capelas, indicam que há emissão importante de mercúrio para a atmosfera. Apesar das retortas e/ou capelas estarem

presentes e em geral, serem utilizadas, imprimindo significativo abatimento das emissões, os teores de mercúrio atingem valores que superam o limite máximo de quantificação do equipamento utilizado (Espectrofotômetro de absorção atômica, marca Lumex), de  $220 \mu\text{g m}^{-3}$ . Assim, o monitoramento preliminar de mercúrio na atmosfera mostrou que os teores atingem valores acima do que a legislação do trabalho brasileira preconiza como máximo permitido para 8 h de exposição, exigindo a utilização de equipamentos de proteção individual. Da perspectiva da exposição ocupacional, deve-se levar em consideração que tais teores são intermitentes, ou seja, que há picos e vales de teores de mercúrio na atmosfera. Por isto, sugere-se que o monitoramento seja realizado com maior frequência temporal. Adicionalmente, em algumas áreas, os gestores ou as pessoas que realizam a decomposição térmica do amálgama utilizaram máscaras não apropriadas para a proteção ao mercúrio na atmosfera. É indispensável conhecer o padrão de exposição desta população de garimpeiros e/ou de seus familiares e fornecer orientações protetoras, passíveis de serem adotadas.

É importante reconhecer que há carência de dados sobre teores de mercúrio nos ambientes de garimpos de ouro, na compreensão das formas químicas, tipo de exposição e efeitos adversos que o mercúrio pode causar à saúde humana e que este tipo de informação, de forma clara, deve ser fornecido à população de garimpeiros, que em geral se mostra interessada em ser esclarecida. Alternativas tecnológicas de processamento mineral e controle ambiental devem ser desenvolvidas e apresentadas ao setor.

Finalmente, os teores de mercúrio na atmosfera observados nas lojas de compra de ouro variaram ordens de grandeza, indicando a diversidade desta potencial fonte de emissão de mercúrio. É importante que as lojas de compra de ouro sejam também consideradas como significativas no computo geral das emissões de MAPEO e na potencial exposição humana ambiental e ocupacional. Uma das principais razões é que, mesmo se tratando fundir o ouro *dore*, com cerca de 1 a 5% de Hg remanescente, a loja realiza dezenas a centenas de fusões por dia. Adicionalmente, há casos em que os garimpeiros fundem diretamente o amálgama na casa de compra, o que pode acarretar em uma carga final de Hg emitido considerável.

### III. EQUIPE TÉCNICA

#### ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

---

**Coordenação Geral:** Zuleica C. Castilhos, D.Sc.

**Consultoria:** Lillian Maria Borges Domingos, M.Sc.

#### EXECUÇÃO DO TRABALHO DE CAMPO

---

⊗ **Estados do Pará (primeira fase) e Mato Grosso:**

Zuleica C. Castilhos, D.Sc.

↳ *Coordenação Geral, medidas de mercúrio em MAPEO do MT e avaliação dos teores de mercúrio na atmosfera em áreas de MAPEO*

Vinicius Kutter, D.Sc. Geoquímica

↳ *Responsável pelo estudo do ciclo de vida do mercúrio e balanço metalúrgico*

Eduardo M. De Capitani, D.Sc. Medicina

↳ *Responsável pela avaliação clínica da exposição ocupacional a mercúrio em uma MAPEO*

Patrícia Araújo, Técnica em Química

↳ *Responsável pelas medidas de mercúrio na atmosfera em MAPEO do Pará*

**Consultoria:**

Lillian Maria Borges Domingos, M.Sc. Química Industrial

↳ *Responsável pelo estudo da ferramenta Toolkit, elaboração e aplicação dos questionários de campo e apoio ao balanço metalúrgico do mercúrio*

Renata C. J. Alamino, D.Sc. Geologia

↳ *Responsável pela atualização do Banco de Dados Geográficos e Mapeamento Temático*

**Apoio técnico local e/ou participação em trabalhos de campo:**

Antônio João de Barros, DSc

↳ *Geólogo, METAMAT-MT*

Hermes Galdino Pereira da Silva

↳ *Geólogo, METAMAT-MT*

Pedro Leo

↳ *Analista técnico, METAMAT-MT*

⊗ **Estado do Amapá**

Zuleica C. Castilhos, D.Sc.

↳ *Coordenação Geral, medidas de mercúrio em MAPEO e avaliação dos teores de mercúrio na atmosfera em áreas de MAPEO*

## **Consultoria:**

Lillian Maria Borges Domingos, M.Sc. Química Industrial

↳ *Responsável pela aplicação dos questionários de campo e realização do balanço metalúrgico do mercúrio*

Teresinha de Jesus Soares dos Santos, MSc

↳ *IEPA - Instituto Estadual de Pesquisas do Amapá. Responsável pelos contatos com instituições locais e apoio técnico e logístico para as visitas técnicas no Amapá*

## **Apoio técnico local e participação em trabalhos de campo:**

Daniel Francisco Pimenta Quintas

↳ *Geólogo, gestor da “Sala do Garimpeiro” pertencente a SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Amapá. Responsável pelo contato com as cooperativas de garimpeiros, pré-seleção de áreas para visitas e apoio técnico e logístico ao projeto*

Lenira Barroso dos Reis

↳ *Socióloga, da SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Amapá. Responsável pelo contato com as cooperativas de garimpeiros, pré-seleção de áreas para visitas e apoio técnico e logístico ao projeto*

Airton Soares (Azul)

↳ *Conselheiro do COEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente e pequeno minerador cooperado. Responsável pela apresentação da equipe às cooperativas visitadas*

Elisa Badziack

↳ *Engenheira Ambiental do PNUMA. Apoio técnico para a elaboração do balanço metalúrgico do mercúrio*

Além dos integrantes já citados, contamos com o apoio de dois motoristas da SEMA/AP, Senhor Maurício e Senhor Wellington, e do Batalhão Ambiental do Estado do Amapá, na presença do Sargento Farias e do Soldado Nahum.

## **⊗ Estado da Bahia**

Zuleica C. Castilhos, D.Sc.

↳ *Coordenação Geral, medidas de mercúrio em MAPEO e avaliação dos teores de mercúrio na atmosfera em áreas de MAPEO*

## **Consultoria**

Lillian Maria Borges Domingos, M.Sc. Química Industrial

↳ *Responsável pelo estudo da ferramenta Toolkit, elaboração e aplicação dos questionários de campo e apoio ao balanço metalúrgico do mercúrio*

Renata C. J. Alamino, D.Sc. Geologia

↳ *Responsável pelos contatos com instituições e logística de campo para a realização do trabalho de campo*

### **Apoio técnico local e participação em trabalhos de campo:**

Marco Antônio Freire Ramos

↳ *Especialista em Recursos Minerais – DNPM/BA*

Luiz Antonio Ferraro

↳ *Superintendente de Estudos e Pesquisas Ambientais – SEMA/BA*

Laelson Dourado Ribeiro

↳ *Engenheiro de Minas da CBPM, Companhia Baiana de Pesquisa Mineral*

### **⊗ Estado do Pará (segunda fase)**

Zuleica C. Castilhos, D.Sc.

↳ *Coordenação Geral, medidas de mercúrio em MAPEO e avaliação dos teores de mercúrio na atmosfera em áreas de MAPEO*

### **Consultoria:**

Lillian Maria Borges Domingos, M.Sc. Química Industrial

↳ *Responsável pelo estudo da ferramenta Toolkit, elaboração e aplicação dos questionários de campo e apoio ao balanço metalúrgico do mercúrio*

### **Apoio técnico e participação em trabalhos de campo:**

Elisa Badziack

↳ *Engenheira Ambiental - PNUMA, apoio técnico para a elaboração do balanço metalúrgico do mercúrio*

### **Análise Jornalística:**

Alice J. D. Bidone

↳ *Voluntária, Jornalista*

### **Ministério do Meio Ambiente**

Letícia Reis de Carvalho

↳ *Coordenadora Geral de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos*

Diego Henrique Costa Pereira

↳ *Analista Ambiental*

Luiz Gustavo Haisi Mandalho

↳ *Analista Ambiental*

Gabriel Francisco Silva

↳ *Analista Ambiental*

Elisa Badziack

↳ *Consultora*

## IV. OBJETIVOS

Os objetivos do presente relatório são:

- i. Elaborar o inventário nacional de emissões e liberações de mercúrio no âmbito da MAPEO no Brasil, a partir: a) das informações levantadas nas etapas anteriores deste projeto e, b) a partir da metodologia “Identificação e Quantificação de Fontes de Mercúrio Nível II – PNUMA (Toolkit)” e;
- ii. Propor adequações, se necessárias, ao Toolkit com análise crítica que apresente as incertezas e as recomendações para utilização da metodologia.

## V. MATERIAIS E MÉTODOS

A triangulação das informações foi obtida com a análise qualitativa da similaridade ou aderência entre os resultados do experimento e as respostas obtidas às perguntas diretas e indiretas do questionário semi- estruturado (Anexo 1). Esta metodologia foi executada a partir das instruções contidas no documento “Developing Baseline Estimates of Mercury Use in Artisanal and Small-Scale Gold Mining Communities: A practical Guide” (Persuad & Telmer, 2015).

O inventário das emissões e liberações de mercúrio no âmbito da MAPEO no Brasil foi realizado a partir de informações levantadas no campo. As visitas técnicas tiveram como foco principal obter informações e realizar o balanço de massas do mercúrio. Do experimento de balanço de massas de mercúrio foram calculadas: (i) as proporções de mercúrio utilizado por grama de ouro produzido em função das diferentes matérias primas e dos processos produtivos e; (iii) a proporção de mercúrio recuperado e de mercúrio perdido para o ambiente, em função também dos equipamentos de controle ambiental disponíveis/utilizados. No inventário foram consideradas a emissão direta para a atmosfera e as perdas ou liberações para solos, águas e/ou rejeitos.

Posteriormente, foi aplicada a metodologia “Identificação e Quantificação de Fontes de Mercúrio Nível II – PNUMA (Toolkit)” (PNUMA, 2015). O “toolkit” foi concebido para o cálculo dos fatores de emissão de mercúrio a partir de processos produtivos que liberem mercúrio para o meio ambiente tem como meta central estimar as liberações ou perdas anuais médias para distintos compartimentos ambientais (ar, água, solo ou resíduos), relacionado a cada processo produtivo.

Para a estimativa relacionada à MAPEO, utilizou-se o arquivo Excel, planilha 5.2 metal primário e linha 5.2.2 (extração de ouro e prata com processo de amalgamação), e o cálculo foi realizado conforme a equação abaixo:

Liberação estimada= quantidade de ouro produzido por ano \* quantidade de Hg liberado por unidade ouro produzido \* fator de distribuição de saídas de mercúrio para compartimento ambiental (ar, água ou solo ou rejeitos)

A linha 5.2.2 é sub-dividida em: minério não concentrado, minério concentrado e minério concentrado com uso de retorta. Nesta metodologia, a relação ( $Hg_{\text{usado}}:Au_{\text{extraído}}$ ) varia, segundo abaixo (Telmer, 2012; UNIDO, 2003):

- a) para minério não concentrado e sem utilização de dispositivos de recuperação é de >3:1
- b) Minério concentrado e sem uso de controles (retorta ou capela) é de 1,3:1 e;
- c) Minério concentrado e utilização de retorta é de 0,1.

O Toolkit indica que, em média, o fator de emissão de mercúrio para a atmosfera seria em torno de 45% e o restante (55%) seria liberado para solos, água e/ou rejeitos. Entretanto, tais relações mudam ao se tratar especificamente dos processos. Assim, se o minério concentrado é amalgamado e sem uso de retorta, 75% do mercúrio inicial é liberado para a atmosfera. Se o minério não concentrado é amalgamado, 25% do mercúrio inicial é liberado para a atmosfera e se o minério concentrado é amalgamado com o uso de retortas estima-se que 20% de mercúrio seja liberado para atmosfera. O restante do mercúrio perdido o seria para solos, águas e/ou rejeitos. Tais dados são usados na planilha como fatores padrão.

## VI. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a AMAP/UNEP (2013), existem vários métodos para estimativa de emissão de Hg a partir de um sistema, seja regional, nacional ou global. Entretanto, em geral, se enquadram em duas categorias: 1) Estimativa baseada em balanço de massa / fluxo de substância e, 2) Estimativas baseadas em medidas.

### 1 – Estimativa baseada em balanço de massa / fluxo de substância.

O balanço de massa consiste basicamente em uma descrição de fluxos de massa de entrada e saída de um processo, e seu princípio se baseia na lei de conservação de massa, onde o somatório de entrada é igual ao somatório de saída. A quantidade de Hg nas matérias primas é chamada de “input” ou entradas. Os “outputs” ou saídas são a quantidade de mercúrio perdida para o ar, solos, águas e/ou rejeitos ou são recuperados, estocados ou dispostos. Entradas e saídas são assumidos em balanço de massa e os métodos de cálculo empregados são relativamente de fácil entendimento. A acuracidade e a precisão das estimativas tipicamente dependem da disponibilidade da informação que define a entrada e a validade das premissas assumidas a respeito das rotas envolvidas (se há liberação para o ar, águas, rejeitos etc.).

Neste tipo encontra-se a metodologia do “Toolkit”, com fatores padrões pré-determinados, que podem ser adequados às diferentes situações.

### 2 – Estimativas baseadas em medidas

Isto se relaciona a medidas feitas em pontos apropriados ao processo (industrial) ou no produto / rejeito “output” para definir a emissão para o ar, solos, rejeitos, etc. Portanto, muitas estimativas de emissão baseadas em medidas dependem da validade da extrapolação linear das medidas realizadas em intervalos não frequentes para períodos maiores, ou medidas feitas em uma planta “representativa” para outras plantas industriais com similar operação. As estimativas de emissão aplicadas para um ano inteiro (ou mesmo menores períodos) dependerá do quão representativas são as medidas feitas em particular momento para todas operações realizadas no local (as quais podem melhorar com mudança no combustível, nas matérias primas e nas condições operacionais).

Neste tipo encontra-se o trabalho realizado por esta equipe, nas visitas de campo, onde é possível gerar os fatores relacionados às específicas condições de processo.

Nesta pesquisa, a triangulação das informações foi obtida com a análise qualitativa da similaridade entre os resultados do experimento e das respostas teóricas obtidas pela aplicação do questionário semi-estruturado. Os resultados estão mostrados no Anexo 2. A análise revelou que os experimentos forneceram resultados confiáveis da relação Hg usado por unidade de ouro produzido e mostraram que os garimpeiros não tem um controle efetivo da quantidade de mercúrio que é adquirida anualmente. A informação acurada sobre a quantidade de ouro produzido é de difícil obtenção e os resultados na maioria das vezes revelaram respostas incoerentes às perguntas diretas e indiretas. Em geral, depreende-se que a produção do ouro seria mais elevada do que o declarado. Assim, a triangulação mostrou que os resultados às perguntas diretas sobre produção de ouro são frágeis, embora em várias MAPEO o informado tenha sido similar às estimativas, mostrando mais uma vez a importância dos experimentos e observações realizadas em campo.

Segundo a AMAP/UNEP (2013), a qualidade de estimativas é consequência da validade das várias premissas assumidas. Melhorar a acuracidade das estimativas (isto é, decrescer sua natural incerteza) depende da melhoria da qualidade das informações disponíveis para dar suporte às premissas.

