



RELATÓRIO PARCIAL 2

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

ZULEICA C. CASTILHOS – COORDENAÇÃO GERAL; RENATA
C. J. ALAMINO E LILLIAN M. DOMINGOS

REVISÃO 1

Sumário

I.APRESENTAÇÃO.....	3
II.INTRODUÇÃO.....	4
III.EQUIPE TÉCNICA.....	5
IV.OBJETIVOS.....	8
V.MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
1. Balanço metalúrgico.....	10
2. Determinação quantitativa de mercúrio total gasoso na atmosfera.....	11
3. Estimativa da eficiência dos sistemas de controle (retortas e capelas) em campo.....	11
VI.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
1. Reuniões com as instituições-chave.....	13
2. Trabalhos de campo: estados do Pará – PA e do Mato Grosso – MT.....	15
a. Apresentação dos processos de MAPEO.....	21
b. Controle ambiental e gestão dos resíduos e efluentes contaminados com mercúrio.....	24
c. Balanço de massas de mercúrio nos processos produtivos da MAPEO e avaliação da eficiência dos sistemas de controle ambientais.....	27
VII.CONCLUSÕES.....	40
VIII.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
IX.ETAPAS FUTURAS.....	43
X.AGRADECIMENTOS.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

RELATÓRIO PARCIAL 2

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

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, mostrou que existem atualmente 1.515 processos em fase de Permissão de Lavra Garimpeira de ouro no Brasil. Atingem uma área de aproximadamente 500.000ha espalhados 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, subdivididos em 191 Pessoas Físicas - PF e 44 Pessoas Jurídicas – PJ (sendo que destas, 28 são cooperativas).

As Pessoas Jurídicas têm, ao todo, 428.815,49 ha, e, levando em consideração apenas as cooperativas, tem-se uma área de 425.903,43 ha, o que equivale a 88% do total das áreas de PLG. As Pessoas Físicas detêm 56.026,82 ha de área ou 12% de todas as áreas de PLG no Brasil.

As 10 maiores áreas pertencentes a Pessoas Jurídicas são todas cooperativas. Elas ocupam uma área de 405.445,85 ha ou 84% do total de PLG (ou ainda 95% das áreas requeridas por PJ) e localizam-se em quatro estados: AM, PA, RO e MT. A título de comparação, uma única cooperativa, que soma 28 processos, é responsável pela maior detenção da área (localizada nos estados do PA, MA e RO): 33% de toda a área requerida por pessoa jurídica ou ainda 29% da área de PLG brasileira.

Os 10 maiores requerentes Pessoa Física somam 30.335,74 ha de área, ou seja, 54% da área total de PF ou ainda 6% das PLG em território nacional, e localizam-se em 2 estados: MT e PA. Um requerente, com 162 áreas de PLG, todas localizadas no estado do PA, é responsável por 14% do total de áreas de PF ou 2% da área de PLG no Brasil.

A seleção das áreas a serem visitadas foi realizada considerando-se os seguintes critérios: primeiramente, foram identificadas as unidades da federação produtoras de ouro mais importantes 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.

Este relatório apresenta os principais resultados obtidos durante as visitas técnicas realizadas a áreas de MAPEO localizadas nos estados do Mato Grosso, do Pará (primeira fase), Amapá, Bahia e Pará (segunda fase), tendo como foco principal o balanço metalúrgico do mercúrio e sua potencial perda para o meio ambiente.

III. EQUIPE TÉCNICA

ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO

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

Consultoria: Lillian Maria Borges Domingos, M.Sc.
Renata C. J. Alamino, D.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 ao balanço metalúrgico do mercúrio*

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. Listar as instituições-chave visitadas/contatadas a nível Federal, Estadual e Municipal;
- ii. Apresentar os dados obtidos durante as visitas técnicas às áreas de MAPEO nos estados do Mato Grosso, do Pará (primeira fase), Amapá, Bahia e Pará (segunda fase) abordando:
 - As diferentes técnicas utilizadas nos processos produtivos;
 - A quantidade de mercúrio utilizada nos processos produtivos;
 - O uso de equipamentos de controle ambiental empregados nos processos produtivos e sua eficiência no abatimento de mercúrio; e
 - A gestão dos resíduos e dos efluentes contaminados com mercúrio.
- iii. Apresentar estudos/estimativas da eficiência de equipamentos de controle ambiental utilizados em MAPEO para, finalmente;
- iv. Estimar as perdas de mercúrio para a atmosfera a partir do conhecimento adquirido nas áreas visitadas, como base para a proposição de um fator de emissão de mercúrio pela MAPEO brasileira.

V. MATERIAIS E MÉTODOS

O Plano de Ação para a execução do projeto foi concebido por meio de diversas reuniões entre os membros da equipe para discussões, troca de conhecimentos, experiências e informações.

As seguintes atividades foram desenvolvidas para atingir o objetivo deste Relatório Parcial 2:

- i. A partir da espacialização da MAPEO no país foram identificados os principais estados produtores e os municípios onde estão localizadas as Permissões de Lavra Garimpeira- PLGs;
- ii. Foram identificadas as potenciais instituições-chave parceiras em cada estado e/ou municípios;
- iii. A logística das visitas técnicas às áreas da MAPEO foi planejada em conjunto com instituições locais.