Diversas premissas serão assumidas neste documento. Parte delas tem como base revisão bibliográfica, a experiência da equipe técnica e os resultados das reuniões com as diferentes instituições que se relacionam com o setor da MAPEO e outra parte é baseada nos resultados obtidos dos experimentos de balanço de massas de Hg e na vivência da equipe durante a realização dos trabalhos de campo.

Segundo o “Toolkit”, os principais fatores que influenciam as emissões e liberações de mercúrio em MAPEO são:

- 1) Total de ouro produzido por garimpeiro utilizando mercúrio;
- 2) número total de garimpeiros;
- 3) quantidade de mercúrio consumido por ouro produzido — isso varia com a prática, sendo que a amalgamação com todo o minério consome muito mais mercúrio do que amalgamação com um concentrado do minério; e

4) a porcentagem de mercúrio reciclado (0% sem retortas, 75–95% com retortas ou exaustores de fumos).

### *Produção de Ouro*

Deve-se considerar que a produção total de ouro pela MAPEO se relaciona ao somatório da produção legalizada e declarada e da produção ilegal, que pode ser a produção não declarada de áreas legalizadas e da produção em áreas não legalizadas. Aquela oriunda de áreas sem licença ambiental, sem PLG ou concessão de lavra, em terras indígenas, em áreas de proteção ambiental, etc.

A produção legal de ouro pela MAPEO é rastreada pelo pagamento de IOF. Em 2016, foi de cerca de 25 toneladas de ouro. A quantificação da produção ilegal não é tarefa trivial. Esta produção pode ser aproximada por meio de uma série de dados, como por exemplo, o número de crimes ambientais e/ou o número de flagrantes de ilegalidade. Alguns destes dados foram solicitados formalmente às instituições governamentais responsáveis, mas ainda não estão disponíveis. Instituições não governamentais também estão sendo consultadas sobre a existência de conflitos com a pequena mineração de ouro. Informações informais e uma revisão de artigos em jornais locais e regionais e do site do IBAMA, sobre aspectos de ilegalidade da MAPEO fornecem uma compreensão mais ampla sobre o assunto. Foi realizada uma compilação de artigos de jornais, revistas e internet, de eventos ocorridos em 2017 e a partir deste material foi consolidada uma análise jornalística. Basicamente, os dados indicam alto grau de informalidade, processos judiciais por lavagem de ouro produzido em terras indígenas, indiciamento de responsáveis por cooperativas com grande área de PLG requerida, invasão de terras indígenas, apreensão de ouro, destruição de maquinários presentes ilegalmente em áreas indígenas ou dentro de áreas de proteção ambiental, entre outros. A análise jornalística é apresentada em detalhes no Anexo 3.

Segundo estimativas apresentadas no documento “Organized Crime and Illegally Mined Gold in Latin America” (GIATOC, 2016), deve-se acrescentar de 10 a 15% (10% sendo estimativa do documento e 14%, estimativa referenciada ao DNPM, 2010/11) da produção legal para dar conta da produção ilegal de ouro de MAPEO no Brasil. De Acevedo (2014), entretanto, sugere que a produção ilegal seja cerca de 30% da produção legal. A GIATOC (2016) cita a existência de 75 mil garimpeiros ilegais operando na bacia amazônica brasileira, número próximo ao obtido pela autodeclaração de atividade, segundo o IBGE, que daria conta de legalizados e ilegais, conforme mostrado no Relatório Parcial 2. A GIATOC (2016) indica também que a mineração ilegal está ocorrendo em nove estados, sendo que os mais importantes centros estão localizados nos estados do PA, MT, RO e RR. Na análise jornalística, por entrevista a organização não governamental sediada no estado de RR, foi obtida a informação de que mais de 5 (cinco) mil garimpeiros de ouro trabalham em reserva indígena Yanomami. No AP, recentemente, foi mostrado em TV nacional a presença de cerca de 2.000 pessoas ilegalmente trabalhando na RENCA. A quantidade de eventos que ocorreram por toda a Amazônia brasileira em 2017 indica fortemente a existência de importante produção ilegal de ouro. Estes dados, integrados aos dados obtidos em campo, contribuem para a elaboração de distintos cenários de produção de ouro.

Segundo comunicações pessoais obtidas durante a elaboração desta pesquisa, a quantidade de ouro ilegal produzido no Brasil pode variar de cerca de 50% a 100% da produção declarada de ouro.

Seccatore e colaboradores (2014) estimaram dois cenários de produção de ouro do Brasil para 2011, sendo o primeiro cenário de uma produção de 21 toneladas e para o segundo cenário, 64,9 toneladas. Naquele ano, foi declarada oficialmente uma produção um pouco maior do que 8 toneladas. Considerando estes autores, a produção total poderia ser estimada entre 3 a 8 vezes maior do que a declarada (ou estimada por cálculo de IOF).

Na Tabela 1 são mostradas as estimativas de produção total de ouro pela MAPEO brasileira em 2016, a partir das relações sugeridas pela literatura e pelas informações obtidas durante o trabalho de campo.

Tabela 1. Produção de ouro (toneladas) pela MAPEO brasileira, em 2016 e estimativas da produção total (declarada e ilegal).

Oficial	Oficial +10%	Oficial +30%	Oficial +50%	Oficial +80%*	Oficial +100%**	Oficial + 3x	Oficial + 8x
DNPM	GIATOC, 2016	De Acevedo (2014)	***Com. pessoal	***Com. pessoal	***Com. pessoal	Seccatore et al, 2014	Seccatore et al, 2014
25	27,5	32,5	37,5	45	50	75	200

\* 60% não declarada e mais 30% de produção ilegal; \*\*baseada em comentários de que uma pequena parte é declarada e que a maior parte do ouro produzido não é declarado e é enviado como contrabando para os países vizinhos; \*\*\*Com. Pessoal=comunicação pessoal

A GIATOC (2016) informa que o ouro produzido ilegalmente entra no mercado internacional após sua verdadeira origem ser escondida ("lavada"). Depois de ser processado localmente, o ouro é transportado para refinadores que o purificam para as qualidades exigidas pelos usuários finais. O ouro latino-americano geralmente é enviado para refinarias nos EUA, Suíça ou Canadá. Indica que o total de ouro exportado atingiu, em 2013, 74 toneladas das quais 24% foram exportadas para a Suíça e 44% para "outros países". Não informa se esta quantidade de ouro é oriunda apenas de MAPEO ou também da grande mineração. Caso seja apenas de MAPEO, as 74 toneladas representam 6 (seis) vezes mais do que o declarado no ano de 2014, corroborando para o cenário de incremento significativo em relação ao declarado, conforme indicam Seccatore e colaboradores (2014).

#### *Processos Minerais e Controles Ambientais*

Todas as MAPEO visitadas utilizam mercúrio, o que será extrapolado para todas as áreas do Brasil. Foram realizadas reuniões antes, durante e depois das visitas de campo, com garimpeiros, comerciantes de ouro, agências governamentais, cooperativas de garimpeiros (formal e informal). Comerciantes de mercúrio não se autodeclararam, o que inviabilizou contato com os mesmos. Adicionalmente, em relação

à procedência do Hg utilizado nas MAPEO, apenas uma cooperativa relatou comprar o produto com nota fiscal de um fornecedor do Estado de São Paulo. Todos os demais gestores relataram a compra de Hg sem nota fiscal. Segundo eles, a aquisição de Hg legalizado é muito difícil, pois não há mercado formal do produto e que o Hg de origem ilegal pode ser facilmente comprado em farmácias e lojas para garimpo de ouro. Além disso, conforme o Relatório Parcial 1, há facilidade para a aquisição de Hg em sites da internet.

Amalgamação de minério não concentrado foi observada em minério primário em MAPEO com baixa produção de ouro (abaixo de 1g/dia/garimpeiro), o que sugere pouca participação percentual na produção total do ouro.

Amalgamação do minério concentrado foi observada na totalidade de MAPEO que explora minério secundário e em 01 (uma) MAPEO que explora minério primário.

O amálgama é filtrado na totalidade das MAPEO visitadas, com recuperação significativa (~50%) do Hg, abatendo as liberações para solo, águas e rejeitos. Esta prática independe do tipo de minério e do tipo de processamento mineral, ocorrendo inclusive com o uso de minério primário não concentrado. O Hg recuperado pela filtração não é considerado “sujo”.

Os garimpeiros declararam não descartar o Hg “sujo”, que seria o recuperado nas retortas e/ou capelas. A ativação do Hg foi citada como prática rotineira, mas não foi possível observá-la no período de nossa visita. Portanto, vamos considerar que não há descarte deste Hg.

Há MAPEO que utilizam retortas e/ou capelas e reutilizam o Hg recuperado, enquanto outras não apresentaram nenhum controle para abatimento de emissão de Hg ou usam folhas vegetais, na tentativa de recuperar o Hg.

A quantidade de Hg utilizado por unidade de ouro produzido variou de 2:1 para minério secundário e 8:1 para minério primário, com uma média geral de 5:1. A maior parte da produção de ouro por MAPEO no Brasil é oriunda de minério secundário. Por isto, para os cenários, será assumido que 80% da produção sejam de minério secundário concentrado (relação de 2:1) e que os 20% restante sejam de minério primário, concentrado ou não concentrado (relação de 8:1).

A diferença entre a massa inicial de Hg e a massa de Hg recuperada pelo procedimento de filtração somada à massa de Hg presente no amálgama representa o total de Hg potencialmente perdido/liberado para solos, águas e rejeitos. A relação Hg:Au presente no amálgama não varia significativamente, mantendo-se próxima a 1:1. Assim, a massa de Hg presente no amálgama é aproximadamente a mesma massa de ouro produzida. No caso das MAPEO visitadas onde o balanço de massas foi realizado, esta liberação foi baixa, podendo-se sugerir uma taxa média de cerca de 5%.

Adicionalmente, em várias MAPEO visitadas, em especial no MT, há Central de Amalgamação (CA), onde os rejeitos são contidos e posteriormente armazenados. Isto significa menor disponibilidade de Hg para solos e águas e também para re-emissão.

As visitas técnicas a MAPEO do estado do PA revelaram-se distintas entre si, pois os processos e cuidados observados são muito diferentes. No sul do estado, apesar da informação recebida de que ocorre a filtração do amálgama em pano, esta etapa não foi observada durante as visitas de campo, uma vez que o horário da visita técnica não propiciou acompanhar as atividades de “despesca”. As MAPEO visitadas possuíam estrutura precária, tanto em relação ao controle ambiental quanto às condições de trabalho e alojamento. Algumas áreas possuíam caixas d’água para o bateamento do amálgama, mas também foi visto o bateamento em bacia de decantação improvisada aberta em solo próximo a rios, sendo provável a liberação de Hg para os solos e rios.

Dado que os garimpeiros consideram que o preço do mercúrio está elevado e da facilidade da filtração, pode-se considerar que todas a realizam.

O uso de retorta ou capela para decomposição térmica não parece ser uma prática comum, pois as lá existentes sugeriam pouco uso, podendo-se estimar que o amálgama seja queimado na própria bateia, com o auxílio de maçaricos. Sendo assim, sem o uso de equipamentos de abatimento nesta etapa, ocorre a emissão de todo o Hg presente no amálgama como Hg gasoso para a atmosfera.

A visita técnica a uma draga pertencente a uma cooperativa revelou uma MAPEO estruturada e que pode ser representativa de uma parte da produção de ouro do PA.

No estado do AP os processos variam e as visitas técnicas mostraram que MAPEO exploram minério primário concentrado e não concentrado, com e sem o uso de retortas, podendo utilizar folhas vegetais. A produção de ouro variou bastante entre as MAPEO, sendo que uma delas produziu em um dia a mesma quantidade que outra MAPEO produziria por cerca de 400 garimpeiros.

No estado da BA os processos vistos nas MAPEO visitadas são em minério primário, sem concentração, com uso de placas amalgamadas e sem uso de retortas ou capelas para a decomposição do amálgama. A produção de ouro se mostrou ínfima em comparação às MAPEO dos demais estados.

### *Estimativas de emissão de Hg*

Nesta seção será mostrada a estimativa de emissões e liberações de mercúrio da MAPEO no Brasil, a partir das informações levantadas nas etapas anteriores deste projeto.

A massa total de Hg perdida para o meio ambiente compreende: 1) a massa perdida para solos, águas, sedimentos ou rejeitos (contidos ou não em bacias de contenção de rejeitos) e, 2) a massa perdida diretamente para a atmosfera.

Os principais fatores que influenciam as emissões (diretamente para a atmosfera) de Hg por MAPEO são: a quantidade de Hg presente no amálgama, a produção de ouro e a aplicação de sistemas de abatimento destas emissões diretas (retortas, capelas, etc).

Os principais fatores que influenciam as liberações (perdas para solos, águas e/ou rejeitos) de Hg por MAPEO são: a quantidade de mercúrio usado por ouro produzido, a quantidade de ouro produzida e a existência de sistemas de controles ambientais (filtração, bacias de contenção de rejeitos, gestão de resíduos, etc).

A relação média  $Hg_{\text{usado}}: Au_{\text{produzido}}$  foi similar na amostragem geral e nos experimentos, e resultou em torno de 5:1. Nos experimentos, a diferença nesta relação em função do tipo de minério se mostrou mais clara e acentuada: o minério primário consome cerca de quatro vezes mais Hg (relação 8:1) do que o minério secundário (relação 2:1).

É fundamental ter clareza de que a emissão direta de mercúrio para a atmosfera ocorre apenas durante a decomposição do amálgama. A partir dos experimentos foi possível determinar que a relação Hg:Au no amálgama é de 1:1, independentemente do processo mineral, corroborando com os saberes dos garimpeiros.

Como já mencionado, a massa de Hg potencialmente perdida para os solos, águas e rejeitos (contidos ou não) é a diferença entre a massa inicial de Hg e a massa de Hg recuperada pelo procedimento de filtração somada à massa de Hg presente no amálgama. Como dito acima, a relação Hg:Au presente no amálgama não varia significativamente, mantendo-se próxima a 1:1. Assim, a massa de Hg presente no amálgama é aproximadamente igual à massa de ouro produzida.

No caso das MAPEO visitadas onde o balanço de massas foi realizado, esta liberação foi baixa, em média, de 2,5%, podendo-se sugerir uma taxa de 5%. Deve-se ressaltar que em poucos casos foi observada a possibilidade de perdas diretas para as águas, podendo-se considerar que esta liberação deve ser relacionada aos solos e/ou rejeitos, contidos ou não. Este cálculo excluiu as MAPEO do Estado da BA, de baixíssima produção, menor do que 1g de ouro/garimpeiro/dia, as quais mostraram perdas significativas, de cerca de 60% do Hg inicial para os solos, águas e/ou rejeitos, mas representam pouco na produção total de ouro no país. Esta produção muitas vezes não é nem mesmo computada nos registros de produção de ouro declarada oficialmente no país, provavelmente pela pequena produção e por ser de forma irregular.

É sabido que o Hg liberado para os rejeitos, solos e rios podem ser re-emitidos, mas a estimativa de emissão para a atmosfera a partir dos rejeitos, solos e rios, não é objeto deste projeto de pesquisa.

Há informação de que mais de 80% da produção declarada de ouro, em 2016, foi realizada nos estados do PA e MT. Por isto, os dados oriundos das MAPEO visitadas no PA e no MT podem representar mais de 80% da produção nacional anual de ouro por MAPEO. Por esta razão, assumimos a premissa de que a produção do ouro por MAPEO no Brasil está significativamente representada pela realidade das MAPEO localizadas no PA e no MT, que representam a maior parte da produção de ouro no país. Estes dois estados (juntamente com RR e RO) foram citados também como os maiores produtores de ouro ilegal, conforme mencionado acima neste documento.

Os cenários discutidos abaixo levam em consideração as incertezas e variações nos parâmetros dos cálculos, principalmente no que tange à informação formal da produção

de ouro e a percentagem de liberação e de emissão de mercúrio resultantes dos dados experimentais. A incerteza dos dados de produção de ouro é mais afeita à ilegalidade e/ou produção legal não declarada. E as variações nos fatores de perda são consequência de distintos parâmetros, como tipo de minério, tecnologias utilizadas, escala de produção, etc.

A Tabela 2 mostra valores estimados de emissões de Hg diretamente para a atmosfera e de potenciais liberações para solos, águas e/ou rejeitos (contidos ou não). Esta tabela foi elaborada com base no que foi apresentado e discutido no Relatório Parcial 2, considerando diferentes cenários de legalidade, de produção de ouro e da utilização ou não de controles ambientais para minimizar as perdas de Hg.

C	Au p	Condição de legalidade	Tipo minério	% de aplicação	Hgu :Aup	MHgi	MHgi total	Rec 1	ΣHg Rec 1 + Hg amal	Hg Lib.*	Hg total Lib.*	Queima de amalgama	% de aplicação	Hg emitido	Hg total emit.**	Hg total Emit. legal+ilegal	Hg total perdido: Zliberado +emitido	Fator atm. (%)	Fator solo (%)
25	25	0% ilegal	Primário	10	8:1	20	65	32,5	57,5	7,5	7,5	Sem Controle	20	5	11	11	18,5		
27,5	2,5	10% ilegal	Secundário	90	2:1	4,5	6,5	3,25	5,75	0,75	8,25	Com Controle	20	0,15	2,15	13,15	21,4	61	39
32,5	7,5	30% ilegal	Secundário	90	2:1	13,5	19,5	9,75	17,25	2,25	9,75	Com Controle	20	0,45	6,45	17,45	27,2	64	36
37,5	12,5	50% ilegal	Primário	10	8:1	10	32,5	16,25	28,75	3,75	11,25	Com Controle	20	0,75	10,75	21,75	33	66	34
45	20	80% ilegal	Secundário	90	2:1	36	52	26	46	6	13,5	Com Controle	20	1,2	17,2	28,2	41,7	68	32
50	25	1x mais ilegal	Primário	10	8:1	45	65	32,5	57,5	7,5	15	Com Controle	20	1,5	21,5	32,5	47,5	68	32
75	50	2x mais ilegal	Secundário	90	2:1	90	130	65	115	15	22,5	Com Controle	20	3	43	54	76,5	71	29
175	175	8x mais ilegal	Secundário	90	2:1	315	455	227,5	402,5	52,5	60	Com Controle	20	10,5	150,5	161,5	221,5	73	27

C= Cenários de produção de ouro: Aup = Ouro produzido; % aplicação: percentual de MAFEO que trabalham na condição indicada. MHgi = Massa inicial de Hg; MHgi total= Massa de Hg inicial total; Rec 1= Massa de Hg recuperada na filtragem; ΣHg Rec 1+ Hg amal= Massa de Hg recuperada somada à massa potencialmente existente no amálgama; Hg lib.\*= Hg liberado ou perdido para solos, águas e rejeitos; MHgi- (ΣHg Rec 1+ Hg amal); Hg emit.\*\* = Hg emitido diretamente para a atmosfera; Hgu:Aup= relação Hg usado; Au produzido.

Tabela 2. Estimativas de emissões de Hg diretamente para a atmosfera e de potenciais liberações para solos, águas e/ou rejeitos (contidos ou não) e de fatores de distribuição da perda de Hg para a atmosfera e solos, águas e/ou rejeitos.

Assim, foi considerado como um primeiro cenário: 100% de legalidade, com a produção declarada de ouro, de 25 toneladas, em 2016; a produção de ouro sendo de 90% por exploração de minério secundário concentrado e de 10% por minério primário; a relação Hg usado: Au produzido de 2:1 para minério secundário concentrado e de 8:1 para minério primário. Assim, a entrada de Hg no sistema (MHgi total) resultou em 65 toneladas. Cerca de 50% desta massa é recuperada por filtragem (Rec 1= 32,5t) e, sendo a relação Hg:Au no amálgama de 1:1, 25 toneladas de Hg fazem parte do amálgama. Assim, a perda de Hg para solos e/ou rejeitos é a diferença entre a MHgi total (65t) e o somatório do Hg recuperado em Rec1 (32,5t) e do existente no amálgama (~25t), de 57,5t, resultando em 7,5 toneladas.

Para este cenário, considerando a relação Hg:Au existente no amálgama de 1:1, independentemente do processo mineral empregado, a emissão direta de Hg para a atmosfera, sem abatimento pelo uso de controles de emissão, seria de, no máximo, 25 toneladas. Um cenário provável é de a maior parte das MAPEO que produziram as 25 toneladas de ouro legais e declaradas, utilizem sistemas de abatimento de emissão de Hg. Assim, é razoável supor que 80% da produção declarada de ouro seja realizada com o uso de retortas ou capelas (com eficiência média de 70%), e que os 20% restantes não utilizem controles (dado que vimos retortas sem uso em MAPEO legalizadas ou buscando a legalização). A emissão direta de mercúrio para a atmosfera resulta em 11 toneladas.

Finalmente, somando as massas perdidas para solos e/ou rejeitos e emitidas diretamente para a atmosfera, resultou em 18,5 toneladas, sendo que aproximadamente 60% é emitida diretamente para a atmosfera e 40% é perdida para solos, águas e rejeitos.

Nos parece que se pode considerar como produção ilegal aquela originada de áreas legalizadas, mas que não é declarada e aquela originada de áreas ilegais. Em geral, a produção em áreas legalizadas (e não declarado) é produzida da mesma maneira, provavelmente com o uso de filtragem, retortas e capelas. Acreditamos que a produção ilegal de ouro, em áreas ilegais, seja realizada com práticas menos recomendadas, sem as retortas ou capelas. Entretanto, é muito provável que todos utilizem a filtragem, pois como já falado, há dificuldades na aquisição do Hg, os garimpeiros tem considerado o preço elevado e o procedimento é fácil e rápido.

Nos demais cenários, descontamos as 25 toneladas declaradas de produção de ouro daquela produção indicada na Tabela 1 como produção estimada para dar conta da produção ilegal. Para cada um dos cenários foi calculada as massas perdidas de mercúrio e somadas às massas indicadas na produção legal (25 toneladas de ouro). Consideramos que utilizam os mesmos processos minerais, mas diferindo no percentual de uso de retortas e/ou capelas, uma vez que esperamos que as boas práticas estejam menos presentes na produção ilegal de ouro.

Assim, no cenário mais pessimista, de produção ilegal de ouro em torno de 8 vezes a produção declarada, considerando os mesmos processos minerais mas diferindo no percentual de uso de retortas e/ou capelas (que seriam adotadas por apenas 10% da

produção), as perdas de Hg para solos e/ou rejeitos atingem 60 toneladas e a emissão diretamente para a atmosfera resulta em 161,5 toneladas, totalizando 221,5 toneladas perdidas para o meio ambiente. Neste caso, os percentuais de perdas seriam em torno de 70% emitidos diretamente para a atmosfera e 30% perdidos para solos, águas e/ou rejeitos.

Os resultados indicam que quanto maior a ilegalidade e, portanto, o não uso de controles de abatimento de emissão de Hg, maior é o fator de distribuição para a atmosfera.

Nesta seção é discutido o “Toolkit” e as dificuldades de utilização para as estimativas de emissão e liberação de Hg por MAPEO no Brasil.

O “Toolkit” calcula perdas e emissões de Hg conforme o Quadro 1. Este quadro está inserido em uma planilha excel que permite os cálculos após a inserção de dados.

Quadro 1. Modelo de planilha do “Toolkit” para estimativas de emissão e liberações de Hg a partir de MAPEO.

Categoria de fonte / fase	Fator de entrada padrão	Unidade	fator de entrada	Unidade	taxa de atividade	Unidade	Cálculo entrada de Hg	Unidade	entrada de Hg	Unidade	Ar	Água	Terra
/Do minério inteiro	3	kg Hg/kg Au prod		kg Hg/kg Au prod		Au prod, kg/a		Kg Hg/a		Kg Hg/a	0,25	0,4	0,35
/Do concentrado	1	kg Hg/kg Au prod		kg Hg/kg Au prod		Au prod, kg/a		Kg Hg/a		Kg Hg/a	0,75	0,13	0,12
/Do concentrado sem uso de retortas	0.1	kg Hg/kg Au prod		kg Hg/kg Au prod		Au prod, kg/a		Kg Hg/a		Kg Hg/a	0,2	0,4	0,4

Segundo o “Toolkit”, a quantidade de mercúrio utilizada por unidade de ouro (ou prata) extraída varia de acordo com os métodos e equipamentos usados, entre outros fatores. Explica que, se o mercúrio for usado para extrair ouro de todo o minério e não forem utilizados dispositivos de recuperação, a relação da quantidade de mercúrio utilizada e da quantidade de ouro extraído (Hgusado:Auextraído) é >3:1 (isto é, mais de 3 kg de mercúrio usados por cada quilo de ouro obtido). Se o mercúrio é usado no concentrado do minério (em vez de todo o minério) a relação (Hgusado:Auextraído) é de cerca 1,3:1. Se forem usados concentrados de minério e retortas, a quantidade de mercúrio utilizada é muito menor (a taxa pode ser de 0,1; a faixa de 0,05–0,2) (Telmer, 2012; UNIDO, 2003 apud PNUMA 2015).

Indica, também, que Lacerda (1997, apud PNUMA 2015) analisou a literatura sobre quantias estimadas de mercúrio por quilo de ouro produzido com o processo de amalgamação e relatou que, embora esses fatores de entrada variassem enormemente, a maior parte se encontrava na faixa de 1–2 kg de mercúrio por quilo de ouro produzido. Mas, desde então, outras observações mostraram taxas de consumo de mercúrio na ordem de 20 Hg:1 Au, quando o mercúrio é colocado diretamente no circuito de moagem e essas taxas podem atingir até 50 Hg : 1Au, quando os minérios contêm concentrações significativas de prata, que forma um amálgama mais pobre com maior concentração de mercúrio.

Primeiramente foi estudado o Toolkit visando sua aplicação na estimativa de emissão direta para a atmosfera e liberações para solos, águas e/ou rejeitos, com a proposição de inserir fatores adequados à realidade brasileira.

Na Tabela 3 são mostrados os valores da relação Hg usado: Au produzido e de Hg perdido: Au produzido obtido nos experimentos e o utilizado no ‘Toolkit’, para cada tipo de processo considerado.

Tabela 3. Valores da relação Hg usado: Au produzido e de Hg perdido: Au produzido obtidos nos experimentos nas MAPEO brasileiras visitadas e o sugerido no ‘Toolkit’, para cada tipo de processo considerado.

Cenários	Mapeo	Hgusado: Auprod.	Hgperdido: Auprod.
Minério não concentrado sem utilização de dispositivos de recuperação a relação (Hgusado:Auextraído) é >3:1	23	7,20:1	4,8:1
	24	1,80:1	1,80:1
	25	5,14:1	2,86:1
Minério concentrado a relação(Hgusado:Auextraído) é de cerca de 1,3:1.	18	10:1	1,13:1
	20	14,20:1	2,86:1
Minério concentrado e utilização de retorta, a quantidade de mercúrio utilizada é muito menor (a taxa pode ser de 0,1; a faixa de 0,05–0,2) (Telmer, 2012; UNIDO, 2003).	8	0,97:1	0,17:1
	9	1,24	0,03:1
	10	3,47:1	0,24:1
	11	2,67:1	0,21:1
	12	9,29:1	0,49:1
	13	0,17:1	-
	26	1,62:1	0,36:1

A intenção era, primeiramente, adotar as premissas assumidas pelo Toolkit, da relação  $Hg_{\text{usado}}:Au_{\text{extraído}}$  e os fatores padrão, conforme indicados na Tabela 3, para cada caso. Posteriormente, seriam utilizados os dados obtidos nas MAPEO visitadas, extrapolados para produção anual de ouro, nos diversos estados visitados. Por fim, os cálculos seriam realizados para cada UF, considerando distintos cenários de produção de ouro, que integrados, resultariam na estimativa de emissão e liberações de Hg por MAPEO no país, incluindo distintos cenários de produção de ouro legal e ilegal.

Entretanto, à luz dos experimentos realizados nas MAPEO brasileiras, não foi possível entender os “inputs” aos quais o “Toolkit” se refere. Os valores de entrada sugeridos podem tanto estar relacionados à quantidade de Hg usado: Au produzido quanto à Hg perdido: Au produzido, o que impossibilitou a utilização da planilha. Não houve caso em que uma MAPEO utilizasse 10% de massa de mercúrio para 1 parte de ouro produzido na relação Hg usado: Au produzido. Pensamos então que poderia representar o Hg perdido: Au produzido. Por outro lado, se a relação fosse a de Hg perdido: Au produzido, não se compreende que para o minério bruto (minério não concentrado) seja perdida 3 vezes a massa inicial de mercúrio, pois não é possível perder o que não ingressou no sistema. Por esta razão, embora tenha se elaborado diversos exercícios (Anexo 4), não foi possível entender e utilizar as planilhas do “Toolkit”.

Entretanto, no Anexo 2 do AMAP/UNEP (2013), há uma estimativa de emissão de Hg para a atmosfera por MAPEO no Brasil, para o ano de 2007, baseada no “Toolkit”. Não há informação sobre a produção de ouro considerada, mas em 2007, o Brasil produziu

5 toneladas de ouro declaradas oficialmente (DNPM). Não é informada a razão, mas foi assumido um valor médio de Hg usado de 45 toneladas, o que resulta em fator Hg usado: Au produzido de 9:1 (considerando a informação acima, da produção declarada do país naquele ano). Ainda, foi assumido que 50% da produção de ouro ocorreram por processo de amalgamação de minério concentrado e que 50% foram realizadas em minério não concentrado. Adicionalmente, foi assumido um fator de emissão de 0,5, resultante da média obtida dos fatores padrões de 0,75 (para amalgamação de minério concentrado) e de 0,2 (para amalgamação de minério não concentrado). Finalmente, a estimativa de emissão de Hg por MAPEO no Brasil, para 2007, resultou em 22,5 toneladas.

Esta estimativa está bastante diferente do que se depreende dos cenários de estimativas de emissão e de liberações mostrados na Tabela 2. Por exemplo, considerando a entrada no sistema de 65 toneladas (para a produção de 25 toneladas de ouro), 18,5 toneladas são perdidas para o meio ambiente, incluindo a emissão de 11 toneladas diretamente para a atmosfera e de 7,5 toneladas perdidas para solos e/ou rejeitos. Ou seja, à luz dos dados disponibilizados pelo presente projeto, a estimativa de emissão de Hg por MAPEO no Brasil resulta em cerca de metade da contribuição indicada para 2007, no estudo publicado em AMAP/UNEP, 2013, com o uso do "Toolkit". Como agravante, deve-se salientar que em 2007, o Brasil produziu, oficialmente, 5 toneladas, ou seja, cinco vezes menos ouro do que o declarado em 2016. Infelizmente não há informação suficiente na publicação para se conhecer a produção de ouro considerada naquele estudo.