Para identificar as áreas de MAPEO que estariam dispostas a receber a visita da equipe técnica do CETEM, bem como para o complemento das informações visando minimizar o grau de incerteza relativo às liberações de mercúrio, foram, primeiramente, visitadas instituições-chave em nível Nacional (Brasília) e, posteriormente, Estadual e Municipal (das áreas de MAPEO).

As instituições-chave a nível Federal foram visitadas durante o mês de julho de 2017, após contatos telefônicos prévios para agendamento.

Após a identificação das instituições locais de apoio ao projeto, intensificaram-se os contatos telefônicos para o planejamento da logística das visitas técnicas, visando que as mesmas fossem realizadas durante os meses de menor índice pluviométrico nas regiões visitadas por duas razões principais: para se ter acesso rodoviário às áreas e para realizar as visitas na época de maior atividade da pequena mineração de ouro. Assim, as visitas técnicas ocorreram em cinco expedições em quatro estados: no Pará - PA (primeira fase) e no Mato Grosso - MT, nos períodos de 17 de julho a 02 de agosto e de 12 a 22 de agosto, respectivamente; e nos estados do Amapá, Bahia e Pará (segunda fase), nos períodos de 4 a 15 de setembro, de 23 a 27 de setembro e de 04 a 15 de novembro, respectivamente.

Logramos visitar diversas áreas de pequena mineração em todos os estados listados na proposta de trabalho do Projeto MIA, exceto Rondônia. Após meses de negociação, cancelamos a visita técnica agendada àquele estado em função dos recentes acontecimentos em Humaitá, cidade limítrofe a Porto Velho, com incêndio da sede do IBAMA e supostamente envolvendo garimpeiros de ouro. Logo depois, recebemos a notícia do cancelamento da permissão para a visita anteriormente obtida de uma cooperativa. As instituições governamentais locais não conseguiram indicar nenhuma outra área e, sobretudo, se mostraram extremamente receosas de participar nas atividades de campo e nos desaconselharam de prosseguir com o programado. Acolhemos tal orientação visando a segurança dos técnicos.

De forma a contribuir na realização dos objetivos específicos foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- i. Aplicação de questionário semiestruturado, o qual foi elaborado previamente por esta equipe técnica, durante as visitas técnicas às áreas da MAPEO;
- ii. Execução de balanço metalúrgico do mercúrio, seguindo o Guia Prático (DOMINGOS *et al.*; 2017), o qual foi elaborado previamente por esta equipe técnica, baseando-se na ferramenta “Toolkit” e em diversas referências bibliográficas; e
- iii. Análises de teores de mercúrio na atmosfera, em diversos ambientes das áreas visitadas, com ênfase na fase de decomposição térmica do amálgama.

As metodologias utilizadas para a realização do balanço metalúrgico (balanço de massas) para o inventário de ciclo de vida de mercúrio em MAPEO, da determinação quantitativa de mercúrio gasoso na atmosfera e para a avaliação da eficiência dos sistemas de controle (retortas e capelas) em campo são apresentadas a seguir:

1. Balanço metalúrgico

Para o levantamento de dados foram empregadas duas técnicas: (i) o experimento de balanço metalúrgico; e (ii) a aplicação de questionários semiestruturados.

i) Experimento de balanço metalúrgico:

A metodologia consiste na pesagem do mercúrio (utilizado e recuperado) e do ouro produzido. A partir destes dados pode-se estimar a quantidade de mercúrio perdido para o meio ambiente. Neste processo podem ocorrer diversas etapas de recuperação do mercúrio (por ex.: filtragem em tecido e queima em retorta / capela). Em campo foram realizadas pesagens do material (minério, mercúrio e ouro) ao longo do processo produtivo, conforme ilustrado na Figura 1.

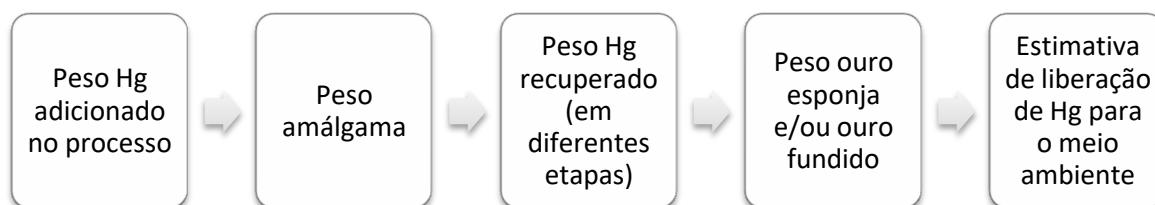


Figura 1. Diagrama ilustrativo das etapas de pesagens no balanço metalúrgico do mercúrio

ii) Aplicação de questionários semiestruturados:

Conforme orientado pelo “Toolkit” do PNUMA, foram redigidos dois modelos de questionário a serem aplicados aos gestores das MAPEO e aos garimpeiros, a fim de levantar dados a respeito de vários aspectos da atividade, incluindo o uso do mercúrio e a quantidade de ouro produzida. Com base nos dados levantados buscou-se estimar a produção de ouro e, conseqüentemente, o uso de mercúrio a partir de duas abordagens: (i) baseado na estimativa de produção de ouro; e (ii) a produção de ouro baseada na estimativa de ganhos.