## VII. CONCLUSÕES

Com base nos cenários apresentados, a emissão de Hg, diretamente para a atmosfera, por MAPEO no Brasil, para o ano de 2016, varia uma ordem de grandeza, de 11 toneladas a 161 toneladas, considerando a produção legalizada e ilegal de ouro, os distintos processos e os percentuais de uso de controles de emissão.

Como já dito, diversas premissas foram assumidas neste documento. Parte delas tem como base revisão bibliográfica, a experiência da equipe técnica e os resultados das reuniões com as diferentes instituições que se relacionam com o setor da MAPEO e outra parte é baseada nos resultados obtidos dos experimentos de balanço de massas de Hg e na vivência da equipe durante a realização dos trabalhos de campo.

Sabe-se que a qualidade das estimativas é consequência da validade destas várias premissas assumidas. Quanto maior consenso for obtido sobre dados chave para as estimativas, maior sua acuracidade. A escolha de cenário que melhor represente a realidade da MAPEO brasileira é o caminho para decrescer as incertezas das estimativas.

Nos experimentos realizados e pelas informações recebidas na presente pesquisa, no Brasil, a relação Hg:Au no amálgama se mostrou constante e em média, 1:1. Esta parece ser uma divergência importante das premissas assumidas no "Toolkit", de que pode haver grande variação nos teores de Hg em amálgamas. Esta relação é essencial pois é a base para a estimativa de emissão de Hg direta para a atmosfera, podendo ou não haver abatimento pelo uso de sistemas de controles (retortas e/ou capelas ou outros).

Quanto à liberação de Hg para solos, águas e/ou rejeitos (contidos ou não), a relação Hg usado: Au produzido é importante, mas a filtragem, realizada por praticamente todos os garimpeiros, recupera em torno de 50% da massa inicial, não importando quanto foi adicionado ao sistema. O que importa, no caso, é a quantidade de ouro que será amalgamada pois carregará a mesma massa de Hg para o amálgama. E impactará a emissão, conforme dito no parágrafo acima.

É preciso lembrar os altos teores de mercúrio na atmosfera medidos durante a decomposição do amálgama, mesmo com a utilização de retortas ou capelas. Indicam que há emissão importante, podendo representar também riscos à saúde humana por exposição ocupacional e/ou ambiental. Há situações em que pessoas com outros ofícios (cozinheiras, vigias, etc) podem estar expostas, especialmente as que pernoitam em locais próximos às áreas de decomposição do amálgama.

Há limites de emissão acima dos quais as plantas industriais devem reportar suas emissões de Hg, em diferentes países, sendo 5Kg / ano, no Canadá, e de 10 Kg / ano nos países da Comunidade Européia. Assim, sugere-se que estes limites sejam adotados no Brasil para as MAPEO, que, se emitirem mais do que estas cargas anuais, deveriam realizar seus balanços e reportar às instituições responsáveis.

Finalmente, ressalta-se a importância do trabalho de campo, pela possibilidade de realização dos experimentos durante a rotina de trabalho dos garimpeiros, das observações realizadas nas áreas de MAPEO, da escuta e valorização das informações compartilhadas pelos garimpeiros.

## **VIII. AGRADECIMENTOS**

A todas as instituições parceiras, às suas diretorias e aos pesquisadores, analistas, motoristas, e demais colaboradores que nos apoiaram. Sobretudo, aos garimpeiros de ouro e suas famílias, pela generosa acolhida, por nos receberem em seus locais de trabalho e compartilhar sua experiência de trabalho e de vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAP/UNEP, 2013. Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway/UNEP Chemicals Branch, Geneva, Switzerland. vi + 263 pp.

PNUMA, 2015. Toolkit para “Identificação e Quantificação de Fontes de Mercúrio, Relatório e Diretrizes de Referência para o Inventário Nível II, versão 1.3, abril 2015. UNEP Chemicals Branch, Genebra, Suíça.

PERSUAD, A & TELMER, K (2015) Developing baseline estimate of mercury use in Artisanal and Small Scale Gold Mining Communities: A Practical Guide (version 1.0), Artisanal Gold Council. Victoria, BC. ISBN 978-0-993-9459-4-6.

Seccatore, J et al (2014) An estimation of the artisanal small-scale production of gold in the world. Science of the Total Environment 496 (2014) 662–667

## ANEXO 1

Questionário semi-estruturado elaborado pela equipe técnica deste projeto

<b>Identificação do garimpo</b>	
Nome do garimpo	Região garimpeira
( ) em atividade Paralizado	( ) sazonal ( )
Localização	LATITUDE/LONGITUDE
Distrito	Município
Proprietário do garimpo	
Endereço	
Profissão	CPF
Gerente garimpo	
Endereço	
Profissão	CPF
Proprietário da área	
Endereço	
Profissão	CPF
*Caso o garimpo possua várias frentes de lavra com diferentes proprietários utilizar um questionário para cada responsável por frente de lavra	
<b>Aspectos legais do empreendimento</b>	
DNPM: ( ) ilegal	
( ) legalizado processo nº	( ) em legalização
Orgão ambiental estadual ( ) ilegal	
( ) legalizado processo nº	( ) em legalização
Prefeitura ( ) ilegal	
( ) legalizado processo nº	( ) em legalização
Há algum tipo de demanda pela posse do empreendimento ( ) sim ( ) Não	Caso afirmativo indicar motivo
Tipo de documento existente entre empreendedor e superficiário	Pagamento de renda ao superficiário (indicar valor)
<b>Aspectos hidrográficos</b>	
Subbacia	Denominação da drenagem
( ) Perene ( ) intermitente	
<b>Aspectos da lavra</b>	
( ) subterrânea	( ) céu aberto
Tempo q é utilizada (subterrânea e céu aberto)	
Tipo de desmonte	
( ) céu aberto	( ) hidráulico
( ) explosivo	( ) manual ( ) outros:
Profundidade máxima da lavra	
Céu aberto	subterrânea
Produção ouro:	

Céu aberto (Maximo)	Céu aberto (semanal)
Céu aberto (quinzenal)	Céu aberto (mensal)
subterrânea (Maximo)	subterrânea (semanal)
subterrânea (quinzenal)	subterrânea (mensal)
Qual a quantidade de material lavradorXprodução ouro	Qual a área ou quantidade de sacos lavrado por dia?
Estimativa do custo (mensal)	
Céu aberto	subterrânea
Qual a etapa de adição do Hg?	
Minério processado no mesmo local da lavra ( ) sim ( ) não*	
*indicar como é transportado	
Qual a pureza do Au (%)	Valor de mercado venda (R\$)
Qual destino dos rejeitos	
( ) leito drenagem	( ) bacia rejeitos
( ) catas antigas	( ) margens de drenagens
( ) recuperação áreas degradadas	( ) outros
Qual a quantidade de rejeitos gerada por dia?	
Existe alguma reciclagem no processo produtivo?	
Informações mina subterrânea	
Acesso principal	Poço dimensões:
Tipo de revestimento	Profundidade
Galerias Quantidade (larguraXalturaXcomprimento)	
Tipo de escoamento	Método de lavra
<b>Equipamentos</b>	
Tipo	(quantidade, modelo, capacidade, potência, horas trabalho dia)
Pá carregadeira	
Retroscavadeira	
Caminhão	
Trator esteira	
Guincho	
Perfuratriz	
Bomba de água	
Qual o consumo de eletricidade, combustível, pneus e lubrificantes?	
Qual a frequência de peças de reposição de equipamentos?	
Qual a quantidade de gás consumida na queima por mês?	
Quantas vezes por mês é realizada a queima?	
Qual a quantidade de Hg utilizada por semana e mês?	

<b>Infraestrutura</b>	
Rede elétrica ( ) ( ) gerador	
Qual o consumo de energia mês?	
Fonte de abastecimento uso na mina e consumo humano ( ) Rio ( ) aquífero(indicar profundidade)	
Quantidade de construções (dormitórios, sanitários etc)	
<b>Tratamento Minério</b>	
( ) gravimétrico/centrifuga	( ) gravimétrico/amalgamação placa de cobre
Qual proporção utilizada de HgXAu?	Possui equipamentos para controle de emissões de Hg (indicar qual)
Utiliza retorta no processo ( ) sim ( ) não	Qual o destino final do rejeito de Hg?
Barragem de rejeitos ( ) sim ( ) não	Indicar material de construção da barragem e dimensão
Tipo britador ( ) mandíbula ( ) martelo ( ) outros	
Granulometria entrada	Granulometria saída
Tipo de moinho ( ) bolas ( ) barras ( ) outros	
Granulometria entrada	Granulometria saída
Consumo Hg dia	Consumo Hg semana
Consumo de Hg por carga tratada	
Utilização de cianetação( ) pilha ( ) tanque	
Existe processo de concentração anterior a cianetação( ) sim* ( ) não	
Especificar	
Tipo de cianeto ( ) NaCN ( ) KCN	
pH utilizado	Ajuste de pH
Outros reagentes	
Controle de descarga de efluentes	
( ) ruim	( ) regular
( ) boa	( ) satisfatória
( ) inexistente	
Tipo de controle (especificar)	
Em qual é adicionado o Hg?	
<b>Aspectos Ambientais</b>	
Tipo de vegetação (grau de evolução ou degradação)	
Alteração revelo (estimar área)	
Grau de assoreamento curso de água	
Grau de revegetação	
Tipo de solo	
<b>Socio-economia</b>	
Número total trabalhadores ( ) homens ( ) mulheres	
Tipo de vínculo ( ) percentagem ( ) salário fixo ( ) outros	
Valor médio pago R\$	
Quantas horas de trabalho por dia?	Quantos dias de trabalho por semana?

Existe período de férias ou de redução nas atividades por condições climáticas?	
Possui aparelho de TV	
Possui geladeira	

## ANEXO 2

---

Triangulação de informações.

MAPEO 8: processa minério secundário, concentra o minério para amalgamar o ouro e utiliza retorta na decomposição térmica do amálgama. Não informou a quantidade de mercúrio comprado por ano. Faz limpeza na “piscina” ou tanque de amalgamação, porém não soube informar qual a quantidade de mercúrio recuperada a cada limpeza.

Declarou que a renda média por garimpeiro é de R\$ 3.000,00 por mês, aos quais cabem 10% da produção mensal. Trabalham 15 garimpeiros, todos os dias da semana; vende o ouro a R\$ 108,00/g. Calculada pelo salário do garimpeiro, a produção de ouro atinge 4,2 Kg /mês e 25,2 Kg em seis meses o que corresponde a um ano de produção, pois as atividades são interrompidas durante seis meses devido às chuvas.

A produção declarada é de 150 a 200g de ouro por dia. Média de 0,125 Kg por dia, 3,75 Kg por mês e 22,5 Kg em seis meses.

No dia do experimento foi produzido 0,200 Kg de ouro e utilizado 0,193Kg de Hg, com perda de 0,035 Kg de Hg. Extrapolando para seis meses (que seria a produção anual): Produção de 36,00 Kg de ouro, usando 34,74 Kg de Hg e perdendo 0,21 Kg de Hg.

A comparação da produção declarada foi coerente com o cálculo pelo salário dos garimpeiros e a produção no dia do experimento.

MAPEO 9: processa minério secundário, concentra o minério para amalgamar o ouro e utiliza capela na decomposição térmica do amálgama. Declarou comprar 3 Kg/ano de mercúrio, recuperar 1,5 Kg/ano de mercúrio da “piscina” de amalgamação, resultando em um total de 4,5 Kg de mercúrio por ano.

A renda média por garimpeiro/mês é de R\$ 3.000,00, aos quais cabem 16% da produção mensal. Trabalham 12 garimpeiros, todos os dias da semana; o ouro é vendido a R\$ 95,00/g. Calculada pelo salário do garimpeiro, a produção de ouro atinge 2,4 Kg /mês e 14,4 Kg em seis meses o que corresponde a um ano de produção, pois o garimpo interrompe a produção durante seis meses devido a chuva.

Declarou que já produziu nesta frente de lavra, em 40 dias, de 10 a 15 Kg de ouro. Uma média de 9,4 Kg/mês ou 0,314 Kg por dia (trabalham todos os dias) e 56,4 Kg em seis meses.

No dia do experimento produziu 0,212 Kg de ouro, utilizou 0,263 Kg de Hg e perdeu 0,007 Kg de Hg. Extrapolando para um mês seria: Produção de 6,36 Kg de ouro, utilizando 7,89 Kg de Hg e perdendo 0,21 Kg de Hg. Extrapolando para seis meses (que seria a produção anual): Produção de 38,16 Kg de ouro, utilizando 47,34 de Hg e perdendo 1,26 Kg de Hg.

A produção declarada foi diferente do valor da produção realizada a partir do cálculo pelo salário médio dos garimpeiros e similar à estimada pela produção no dia do experimento. A quantidade de mercúrio perdida, no dia do experimento e extrapolada para um ano, é diferente do total da aquisição anual de mercúrio declarada.

As MAPEO 10 e 11 processam minério secundário, concentram o minério para amalgamar o ouro e utilizam capela na decomposição térmica do amálgama. A MAPEO 12 processa minério primário, concentra o minério para amalgamar o ouro e utiliza capela na decomposição térmica do amálgama. Não há interferência climática na produção nas MAPEO 10 e 11e, portanto, trabalham 12 meses por ano. A MAPEO 12, por sua vez, trabalha 9 meses por ano. As informações foram dadas de forma genérica pelo responsável da

cooperativa à qual as MAPEO 10, 11 e 12 estão vinculadas. Não foi informada a quantidade de mercúrio adquirida anualmente nem o salário dos garimpeiros. Estas lacunas impossibilitam a análise por triangulação.

MAPEO 10: No dia do experimento produziu 0,102 Kg de ouro, utilizou 0,354 Kg de Hg e perdeu 0,024 Kg de Hg. Extrapolando para 12 meses (que seria a produção anual): Produção de 36,730 Kg de ouro, utilizando 127,440 Kg de Hg e perdendo 8,640 Kg de Hg.

MAPEO 11: No dia do experimento produziu 0,174 Kg de ouro, utilizou 0,464 Kg de Hg e perdeu 0,036 Kg de Hg. Extrapolando para 12 meses (que seria a produção anual): Produção de 62,640 Kg de ouro, usando 167,040 Kg de Hg e perdendo 12,960 Kg de Hg.

MAPEO 12: No dia do experimento produziu 0,039 Kg de ouro, utilizou 0,367 Kg de Hg e perdeu 0,019 Kg de Hg. Extrapolando para 9 meses (que seria a produção anual): Produção de 10,530 Kg de ouro, usando 99,09 Kg de Hg e perdendo 5,130 Kg de Hg.

MAPEO 13: processa rejeito de minério secundário, concentra o minério para amalgamar o ouro e utiliza retorta na decomposição térmica do amálgama. Não há interferência climática na produção e, portanto, trabalham 12 meses por ano seis dias por semana. Não foi informada a quantidade de mercúrio adquirida anualmente.

Declarou que a renda média por garimpeiro/mês é de R\$ 2.000,00 a R\$ 14.000,00, aos quais cabem 10% da produção mensal. Trabalham 5 (cinco) garimpeiros em cada uma das cinco frentes de lavra e não declarou por quanto vende o grama de ouro. Como a variação no salário do garimpeiro foi muito grande, não foi possível fazer o cálculo da estimativa de produção.

A produção declarada é de 4,5 Kg de ouro/mês (trabalham 24 dias por mês), média de 0,188 Kg por dia e 54 Kg por ano.

No dia do experimento produziu 0,158 Kg de ouro, utilizou 0,027 Kg de Hg e perdeu 0,00 Kg de Hg.

Extrapolando para um mês seria: Produção de 3,792 Kg de ouro, usado 0,648 Kg de Hg e perdendo 0,00 Kg de Hg (considerando semana com seis dias trabalhados).

Extrapolando para 12 meses (que seria a produção anual): Produção de 45,204 Kg de ouro usando 7,776 Kg de Hg e perdendo 0,00 Kg de Hg.

Não obtivemos dados suficientes para a triangulação, mas o valor estimado para um ano de produção, extrapolado a partir da produção no dia do experimento, não difere significativamente do valor da produção declarada.

MAPEO18: processa minério primário, concentra o minério para amalgamar o ouro e utiliza método químico, seguido de retorta na decomposição térmica do amálgama. Trabalham 12 meses no ano, seis dias por semana. Não informou a quantidade de mercúrio adquirida por ano e recupera aproximadamente 1 Kg de mercúrio/ano da "piscina" de amalgamação.

Declarou que a renda média mensal por garimpeiro é de R\$ 4.000,00, aos quais cabe 20% da produção mensal. Trabalham 32 garimpeiros; vende o ouro a R\$ 98,00/g

Pelo salário do garimpeiro seria uma produção de 0,272kg /dia 6,530Kg /mês e 78,360 Kg em 12meses.

A produção declarada é de 0,800 Kg de ouro por semana. Média de 0,134 Kg por dia, 0,804 Kg por semana e 38,400 Kg em 12 meses.

No dia do experimento produziu 0,458 Kg de ouro, utilizou 4,605 Kg de Hg e perdeu 0,518 Kg de Hg. Extrapolando para um mês seria: Produção de 10,992 Kg de ouro, usado 110,520 Kg

de Hg e perdendo 12,432 Kg de Hg (considerando semana com seis dias trabalhados). Extrapolando para 12 meses (que seria a produção anual): Produção de 131,904 Kg de ouro, usando 1326,240 Kg de Hg e perdendo 149,184 Kg de Hg.

A produção declarada é aproximadamente metade do que a calculada pelo salário dos garimpeiros e um quarto da extrapolada pela produção diária durante o experimento.

MAPEO 19: processa minério primário, não concentra o minério para amalgamar o ouro e nem utiliza retorta. Trabalham 12 meses por ano. Durante o experimento, a produção média diária por garimpeiro é menor do que 1g por dia. Não conseguimos informações suficientes para realizar a triangulação.

MAPEO 20: processa minério primário e concentra o minério para amalgamar o ouro. Não utiliza retorta, mas utiliza folhas vegetais para recuperação do mercúrio durante a decomposição térmica do amálgama. Trabalham 12 meses no ano.

Declarou comprar 4 Kg de mercúrio por ano.

A renda média mensal por garimpeiro é de R\$ 3.420,00, aos quais cabe 30% da produção mensal. Trabalham 12 garimpeiros; vende o ouro a R\$ 95,00/g. Não declarou a produção de ouro.

Pelo salário do garimpeiro é possível estimar uma produção de 1,440 Kg /mês e 17,280 Kg em 12 meses.

No dia do experimento produziu 0,0007 Kg de ouro, utilizou 0,010 Kg de Hg e perdeu 0,002 Kg de Hg. Extrapolando para um mês seria: Produção de 0,017 Kg de ouro, usado 0,240 Kg de Hg e perdendo 0,048 Kg de Hg (Trabalham 6 dias por semana 24/mês). Extrapolando para 12 meses (que seria a produção anual): Produção de 0,204 Kg de ouro, usando 2,880 Kg de Hg e perdendo 0,576 Kg de Hg.

As informações disponibilizadas não são suficientes para realizar a triangulação.

MAPEO 21: processa minério primário, concentra o minério para amalgamar o ouro e utiliza folhas para recuperação do mercúrio durante a queima do amálgama. Trabalham 12 meses no ano.

Declarou comprar 1,2 Kg de mercúrio por ano.

A renda média mensal por garimpeiro é de R\$ 1200,00, aos quais cabe 30% da produção mensal. Trabalham 5 (cinco) garimpeiros; vende o ouro a R\$ 95,00/g. Não declarou a produção de ouro.

Pelo salário do garimpeiro seria uma produção de 0,2 Kg /mês e 2,4 Kg em 12 meses.

O experimento foi realizado apenas parcialmente.

No dia do experimento produziu 0,0065 Kg de ouro. Extrapolando para um mês seria: Produção de 0,156 Kg de ouro, Extrapolando para 12 meses (que seria a produção anual): Produção de 1,872 Kg de ouro.

As informações disponibilizadas não são suficientes para realizar a triangulação.

MAPEO 23: processa minério primário, não concentra o minério para amalgamar o ouro e não utiliza retorta. Trabalham 12 meses no ano. Não declarou a renda média de cada garimpeiro. A produção declarada é de 3 g de ouro por semana, média de 0,5 g por dia. Trabalham 6 (seis) dias por semana, sendo produzido 0,144 kg por ano.

Não declarou a quantidade de mercúrio adquirida.

No dia do experimento produziu 0,0005 Kg de ouro, utilizou 0,0036 Kg de Hg e perdeu 0,0024 Kg de Hg. Extrapolando para um mês seria: Produção de 0,0120 Kg de ouro, usado 0,087 Kg de Hg e perdendo 0,058 Kg de Hg. Trabalham 6 dias por semana ou 24 dias/mês.

Extrapolando para 12 meses (que seria a produção anual): Produção de 0,144 Kg de ouro, usando 1,044 Kg de Hg e perdendo 0,696 Kg de Hg.

O valor estimado para produção anual a partir da produção no dia do experimento é igual à declarada. Outros dados não puderam ser comparados por falta de informações.

MAPEO 24: processa minério primário, não concentra o minério para amalgamar o ouro e não utiliza retorta. Trabalham 12 meses no ano. Não declarou a quantidade de mercúrio adquirida.

A renda média mensal por garimpeiro é de R\$ 1.200,00, aos quais cabem 35% da produção mensal. Trabalham 16 garimpeiros; vende o ouro a R\$ 93,00/g.

Pelo salário do garimpeiro, a produção de ouro resulta em 0,590 Kg /mês e 7,80 Kg em 12 meses.

A produção declarada é de 10 g de ouro por semana, ou seja, de 0,002 Kg por dia; 0,048 Kg por mês e 0,576 Kg em 12 meses. Trabalham 6 dias por semana.

No dia do experimento produziu 0,002 Kg de ouro, utilizou 0,0036 Kg de Hg e perdeu 0,0036 Kg de Hg. Extrapolando para um mês seria: Produção de 0,048 Kg de ouro, usado 0,087 Kg de Hg e perdendo 0,087 Kg de Hg. Extrapolando para 12 meses (que seria a produção anual): Produção de 0,576 Kg de ouro, usando 1,044 Kg de Hg e perdendo 1,044 Kg de Hg

MAPEO 25: processa minério primário, não concentra o minério para amalgamar o ouro e não utiliza retorta. Trabalham 12 meses no ano. Declarou comprar 1,2 Kg de mercúrio por ano.

A renda média mensal por garimpeiro é de R\$ 1200,00, aos quais cabe 50% da produção mensal.

Trabalham 4 garimpeiros; vende o ouro a R\$ 93,00/g.

A produção de ouro informada é de 8 g de ouro por semana (trabalham 6 dias por semana).

Média de 0,002 Kg por dia, 0,048 Kg por mês e 0,576 Kg em 12 meses.

Pelo salário do garimpeiro, a produção de ouro seria 0,104 Kg /mês e 1,248 Kg em 12 meses.

No dia do experimento produziu 0,0007 Kg de ouro, utilizou 0,0036 Kg de Hg e perdeu 0,002 Kg de Hg. Extrapolando para 12 meses (que seria a produção anual): Produção de 0,204 Kg de ouro, usando 1,044 Kg de Hg e perdendo 0,576 Kg de Hg.

Pelo declarado de aquisição de mercúrio, entretanto, a produção poderia ser triplicada. Ainda assim, a produção de ouro pode ser considerada muito baixa.

A produção de ouro declarada é menor do que a estimada a partir dos salários dos garimpeiros e maior do que a produção anual extrapolada a realizada a partir da produção no dia do experimento. Entretanto, a produção pode ser considerada inexpressiva.

MAPEO 26: processa minério secundário, concentra o minério para amalgamar o ouro e utiliza retorta durante a decomposição térmica do amálgama. Trabalham 12 meses no ano todos os dias da semana. Declarou que recebe anualmente 1,5 Kg de mercúrio da cooperativa.

Declarou que a renda média mensal de cada garimpeiro é de R\$ 10.000,00, aos quais cabe 4% da produção mensal. Trabalham 4 garimpeiros; vende o ouro a R\$ 108,00/g.

Pelo salário do garimpeiro a produção de ouro atinge 9,26 Kg /mês e 11,120 Kg em 12 meses. A produção declarada é de 2,0 Kg de ouro por mês, média de 2,0 Kg por mês e 24 Kg em 12 meses.

No dia do experimento produziu 0,1908 Kg de ouro, utilizou 0,31 Kg de Hg e perdeu 0,068 Kg de Hg

Extrapolando para um mês seria: Produção de 5,724 Kg de ouro, usado 9,300 Kg de Hg e perdendo 2,040 Kg de Hg (trabalham 7 dias por semana). Extrapolando para 12 meses (que seria a produção anual): Produção de 68,688 Kg de ouro, usando 111,600 Kg de Hg e perdendo 24,480 Kg de mercúrio.

A produção declarada é quase o dobro da estimada a partir do cálculo pelo salário dos garimpeiros e três vezes menor do que a estimada pela produção do dia do experimento.

A quantidade perdida de mercúrio durante o experimento, quando extrapolada para um ano, foi significativamente maior do que a informada como aquisição anual de mercúrio.

## ANEXO 3

---

Garimpo Ilegal no Brasil: Cenário contextualizado pela imprensa brasileira

Análise por região, conforme indicado nas reportagens.

-Amazônia

Um cenário de crimes

Segundo o site de notícias Reuters, a mineração ilegal no Brasil é vista por muitos como um mal que polui a Amazônia, envenena tribos indígenas e rouba a nação de sua riqueza.

De acordo com o site 'Dez minutos', o Ministério Público Federal (MPF) investiga denúncias, de janeiro de 2018, sobre a relação do garimpo de ouro com organizações criminosas que utilizariam a atividade para lavar dinheiro do tráfico de drogas na Amazônia – esta seria uma das formas de financiar o crime na América Latina.

A portaria de instauração do inquérito, publicada em 25 de janeiro de 2018, diz não existir no estado, atualmente, garimpos legalizados em funcionamento, porém, afirma haver atividade clandestina, que tem migrado para outros estados.

Afirma-se que a Amazônia é duplamente prejudicada pela ilegalidade, que gera dano ambiental e perda de recursos que seriam provenientes da atividade. A mineração ilegal é relacionada a outros crimes também: como tortura, ocultação de bens, trabalho escravo, envenenamento da água potável, entre outros. A matéria destaca a necessidade de entender a cadeia produtiva para buscar estratégias de enfrentamento da ilegalidade e dificultar a legalização de ouro ilícito no mercado.

Em dez anos, a quantidade de garimpeiros parece ter dobrado na Reserva Nacional do Cobre e Associados (Renca), por exemplo. Em 2008, eles constataram que cerca de mil garimpeiros trabalhavam ilegalmente. Hoje, com base em estimativas feitas pela quantidade de voos que saem do município de Laranjal do Jari, no Amapá, para os garimpos, acredita-se que 2 mil garimpeiros atuem na região.

Imagina-se que o dono do garimpo seja uma pessoa com maior recurso financeiro, para ter posse do maquinário necessário para abrir o garimpo. Os garimpeiros formam a população mais vulnerável. São em sua maioria homens que trabalhavam na agricultura ou construção civil. A maior parte tem pouca educação formal. Na pesquisa feita para o plano de manejo, 36% eram analfabetos e outros 40% tinham o ensino fundamental incompleto. Eles trabalham em média 60 horas por semana e recebem entre 20% a 30% do valor da produção do ouro.

Vivendo em casas improvisadas de madeira e plástico, garimpeiros ilegais no Norte da Amazônia negociam cerca de 60 quilos de ouro por mês, de acordo com comerciantes. Essa quantidade de ouro puro vale milhões de dólares no mercado global, mas os altos custos e a sobreposição de intermediários no mercado local deixam a maior parte dos garimpeiros à beira da pobreza.

Os garimpos irregulares são operados por pequenos grupos de homens, muitas vezes cobertos de lama e que trabalham com bacias, pás e calhas rudimentares usadas há séculos. Operações mais sofisticadas usam canhões de água e barcos que sugam lama do fundo de rios. Independentemente do método, garimpar ouro e outros minerais como cassiterita e nióbio é sujo, perigoso e, muitas vezes, ilegal.

Há 2.113 locais de garimpo licenciados no Brasil, de acordo com dados do Ministério de Minas e Energia, mas especialistas ambientais e autoridades do governo afirmam que muitos pequenos garimpos escapam do processo de licenciamento e ignoram totalmente as regulamentações. Pode-se dizer que, no Brasil, a maioria é irregular (Reuters).

#### Contaminação por mercúrio

Reportagem da Reuters afirma que a área total explorada por garimpeiros no Brasil seja pequena. Entretanto, elementos químicos como o mercúrio, que garimpeiros usam para separar ouro de areia, podem deixar uma grande marca de contaminação.

Em 2016, um estudo revelou níveis alarmantes de mercúrio em aldeias indígenas no Estado de Roraima. Um grupo de indígenas teve mais do que o dobro do nível de mercúrio considerado de grave risco para a saúde – como danos no sistema nervoso central, rins, coração e sistema reprodutivo – encontrado em seus fios de cabelos.

O programa Cidades e Soluções, da TV Globo, mostrou o desafio de três pesquisadores, que atravessaram a Transamazônica de bicicleta, a consumir água. “Onde a floresta estava preservada, em terras indígenas e unidades de conservação, nós tivemos água potável. Na medida que você entra na área desmatada e atingida por garimpo, você não tem água para beber dos riachos porque estão todos contaminados. É uma água branca, que vem principalmente do garimpo, ainda realizado ao longo da rodovia”.

#### Influências políticas

A verdade é que, desde agosto de 2017, a atividade de mineração estava no centro do debate público. A sobrevivência da Reserva Nacional do Cobre e Associados (Renca) entrou em discussão. Reportagem da Revista Época afirma que, apesar de ser uma área protegida, sempre houve mineração na região. A questão estaria relacionada à ausência do Estado na Amazônia e à péssima implementação das unidades de conservação, além da falta de políticas públicas. Principais perigos apresentados: colocar em risco a saúde dos garimpeiros, desmatamento ilegal e contaminação de rios e peixes por mercúrio. Há uma denúncia de que, em quase uma década, não houve na região nenhum tipo de presença do Estado.

Em 2017, foram definidas medidas consideradas delicadas pelos especialistas, do ponto de vista ambiental, como a redução da Floresta Nacional do Jamanxim e mudanças nas regras de licenciamento ambiental.

De acordo com a análise deles, o governo passa uma mensagem de que a Amazônia está aberta à exploração, o que pode ampliar a exploração na região.

O ministro de Minas e Energia, Fernando Coelho Filho, argumenta que a mineração licenciada seria uma melhoria se comparada com as estimadas mil pessoas que trabalham atualmente na reserva de maneira ilegal.

Em setembro de 2017, uma nova agência de fiscalização havia sido proposta pelo governo do presidente Michel Temer, que aguardava aprovação do Congresso e permitiria uma coordenação governamental mais efetiva, além de inspeções para restringir a mineração ilegal. O órgão seria capaz de arrecadar mais recursos para a fiscalização.

De acordo com profissional do Ibama, porém, o governo não oferece condições decentes de sobrevivência para quem é retirado do garimpo ilegal (Reuters).

#### Casos reais

- Em outubro de 2017, balsas de garimpeiros ilegais foram apreendidas ao longo do rio Madeira. Houve manifestações agressivas dos garimpeiros que criticaram a violência dos agentes da operação – apesar de negada pelo Ministério Público Federal (MPF).

O site 'Agência Brasil' teve provas da atuação clandestina da mineração de ouro na região. Um mês antes foram identificadas 16 dragas (equipamentos de extração utilizados na mineração) em funcionamento.

Foi afirmado que a atividade garimpeira ilegal tem avançado sobre a região do rio Jandiatuba, no município de São Paulo de Olivença (AM), a 988 km de Manaus, e nas proximidades da fronteira com a Colômbia.

De acordo com o site 'Brasil Mineral', foram destruídas quatro dessas dragas, enquanto outra foi apreendida. Foi aplicada multa por crime ambiental de mais de R\$ 1 milhão a seis garimpeiros. Os seis não tinham licença para realizar lavra de minerais, e a atividade em terras indígenas é proibida. Entre os impactos ambientais identificados pelo Ibama na floresta está uma grande faixa à margem do rio Jandiatuba já bastante assoreada. Animais como os botos também foram afetados pelo garimpo ilegal.

O MPF tem um inquérito civil há cerca de três anos sobre a extração ilegal de ouro no rio Jandiatuba. Sempre chegam informações sobre o garimpo ilegal e situações de violência contra a população. Mas o maior garimpo já encontrado foi em Roraima (destaque de matéria do site Amazônia Notícia e Informação), em julho de 2017, que, de acordo com o exército, movimentava R\$ 32 milhões ao mês com extração de ouro ilegal. A área ocupada era de 1,5 km, quase em fronteira com a Venezuela. A degradação causada pela atividade ilegal é de quase 1 km<sup>2</sup> quadrado. Foram achadas cerca de 58 gramas de ouro extraídas irregularmente da região.

O encontro de dragas como provas de garimpo ilegal continua recorrente nas investigações. Mais para frente, em janeiro de 2018, segundo o canal de notícias R7: o Ministério Público Federal (MPF) denunciou proprietários de dragas por desenvolverem atividades de exploração mineral sem licença ambiental no rio Madeira, no município de Humaitá, a 590 quilômetros de Manaus. O lugar onde ocorria o garimpo ilegal fica no entorno de uma unidade de conservação. Ao todo, 25 pessoas foram denunciadas.

A lei prevê detenção de um a cinco anos, além de multa, para quem cometer este crime. A Justiça Federal no Amazonas determinou que o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (Ipaam) suspenda licenças de operações no leito do rio Madeira, visto que o Ipaam não tem competência legal para concessões. Os impactos ultrapassam limites territoriais entre estados, por isso, deveriam ser definidas pelo Ibama. As licenças foram oficializadas no final de 2017. A pena é a aplicação de multa diária, de acordo com o G1.

A TV Globo regional deu voz ao presidente do Ipaam sobre o caso:

“Essa licença ambiental já existe desde 2012. Renovamos com muito mais controle e presença do estado. Essa questão de quem vai licenciar já está ultrapassada. O estado já fez essa licença outras vezes. Parece que essa manutenção da ilegalidade interessa a um grupo de pessoas. Por que o que a licença traz? Vistoria trimestral, controle sobre poluição, exames laboratoriais permanentes, georreferenciamento de quem está dragando e traz a legalização de uma atividade que existe. Podemos tentar relegar o garimpo a uma situação de ilegalidade, mas é uma atividade econômica que vai continuar sendo feita porque é impossível manter na clandestinidade 1.000km de rio sem políticas públicas efetivas. Na clandestinidade isso não existe.

Se nós queremos que o ouro seja vendido de forma legal, que o mercúrio seja controlado, nós temos que ter a presença do estado. É a própria atividade econômica que deve custear este controle. São eles que vão pagar todo o sistema de controle que o Ipaam está implantando. Se essa ação do MPF for pela retirada das licenças, devolve o estado de clandestinidade ao garimpo. Se for pela vigilância da licença, nos ajuda no controle. Tudo está acessível e disponível ao cidadão e ao MPF. É um grupo pequeno de ONGs que estão defendendo a clandestinidade. Nós não sabemos qual é o interesse deles.”

Segundo o MPF, há danos ao meio-ambiente e risco à saúde humana, uso indiscriminado de mercúrio e falta de destinação adequada aos resíduos de mercúrio usados para lavar o ouro no local. Com isso, foi suspensa, em dezembro de 2017, a permissão para exploração de ouro no leito do rio Madeira.

- No mesmo mês, uma missão entre militares do Comando Militar da Amazônia (CFS/8º BIS) e a Fundação Nacional do Índio na Terra Indígena Vale do Javari, Sudoeste do Amazonas, na zona de fronteira Brasil-Peru, destruiu garimpos ilegais. A ação teve como objetivos o combate ao garimpo ilegal no rio Jandiatuba, a reabertura da Base de Proteção Etnoambiental (BAPE) da Funai neste rio; e a realização de uma expedição de monitoramento da região, apontada em denúncia como local de um possível massacre de índios isolados em agosto. Nos primeiros oito dias, foram destruídas dez balsas de garimpo. Duas estavam dentro da Terra Indígena Vale do Javari.

- Amapá

Quadrilha atua com trabalho escravo e uso de material tóxico

Segundo o site de Notícias Uol e o G1, em novembro e dezembro de 2017, uma operação da Polícia Federal em conjunto com o Ministério Público identificou uma quadrilha que explorava ouro e outros recursos naturais de forma ilegal no Amapá. A exploração predatória utilizava mão de obra análoga à escravidão e causou danos ambientais incalculáveis na região do Lourenço, no município de Calçoene.

Para aumentar a exploração de ouro, uma escala indiscriminada de substâncias tóxicas e metais pesados, como mercúrio e, até mesmo, cianeto, foi usada durante o processo. Ao menos 24 mortes, em sua maioria por soterramento, foram decorrentes de condições precárias de trabalho.

De acordo com os investigadores, a organização criminosa é formada por empresários, políticos e agentes públicos. Entre as empresas investigadas estão distribuidoras de títulos e valores mobiliários (DTVMs) que atuam como intermediárias nos mercados financeiro e de capitais em todo país.

Ao todo, 49 medidas judiciais foram emitidas: 30 mandados de busca e apreensão, seis de prisão preventiva, cinco de prisão temporária, além de oito conduções coercitivas, em Macapá, Santana, Oiapoque, Rio de Janeiro e São Paulo.

Também houve bloqueio de R\$ 113 milhões em bens móveis e imóveis. Durante a operação, a PF apreendeu ouro, joias, veículos, entre outros itens.

A organização criminosa aproveitava-se das políticas públicas que fomentavam a inclusão social dessas comunidades de trabalhadores para atuar de forma clandestina na extração de ouro. Foram usados propósitos de exploração em larga escala sob o argumento da pesquisa mineral e lavra artesanal de pequena monta.

Os investigados responderão pelos crimes de redução à condição análoga à de escravo, corrupção passiva, prevaricação, usurpação de matéria prima da União, extração ilegal de substâncias minerais, lavra ou extração não autorizada, uso ilícito de mercúrio, crime contra a fauna aquática, posse de artefato explosivo, organização criminosa e lavagem de dinheiro. Chamada de Minamata, a investigação apura as atividades de uma organização criminosa e um esquema de exploração e comercialização ilegal de ouro no estado.

Para o Ministério Público Federal (MPF), que investiga a situação desde 2016, a Cooperativa de Mineração dos Garimpeiros do Lourenço (Coogal) usa a atividade como justificativa para cometer os crimes; como cooperativa de fachada.

A exploração mineral acontecia dentro e fora das duas áreas com concessão legal. Juntas, segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), as lavras autorizadas tinham cerca de 13 mil hectares, quase todas degradadas ambientalmente.

A devastação é grande, descontrolada e não respeita as normas da mineração. Desde 2015, houve a devastação quase que total da área.

A cooperativa é detentora de duas concessões no local e tem autorização para extrair ouro e tantalita, que estão em vigor.

O crime de lavagem é uma das dinâmicas. Se misturava o pouco do ouro que a cooperativa tinha como exploração legal, com o ouro que ela tinha como exploração ilegal, e depois disso esse ouro era revertido em dinheiro.

De acordo com o Ministério do Trabalho, nos últimos dez anos, 24 garimpeiros morreram devido às condições inseguras de trabalho, principalmente no desmonte hidráulico do garimpo. Somente no último ano foram quatro mortes registradas.

Em janeiro de 2018, foi divulgado pelo site G1, um laudo da Polícia Federal (PF) no Amapá que identificou riscos de rompimento de uma barragem na área explorada pela Cooperativa dos Garimpeiros do Lourenço (Coogal), no distrito do Lourenço, em Calçoene, a 374 quilômetros da capital.

Uma força-tarefa montou um plano com ações emergenciais para evitar um possível desastre. As atividades desse garimpo foram suspensas. Há estudos vigentes para melhorar a fiscalização da área. Ficou decidido desviar por meio de um canal parte dos resíduos.

O objetivo, segundo o Corpo de Bombeiros do Amapá, é diminuir a pressão sobre as bordas da barragem, que apresentam sinais de deterioração. A estrutura tem 38 hectares de área inundada com nove metros de profundidade e armazena grandes quantidades de metais pesados altamente poluentes.

O maior risco é o rompimento e a contaminação dos rios e lençóis freáticos da região. A atividade garimpeira está suspensa desde final de 2017, após a PF deflagrar a operação.

Há anos, os moradores sofrem com a constante falta de energia elétrica e danos nas pontes de madeira que dão acesso à localidade. O intervalo sem energia chega a ser de três horas. Agora, a situação da população foi agravada com as atividades paralisadas, que têm resultado numa crise financeira em Calçoene, visto que a maior fonte de renda dos trabalhadores é o garimpo.

- Goiás

Garimpos ilegais no Norte e Nordeste do estado

Em maio de 2017, o site 'O Popular' divulgou que o Comando Ambiental da Polícia Militar (PM) fechou um local utilizado para a extração ilegal de ouro durante uma operação de dez dias ao longo do rio das Almas, entre Uruaçu, São Luiz do Norte, e Santa Rita do Novo Destino, na Região Norte de Goiás.

De acordo com a PM, durante a ação foram apreendidas 15 dragas. O proprietário possuía licença para a extração de areia, mas garimpava clandestinamente o ouro.

O processo poluiu o rio com mercúrio e outros metais pesados, além de prejudicar a fauna e a flora. Segundo a PM, um foragido da justiça também foi preso durante a operação.

O garimpo ilegal não acontece apenas no Norte do estado. Em dezembro, uma operação do Ministério Público de Goiás prendeu, segundo o site G1, cinco pessoas em um garimpo clandestino de ouro em São Domingos, na Região Nordeste. Por semana, os garimpeiros extraíam pelo menos 1kg de ouro, movimentando, em dois meses, cerca de R\$ 1 milhão. O local foi fechado pelo órgão.

A Operação Montezuma foi deflagrada em parceria com a Polícia Civil. A próxima etapa da apuração, segundo o órgão, é descobrir se há participação de empresários e identificar os receptadores do ouro.

Segundo o Ministério Público, os garimpeiros cavavam túneis de mais de 10 metros de profundidade, de onde era retirado o material. O cascalho e as pedras onde o ouro era

encontrado eram triturados em um moinho. Para separar o minério, os garimpeiros usavam mercúrio.

No período, o preço do kg do ouro estava cotado em R\$ 130 mil, e estima-se que os garimpeiros retiraram aproximadamente 8 kg do minério de uma jazida clandestina no município de São Domingos. O processamento era feito no distrito de Roda Velha, no Sudoeste Baiano.

- Mato Grosso

A nova 'Serra Pelada', e outros crimes

De acordo com o site 'GC Notícias', em janeiro de 2017, as forças da Segurança Pública de Mato Grosso fizeram uma operação na área do garimpo ilegal de Pontes e Lacerda, a 483 km de Cuiabá. O local, de propriedade da União, que em 2015 ficou conhecido como 'Nova Serra Pelada', estava ocupado pela 4ª vez por homens armados, desde dezembro de 2016. Segundo a Secretaria de Estado de Segurança Pública (Sesp), uma incursão na área do garimpo ilegal envolveu as forças integradas da Segurança Pública: Polícia Militar, Polícia Civil, Corpo de Bombeiros e Politec, além das forças especializadas do Grupo de Operações Especiais (GOE), Grupo Armado de Resposta Rápida (Garra), Ronda Ostensiva Tática Móvel (Rotam) e Força Tática.

Conforme a Sesp, a operação pretendia coibir as práticas de crimes na área do garimpo, como extração ilegal de ouro, porte de arma e crimes ambientais.

Em março, a situação continuava crítica. Mais de 2 mil pessoas já se encontravam no local trabalhando na extração de ouro. Era a quarta invasão registrada pelo estado em um período de apenas um ano e meio.

Havia vinte dias, conforme dados da Polícia Civil, pelo menos mil pessoas já estavam na região, que ganhou repercussão nacional como a 'nova serra pelada brasileira'. Por ser uma atribuição federal determinar os responsáveis pela exploração do solo, o entendimento do Governo Estadual era de que a atribuição para resguardar o local era da União.

A área voltou a ser ocupada apesar das medidas para evitar novas ocupações, como a explosão das galerias construídas para extração de ouro. Dessa vez, o perfil dos ocupantes da área era de pessoas pertencentes à região, de acordo com assessoria de imprensa da Secretaria de Estado de Segurança Pública (Sesp-MT).

Inicialmente, não se tinha ainda a constatação de que os novos ocupantes mantinham vínculos com organizações criminosas, como registrado em dezembro anterior. Na ocasião, os invasores chegaram a trocar tiros com policiais da região e ventilou-se a informação de que havia 'preço' pela cabeça dos profissionais da Segurança. A região continuou sendo alvo de monitoramento, mas não havia nenhuma operação policial em andamento para retirada dos exploradores.

Ainda segundo a Secretaria, as ações das polícias eram realizadas no perímetro urbano. A Polícia Civil em Pontes e Lacerda também instaurou inquérito para apurar o caso.

No início de março, o Ministério Público Federal em Mato Grosso voltou a pedir à Justiça Federal para que a União encaminhasse à Força Nacional, para garantir a segurança do local. Na região, a exploração do ouro dependia do licenciamento de órgãos ambientais e do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Em junho de 2017, o site 'Só Notícias' divulgou que três homens que atuavam na exploração ilegal de ouro na região de garimpo em Serra Dourada, em Pontes e Lacerda (448 km a Oeste), foram presos em flagrante pela Polícia Judiciária Civil.

Os acusados foram flagrados com ouro e ferramentas utilizadas na extração ilegal e responderam pelo crime ambiental de extração de recursos minerais sem autorização. A prisão dos suspeitos foi realizada pelo Grupo de Operações Especiais (GOE). Com eles foram apreendidos 5,5 gramas de ouro, um detector de metal, balança de precisão, entre outras ferramentas utilizadas na atividade ilícita.

Meses depois, em dezembro, no site Amazônia Real foi divulgado que o fundador da Cooperativa de Garimpeiros da Amazônia (Coogam), Geomario Leitão de Sena, era um dos 29 réus de uma ação penal por acusação de crime ambiental, formação de quadrilha, usurpação de bens da União, lavagem de dinheiro e extração ilegal de ouro na terra dos índios Munduruku, Apiaká e Kayabi, segundo processo que tramitava na Justiça Federal do Mato Grosso.

A denúncia foi formulada pelo Ministério Público Federal (MPF) com base nas investigações da operação Eldorado, da Polícia Federal em Mato Grosso, deflagrada em fevereiro de 2012.

Apesar da ação penal, a Coogam recebeu do governador do Amazonas, Amazonino Mendes (PDT), três renovações de Licenças de Operação Ambiental (LOA's) de exploração de minério no Rio Madeira, no município de Humaitá, no Sul do estado. Todas essas licenças tinham Permissões de Lavra Garimpeiras (PLGs) expedidas pelo Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM).

A justificativa do governo de Amazonino para liberar o garimpo era a de que “a atividade extrativista mineral é uma fonte de renda rápida para famílias de comunidades ribeirinhas existentes ao longo da calha do rio Madeira.”

Como surgiram as denúncias: garimpeiros tinham invadido a Floresta Nacional de Humaitá, uma unidade de conservação de uso sustentável federal. Os crimes ambientais foram denunciados pelo Ipaam ao Ibama.

O Ibama realizou a operação Ouro Fino com o apoio do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e da Marinha do Brasil. No dia 24 de outubro foram apreendidas 48 balsas, sendo que 34 foram destruídas com fogo pelos fiscais e outras sete afundaram “sem a intervenção da fiscalização”, diz o órgão federal.

Ao menos 42 garimpeiros ligados a Coogam, Cooemfam e Cooemfah foram multados em R\$ 2.351.500,00 pela operação Ouro Fino.

Como retaliação à operação, no dia 27 de outubro, os garimpeiros, apoiados por madeireiros e políticos das cidades de Humaitá, Apuí e do Distrito de Santo Antônio do Matupi (em Manicoré), incendiaram os prédios do Ibama, do ICMBio e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra). Eles destruíram veículos e uma embarcação do ICMBio, e tentaram atacar a Agência Fluvial de Humaitá da Marinha do Brasil.

Ameaçados pelos garimpeiros, 21 servidores públicos e familiares dos militares foram retirados escoltados de Humaitá pela Polícia Federal e Polícia Rodoviária Federal e levados em segurança para um refúgio em Porto Velho (RO).

Uma investigação foi aberta pela superintendência da PF em Rondônia para apurar crimes de ameaça e depredação ao patrimônio público, formação de organização criminosa, além de tentar identificar os financiadores do garimpo no Madeira. São suspeitos de envolvimento no caso o prefeito Herivâneo Seixas e vereadores. O prefeito nega as acusações, mas não esclarece qual é o retorno socioeconômico do garimpo ao município.

O garimpeiro Geomario Leitão Sena foi alvo de investigação da Polícia Federal em Mato Grosso, em 2012. Os agentes analisaram mais de 40 mil notas frias que eram esquentadas com objetivo de dar legalidade ao ouro extraído do Rio Teles Pires e terras indígenas dos Munduruku, Apiaká e Kayabi.

Segundo as investigações, a Coogam era uma das cooperativas responsáveis por falsificar essas notas. À época, Geomario era o presidente da cooperativa.

O juiz João Moreira Pessoa de Azambuja, da Justiça Federal em Cuiabá, determinou que Geomario Sena fosse afastado da função de presidente da Cooperativa dos Garimpeiros da Amazônia e de qualquer cargo diretivo na Coogam. O minerador foi proibido de realizar transações comerciais com indígenas suspeitos no esquema do garimpo. As medidas foram necessárias para evitar a prática de infrações penais por parte do investigado “considerando que há indícios consistentes de autoria e materialidade dos crimes”, disse o juiz.

De acordo com a denúncia do Ministério Público Federal, o minério extraído da terra indígena do Rio Teles Pires era transportado para municípios de Rondônia, Mato Grosso, Pará e Amazonas para ser comercializado em Postos de Compra de Ouro (PCO) ligados a grandes empresas Distribuidoras de Títulos e Valores Mobiliários (DTVMS). A PF diz que o esquema movimentou R\$ 150 milhões em dez meses.

Segundo o MPF, os postos de compra de ouro se utilizavam de permissão de lavra garimpeira de cooperativas como Coogam para legalizar o ouro ilegal. Depois, a documentação fornecida pelas cooperativas de garimpeiros conferiam aparência de legalidade à origem do metal precioso, permitindo que as DTVMS promovessem a inserção do ouro de origem ilegal, já “esquentado” e na condição de ativo financeiro, no Sistema Financeiro Nacional.

O garimpeiro Geomario Leitão de Sena fundou a Coogam em 1993. Ele mantém negócios de extração de minérios no Mato Grosso, Amazonas e Rondônia. À época da operação Eldorado, a Polícia Federal prendeu garimpeiros que faziam a extração ilegal de minério no Teles Pires, com o uso de barcas clandestinas. Esses garimpeiros eram cooperados na Coogam. No entanto, Geomario afirma que a Coogam não concedeu permissão aos garimpeiros.

Geomario diz que nunca parou de operar no rio Madeira. Ele afirma que as três licenças, que recebeu de Amazonino, dizem respeito à renovação da Permissão de Lavra Garimpeira (PLG).

Porém o Ipaam (o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas) afirma que nenhuma cooperativa atualmente possui licença para garimpar no rio Madeira. No caso da Coogam, sua renovação de licença foi indeferida em 2015, pois a cooperativa não possuía requisitos legais e ambientais previstos nas resoluções para lavra garimpeira de ouro do Conselho Estadual de Meio Ambiente.

A superintendência do Ibama no Amazonas é contra a extração de minério no rio Madeira. O órgão cita, por exemplo, danos ambientais encontrados na Floresta Nacional de Humaitá como: a poluição das águas por mercúrio e outros resíduos (combustíveis e óleos e rejeitos), além de assoreamento do leito do rio Madeira. A poluição, segundo o instituto, provocou impactos irreversíveis à fauna e à flora aquáticas da região, além de consequências à saúde humana e ao bem-estar dos habitantes e visitantes do manancial, um afluente do rio Amazonas.

- Minas Gerais

O garimpo ilegal no Sudeste brasileiro

Em julho de 2017, o site 'O Tempo' divulgou que dois garimpeiros foram presos. Diversos equipamentos usados na prática da mineração ilegal de ouro foram apreendidos em Itabirito, na Região Central do estado.

O trabalho contou com a participação de agentes da Polícia Militar Ambiental, do Comando de Operações em Mananciais e em Áreas de Florestas (COMAF - BOPE) e do Ibama.

A operação terminou com a apreensão de R\$ 4.224, uma bateia (recipiente cônico de madeira ou metal que é usado na busca por pedras preciosas), mercúrio, dois flutuantes metálicos, um motor de quatro cilindros para draga, dois compressores de ar, roupas de mergulho, balança de precisão, bica de lavagem de minério e outros equipamentos relacionados à prática irregular.

De acordo com o site 'Hoje em dia', em setembro de 2017, dez homens foram presos por garimpo ilegal e crimes ambientais ao serem flagrados trabalhando em balsas no Rio Paraíba do Sul, em Estrela Dalva e Pirapetinga, na Zona da Mata Mineira. Eles foram multados em R\$ 39.475,38, conforme os crimes ambientais realizados.

De acordo com a Polícia Militar de Meio Ambiente, a atividade foi descoberta via denúncias de militares de Cataguases, Além Paraíba, Leopoldina e Muriaé. Durante a ação, os militares apreenderam sete balsas no leito e às margens do Rio Paraíba do Sul. Quatro delas em plena atividade de garimpo ilegal de ouro.

- Pará

Combate: dos garimpos às vendas

Matéria do site 'Diário Online' afirma que, há um ano (abril 2017), foi realizada, em Tucumã, Sudeste Paraense, a operação 'Capital do Ouro', que combate um esquema criminoso de

extração de ouro em garimpos ilegais até a venda. Os trabalhos foram feitos em conjunto, entre a Polícia Civil do Pará e a Polícia Federal.

Foram presos proprietários e responsáveis por estabelecimentos de venda do produto e apreendidos: cerca de R\$ 100 mil; um quilo e meio de ouro natural; em torno de 3kg de mercúrio-líquido, vulgarmente conhecido como azougue, que é nocivo à saúde humana e ao meio ambiente; além de diversas balanças digitais de precisão usadas na pesagem do ouro.

Em junho, segundo reportagem da 'Folha', um megagarimpo foi descoberto na ilegalidade pelo GEF (Grupo Especializado de Fiscalização), considerada a unidade de elite do Ibama. Assassinatos são citados como algo comum: seja quando PM é morto por garimpeiro, ou de um indígena pela PF. A violência é uma constante no combate à ilegalidade.

O local ocupava cerca de 400 hectares, com pista de avião e internet sem fio, além de 50 barracos. Um dos garimpeiros, de 60 anos e dono de uma escavadeira, contou que entregava 10% do ouro produzido às lideranças locais, 2% para a associação e 8% para aldeias próximas. Havia no local dez escavadeiras e 19 máquinas de garimpo (duas escavadeiras e oito máquinas apenas pertenciam aos indígenas).

Segundo o Ibama, o garimpo mata peixes e traz doenças para comunidades indígenas. Enquanto não há um aumento de qualidade de vida das aldeias, o índio ganha uma parcela mínima dos ganhos, que, na prática, beneficia apenas os garimpeiros.

No mesmo período, uma balsa de garimpo foi queimada pela GEF dentro de uma área protegida. Um caderno de contabilidade demonstrava extração de ouro até a véspera da data. Considerada do tipo mais nocivo ao meio ambiente, a balsa perfura o leito do rio em busca de ouro.

O maquinário pertencia a Luis Rodrigues da Silva, de 64 anos, presidente do Movimento em Defesa da Legalização da Garimpagem Regional, que estimou prejuízo de 1,5 milhão e afirmou estar no local porque a balsa quebrou e ele não conseguiu retirar. Ele negou garimpar na região e foi apoiado pelos vereadores da cidade em repúdio ao Ibama – cuja equipe afirma ser comum o envolvimento de políticos locais e grandes empresários.

Há denúncias dos indígenas sobre as atividades garimpeiras à Funai, Ministério Público e Ibama. Foi citada: “água suja, que traz mercúrio, malária e diarreia.” Apenas por um garimpo chamado Água Branca, 22 de 123 aldeias recebem pagamento em ouro.

Já em agosto, a Operação Aurum Improbis – em tradução literal do latim seria ouro (brilhante) improbo – foi realizada em quatro garimpos clandestinos e dois locais destinados à compra e venda de ouro ilegal na região do rio Maria, em Redenção, Região Sudeste do Pará.

De acordo com o site de notícias do próprio Ibama, em setembro, foi embargado o garimpo Esperança IV, licenciado pelo município de Altamira, no Pará, e aplicada multa de R\$ 50 milhões à Cooperativa dos Garimpeiros e Mineradores do Brasil (COOGAMIBRA).

Notificação determina a retirada de todo o maquinário e estruturas no local, com possibilidade de apreensão ou destruição em caso de não cumprimento. O objetivo da Operação Curuá Livre é interromper a poluição, o assoreamento dos cursos d'água e a retirada de vegetação sem a devida autorização do órgão ambiental competente.

A licença determinava a necessidade de autorização prévia para intervenções ou retirada de vegetação em Áreas de Preservação Permanente (APP). Além de não autorizar o desmatamento, a licença ambiental determina que o garimpo respeite distância mínima em relação às APPs. Nenhuma das exigências foi atendida.

O impacto mais grave é a poluição causada pelos resíduos do garimpo, principalmente o mercúrio, metal pesado altamente tóxico. O garimpo irregular resulta em aumento de turbidez da água, alteração da calha original dos rios, descaracterização de paisagens naturais, comprometimento da vida aquática e da navegabilidade. Os impactos podem ser irreversíveis.

Em outubro, de acordo com os sites 'Povos Indígenas no Brasil' e o 'Estadão', foram destruídas 12 balsas de mergulho, uma balsa escariante, 12 escavadeiras hidráulicas, quatro motobombas e um caminhão carregado de toras, além de uma arma, uma mira de precisão para espingarda e aproximadamente 700 gramas de mercúrio, material usado na extração do ouro. A terra indígena tem 3,28 milhões de hectares.

Entre os infratores flagrados na área estava o presidente da Cooperativa de Garimpeiros de Ourilândia do Norte, João Costa Guerra, que iria abrir nova frente de exploração em uma área isolada. Guerra será autuado pelo Ibama. A área continuou a ser monitorada.

O garimpo destrói o curso d'água, contamina rios com mercúrio, desmata a floresta, degrada o solo e provoca a caça de animais silvestres", disse o biólogo Roberto Cabral, que coordenou a operação do GEF, para o site do Ibama. Outras ações de fiscalização serão realizadas se o monitoramento por satélites identificar retomada de atividades ilegais na região.

Autorizada pela legislação, a inutilização de equipamentos ocorre em caráter excepcional, quando há constatação de ilícitos especialmente em áreas protegidas como Terras Indígenas e Unidades de Conservação, em razão da impossibilidade logística para sua remoção e com o objetivo de impedir a continuidade do dano ambiental.

Garimpos ilegais representam uma ameaça à saúde pública, principalmente em regiões como a amazônica, que têm a pesca como base de proteína alimentar. Com 3,28 milhões de hectares, a TI Kayapó abrange os municípios paraenses de Cumaru do Norte, Bannach, Ourilândia do Norte e São Felix do Xingu.

Em encontro com representantes do Ibama e da Funai, o cacique da aldeia Pukararankre, Garapera Kayapó, condenou o garimpo em outras áreas da TI.

Garimpo ilegal em terras indígenas não é novidade. O G1 publicou matéria em dezembro de 2017 que afirmava que o Ministério Público Federal (MPF) enviou recomendações ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (Ibama) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) para que promovam fiscalizações periódicas contra garimpos ilegais na região do rio das Tropas, em Jacareacanga, Sudoeste do Pará.

Há anos a área é alvo de invasões de garimpeiros e acumula danos ambientais. Os próprios indígenas Munduruku pediram ao MPF a tomada de ações contra a presença de garimpeiros.

O MPF pede fiscalizações de caráter educativo e repressivo, realizadas, preferencialmente, em janeiro, abril, agosto e novembro, quando habitualmente há instalação de novos garimpos na região. As recomendações são inutilizar os equipamentos e maquinários.

O rio das Tropas é tributário da bacia do Tapajós e um dos principais cursos d'água que corta a terra Munduruku, com pelo menos 14 aldeias indígenas. Desde a década de 80, a região é atingida pela atividade garimpeira ilegal, o que para o MPF indica a necessidade de fiscalizações periódicas, em vez de esporádicas. Os impactos do garimpo sobre a região colocam em risco o modo de vida indígena.

O envio das recomendações estabeleceu prazo até janeiro de 2018 para que os cronogramas de fiscalizações fossem planejados e enviados ao MPF.

- Rondônia

Combate em Área de Proteção Ambiental (APA)

Em junho de 2016 aconteceu a 3ª fase da Operação Azogue, em Porto Velho, pela Secretaria de Estado da Segurança, Defesa e Cidadania (Sesdec): foram apreendidas seis balsas equipadas com motores e materiais de trabalho, seis pessoas presas em flagrante, duas pepitas de ouro, dois volumes com mercúrio e uma espingarda.

Foram aplicados seis autos de infração que somam R\$ 300 mil. No total, 200 dragas foram retiradas da Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Madeira.

A operação contou com um efetivo de 95 servidores militares, policiais e bombeiros. Cinco embarcações e nove viaturas foram utilizadas. A ação ocorreu na APA do rio Madeira, que tem aproximadamente 21 km.

De acordo com o tenente-coronel André Luiz Glanert, seria mantido, com apoio do Batalhão de Polícia Ambiental (BPA) e da Secretaria de Meio Ambiente (Sedam), uma patrulha com embarcação para policiamento ostensivo na APA, bem como o apoio da Marinha do Brasil, que já realizava o patrulhamento na área.

Outra medida para sanar o problema de extração ilegal de ouro na APA, segundo Glanert, seria a elaboração de um plano de manejo por parte da Sedam, que delimitaria a área e o tempo de atuação, limite do número de dragas, entre outras medidas de fiscalização.

A Operação Azogue foi realizada em parceria com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (Sedam), Polícia Militar Ambiental (BPA), Marinha do Brasil, Polícia Federal, Polícia Civil, Companhia de Operações Especiais (COE), Núcleo de Operações Aéreas (NOA), Gerência de Fronteiras (Gesfron) e Sociedade de Portos e Hidrovias (Soph).

Em setembro, 2 kgde ouro, R\$ 4.800, três rádios de comunicação e três caminhonetes foram apreendidos em um garimpo ilegal na Terra Indígena Yanomami. Dezoito pessoas tentavam remover os equipamentos e foram presas. De acordo com o Exército, os materiais apreendidos foram avaliados em R\$ 530 mil. A ação fazia parte da Operação Curaretinga X, segundo o site 'Roraima em Tempo' .

A operação, em conjunto com órgãos das esferas federal e estadual, buscou intensificar a presença do Estado Brasileiro junto à faixa de fronteira para combater crimes transfronteiriços e ambientais.

- Roraima

Garimpo por organizações criminosas em terras proibidas

A extração ilegal de ouro na Terra Indígena Yanomami, em Roraima, gerou cerca de R\$ 1 bilhão em movimentações ilegais entre os anos de 2013 e 2014 nos estados de Roraima, Amazonas, Rondônia, Pará e São Paulo, segundo a Polícia Federal (PF) – site G1. Os dados são da operação 'Warari Koxi'.

Datada de 2015, a operação tinha como objetivo desarticular uma organização criminosa que extraía ouro ilícito, principalmente da reserva Yanomami. A frente rural investigava os executores do garimpo, e a urbana, os intermediários e financiadores.

A PF apurou sobre o 'caminho' que o ouro percorria. Os garimpeiros extraíam o ouro de uma fonte ilícita, pois todo o ouro extraído em Roraima é ilegal, vendiam para os lojistas que, por sua vez, revendiam o minério para os representantes das Distribuidoras de Títulos e Valores Mobiliários (DTVM) na Região Norte.

Esses representantes das distribuidoras utilizavam permissões de lavras garimpeiras dos estados de Amazonas, Rondônia e Pará, onde a extração de ouro é permitida, para que pudessem fazer o transporte do ouro ilegal de Roraima ao Sudeste. Quando o ouro chegava a São Paulo, tinha uma nota fiscal e autorização, mas que não eram verdadeiras.

Ao todo, a operação da Polícia Federal executou 313 medidas judiciais, 98 mandados cumpridos em Roraima, entre eles 92 de busca e apreensão, cinco de condução coercitiva e um de prisão. Cinco servidores públicos foram conduzidos à PF, dois deles da Frente de Proteção Indígena Yanomami e Yekuana [da Fundação Nacional do Índio] em Roraima, envolvidos no esquema. O mandado de prisão foi expedido para o proprietário de uma draga, embarcação usada na extração de minério.

A organização criminosa investigada é formada por empresários, funcionários públicos, donos de garimpos, joalheiros e pilotos de avião, responsáveis pela implantação de garimpos de ouro, minerais de uso industrial e outras pedras preciosas em reserva Yanomami.

Os crimes investigados são os de associação criminosa, extração de recursos naturais de forma ilegal, uso indiscriminado de mercúrio, usurpação de patrimônio da união, receptação de bens provenientes de crime, corrupção passiva, violação de sigilo funcional, contrabando, lavagem de dinheiro e operação de instituição financeira sem a devida autorização do Banco Central, segundo informações da Polícia Federal, que ressaltou ainda que, somadas, as penas podem chegar até 54 anos de prisão.

Dois anos depois desta notícia, em 2017, o garimpo ilegal em Roraima continuava na Terra Indígena (TI) Yanomami, segundo site do próprio Ibama. A operação resultou na destruição de 20 acampamentos e na apreensão de quatro balsas, uma voadeira, 6 motores, 5 geradores, 1 telefone satelital e 200 metros de mangueira para garimpo. Três garimpeiros foram detidos e encaminhados para interrogatório na PF.

De acordo com a reportagem, o uso de balsas com motores e dragas causavam acelerada degradação no leito do rio Uraricoera. Além dos danos ambientais diretos, causados pelo revolvimento da areia e do material mineral natural do leito dos rios e barrancos, trechos de mata nativa eram destruídos com a finalidade de abrir novas frentes de prospecção para a lavra ilegal. O mercúrio metálico, usado para separar o ouro de outros minerais, era carregado para os corpos hídricos e resultava na contaminação de toda a cadeia alimentar.

O objetivo da Operação Curaretinga era desestruturar a logística do garimpo com a apreensão e a inutilização de equipamentos usados na lavra. Uma equipe formada por policiais militares e servidores da Funai permaneceu na região para impedir o retorno de garimpeiros pelo rio Uraricoera.

Segundo reportagem do Exército Brasileiro do mesmo período, a 1ª Brigada de Infantaria de Selva (1ª Bda Inf SI), em conjunto com a Polícia Federal, realizou a apreensão de 16 civis oriundos do interior da Terra Indígena Yanomami, que portavam aproximadamente 500 gramas de ouro e um motor de 75 HP. A apreensão ocorreu na região de Furo do Arame, às margens do rio Uraricuera.

Em abril de 2016, equipes do Ibama e Funai realizaram operação de combate à exploração ilegal de ouro na TI Yanomami que resultou na destruição de 20 balsas, 11 acampamentos e 6 motobombas.

A TI Yanomami é a maior do Brasil, com 9,6 milhões de hectares nos estados de Roraima e Amazonas.

Anexo 4

Su-C	Categoria de fonte / fase	Existen? (s/n/?)	Fator de entrada padrão	Unidade	Instrao fator de entrada	Unidade	Instrao taxa de atividade	Unidade	Calculo entrada de Hg	Unidade	Instrao a entrada de Hg	Unidade	Ar	Agua	Terra	Ar	Agua	Terra
5.2.2	Extra de ouro e prata com proc.de analg.															124,62	44,02	42,41
8	/De concentrado e com o uso de rebortas	S	0.1	kg Hg/kg de ouro produzido	0.17	kg Hg/kg de ouro produzido	36	Ouro produzido, kg/a	6.12	Kg Hg/a	6.12	Kg Hg/a	0.2	0.4	0.4	1.22	2.45	2.45
9	/De concentrado e com o uso de rebortas	S	0.1	kg Hg/kg de ouro produzido	0.03	kg Hg/kg de ouro produzido	38.16	Ouro produzido, kg/a	1.1448	Kg Hg/a	1.1448	Kg Hg/a	0.2	0.4	0.4	0.23	0.46	0.46
10	/De concentrado e com o uso de rebortas	S	0.1	kg Hg/kg de ouro produzido	0.24	kg Hg/kg de ouro produzido	36.73	Ouro produzido, kg/a	8.8152	Kg Hg/a	8.8152	Kg Hg/a	0.2	0.4	0.4	1.76	3.53	3.53
11	/De concentrado e com o uso de rebortas	S	0.1	kg Hg/kg de ouro produzido	0.21	kg Hg/kg de ouro produzido	62.64	Ouro produzido, kg/a	13.1544	Kg Hg/a	13.1544	Kg Hg/a	0.2	0.4	0.4	2.63	5.26	5.26
12	/De concentrado e com o uso de rebortas	S	0.1	kg Hg/kg de ouro produzido	0.49	kg Hg/kg de ouro produzido	10.53	Ouro produzido, kg/a	5.1597	Kg Hg/a	5.1597	Kg Hg/a	0.2	0.4	0.4	1.03	2.06	2.06
13	/De concentrado e com o uso de rebortas	S	0.1	kg Hg/kg de ouro produzido	0	kg Hg/kg de ouro produzido	45.2	Ouro produzido, kg/a	0	Kg Hg/a	0	Kg Hg/a	0.2	0.4	0.4	0.00	0.00	0.00
18	/De concentrado		1	kg Hg/kg de ouro produzido	1.13	kg Hg/kg de ouro produzido	131.9	Ouro produzido, kg/a	149.05152	Kg Hg/a	149.052	Kg Hg/a	0.75	0.13	0.12	111.79	19.38	17.89
19	/Do minério inteiro	S	3	kg Hg/kg de ouro produzido	3	kg Hg/kg de ouro produzido		Ouro produzido, kg/a	0	Kg Hg/a		Kg Hg/a	0.25	0.4	0.35	0.00	0.00	0.00
20	/De concentrado	S	1	kg Hg/kg de ouro produzido	2.82	kg Hg/kg de ouro produzido	0.204	Ouro produzido, kg/a	0.57528	Kg Hg/a	0.57528	Kg Hg/a	0.75	0.13	0.12	0.43	0.07	0.07
21	/De concentrado	S	1	kg Hg/kg de ouro produzido	1	kg Hg/kg de ouro produzido		Ouro produzido, kg/a	0	Kg Hg/a		Kg Hg/a	0.75	0.13	0.12	0.00	0.00	0.00
23	/Do minério inteiro	S	3	kg Hg/kg de ouro produzido	4.8	kg Hg/kg de ouro produzido	0.144	Ouro produzido, kg/a	0.6912	Kg Hg/a	0.6912	Kg Hg/a	0.25	0.4	0.35	0.17	0.28	0.24
24	/Do minério inteiro	S	3	kg Hg/kg de ouro produzido	1.8	kg Hg/kg de ouro produzido	0.576	Ouro produzido, kg/a	1.0368	Kg Hg/a	1.0368	Kg Hg/a	0.25	0.4	0.35	0.26	0.41	0.36
25	/Do minério inteiro	S	3	kg Hg/kg de ouro produzido	2.82	kg Hg/kg de ouro produzido	0.204	Ouro produzido, kg/a	0.57528	Kg Hg/a	0.57528	Kg Hg/a	0.25	0.4	0.35	0.14	0.23	0.20
26	/De concentrado e com o uso de rebortas	S	0.1	kg Hg/kg de ouro produzido	0.36	kg Hg/kg de ouro produzido	68.69	Ouro produzido, kg/a	24.72768	Kg Hg/a	24.7277	Kg Hg/a	0.2	0.4	0.4	4.95	9.89	9.89

## Mato Grosso

C	Su- C	Categoria de fonte / fase	Existe? (s/n/?)	Fator de entrada padrão	Unidade	Inscrição de entrada	Unidade	Inscrição a taxa de atividade	Unidade	Cálculo entrada de Hg	Unidade	Inscrição a entrada de Hg	Unidade	Ar	Água	Terra	Ar	Água	Terra
	8	Sec	/De concentrado e com o uso de rebotas	S	0,1	kg Hg/kg de ouro produzido	0,17	kg Hg/kg de ouro produzido	36	kg/a	6,12	Kg Hg/a	0,2	0,4	0,4	0,4	1,22	2,45	2,45
	9	Sec	/De concentrado e com o uso de rebotas	S	0,1	kg Hg/kg de ouro produzido	0,03	kg Hg/kg de ouro produzido	38,16	Ouro produzido, kg/a	1,1448	Kg Hg/a	0,2	0,4	0,4	0,4	0,23	0,46	0,46
	10	Sec	/De concentrado e com o uso de rebotas	S	0,1	kg Hg/kg de ouro produzido	0,24	kg Hg/kg de ouro produzido	36,73	Ouro produzido, kg/a	8,8152	Kg Hg/a	0,2	0,4	0,4	0,4	1,76	3,53	3,53
	11	Sec	/De concentrado e com o uso de rebotas	S	0,1	kg Hg/kg de ouro produzido	0,21	kg Hg/kg de ouro produzido	62,64	Ouro produzido, kg/a	13,1544	Kg Hg/a	0,2	0,4	0,4	0,4	2,63	5,26	5,26
	12	Prim	/De concentrado e com o uso de rebotas	S	0,1	kg Hg/kg de ouro produzido	0,49	kg Hg/kg de ouro produzido	10,53	Ouro produzido, kg/a	5,1597	Kg Hg/a	0,2	0,4	0,4	0,4	1,03	2,06	2,06
	13	RS	/De concentrado e com o uso de rebotas	S	0,1	kg Hg/kg de ouro produzido	0	kg Hg/kg de ouro produzido	45,2	Ouro produzido, kg/a	0	Kg Hg/a	0,2	0,4	0,4	0,4	0,00	0,00	0,00

## Amapá

C	Su- C	Categoria de fonte / fase	Existe? (s/n/?)	Fator de entrada padrão	Unidade	Inscrição de entrada	Unidade	Inscrição a taxa de atividade	Unidade	Cálculo entrada de Hg	Unidade	Inscrição a entrada de Hg	Unidade	Ar	Água	Terra	Ar	Água	Terra
	18	Prim	/De concentrado	1	kg Hg/kg de ouro produzido	1,13	kg Hg/kg de ouro produzido	131,9	Ouro produzido, kg/a	149,05152	Kg Hg/a	149,052	Kg Hg/a	0,75	0,13	0,12	111,79	19,38	17,89
	19	Prim	/Do minério inteiro	3	kg Hg/kg de ouro produzido	3	kg Hg/kg de ouro produzido	0	Ouro produzido, kg/a	0	Kg Hg/a	0,25	Kg Hg/a	0,25	0,4	0,35	0,00	0,00	0,00
	20	Prim	/De concentrado	1	kg Hg/kg de ouro produzido	2,82	kg Hg/kg de ouro produzido	0,204	Ouro produzido, kg/a	0,57528	Kg Hg/a	0,57528	Kg Hg/a	0,75	0,13	0,12	0,43	0,07	0,07
	21	Sec	/De concentrado	1	kg Hg/kg de ouro produzido	1	kg Hg/kg de ouro produzido	0	Ouro produzido, kg/a	0	Kg Hg/a	0,75	Kg Hg/a	0,75	0,13	0,12	0,00	0,00	0,00