Algumas questões, presentes nos dois questionários, têm o mesmo objetivo de informação. Esta metodologia foi aplicada a fim de buscar a veracidade em relação aos dados fornecidos. Assim, no campo, cada membro da equipe ficou responsável por aplicar um dos questionários. Com isto, o entrevistado teve que responder duas vezes questões relacionadas ao mesmo tópico, contudo, formuladas diferentemente e em momentos

distintos, permitindo, desta forma, a verificação de possíveis inconsistências nas respostas. Esta abordagem foi adotada visto que muitos garimpeiros, ao responderem os questionários, têm receios, sobretudo, de que as informações possam lhe imputar pagamento de taxas e/ou multas, já que eles têm conhecimento de que é possível relacionar o uso de mercúrio à produção de ouro.

2. Determinação quantitativa de mercúrio total gasoso na atmosfera

A quantificação de mercúrio gasoso foi realizada utilizando-se o equipamento LUMEX – *Portable Mercury Vapor Analyzer*, modelo RA-915+, que consiste em um Espectrômetro de Absorção Atômica com corretor Zeeman. A operação do RA-915+ é baseada na espectrometria de absorção atômica Zeeman, utilizando a modulação de alta frequência da polarização da luz (ZAAS-HFM). Este equipamento permite a realização de leituras em tempo real, com limite de detecção de $0,02 \text{ ng m}^{-3}$ e limite de quantificação de $0,3 \text{ ng m}^{-3}$. O limite máximo de leitura é de $200.000 \text{ ng m}^{-3}$. O equipamento foi programado para realizar uma leitura média a cada 10 segundos, o que equivale a 06 medidas por minuto, podendo também ser integrada a cada 30 segundos, equivalendo a duas médias de leituras por minuto.

Nas áreas garimpeiras visitadas foram realizadas leituras em pontos de amostragem escolhidos em função da conveniência, estabelecendo o mínimo de 10 minutos de medição ininterrupta em cada ponto. Foi dada especial atenção para análises durante os processos de amalgamação e de queima do amálgama, com ou sem o uso de retorta ou de capelas.

Nos pontos de referência, as determinações de mercúrio foram realizadas colocando-se o equipamento em área aberta, preferencialmente a favor dos ventos, a alturas variando de 1 a 1,5 m do solo. Para as determinações realizadas em centros urbanos, as medidas foram realizadas de dentro de um carro (ora percorrendo as ruas com velocidade média de 40 a 50 km/h, ora parado próximo às casas compradoras de ouro ou em áreas afastadas de potenciais fontes de emissão de mercúrio) e também percorrendo as principais ruas a pé. No carro, o duto do equipamento foi disposto para fora da janela e preso pelo vidro da mesma a uma altura aproximada de 1,40 m do solo.

3. Estimativa da eficiência dos sistemas de controle (retortas e capelas) em campo

A estimativa da eficiência dos sistemas de controle, em especial de retortas, em campo, foi realizada como um subproduto do balanço de massas.

A estimativa de eficiência das capelas, de maior complexidade, foi realizada a partir de informações secundárias dos gestores de áreas. Com base na experiência das limpezas dos tanques foram indicados percentuais de recuperação de mercúrio, e, estes percentuais são os utilizados neste momento, até que se consiga realizar um experimento específico para checar tais informações.

Adicionalmente, tais estimativas foram associadas às medidas de mercúrio na atmosfera, realizadas em campo durante a utilização das retortas e/ou capelas.

VI. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a identificação das unidades da federação e dos municípios produtores de ouro provenientes da pequena mineração ou mineração artesanal, foram identificadas as instituições-chave ligadas ao tema, a nível Federal, Estadual e Municipal, governamentais ou não. Buscou-se, desta forma, tanto complementar as informações já disponíveis, visando minimizar o grau de incerteza relativo às liberações de mercúrio pela MAPEO, quanto apoio na parte técnica, sobretudo no conhecimento da realidade local, fruto da convivência e da relação de confiança já estabelecida entre as instituições locais e os garimpeiros de ouro. Assim, a intermediação/apresentação da equipe técnica do CETEM aos garimpeiros permitiu a aproximação com este setor produtivo. Nos contatos prévios firmados com as instituições parceiras foi esclarecido o tipo de informação necessária, tendo como foco a identificação de áreas de MAPEO que estariam dispostas a receber a visita técnica da equipe do CETEM. Da mesma forma, antes do início dos trabalhos nas MAPEs, foi apresentado, de forma clara e direta, o objetivo deste estudo a todos os gestores de áreas e garimpeiros. Se por um lado esta postura apresentou dificuldades e resistências, por outro, imprimiu confiança na relação estabelecida.

Todas as visitas técnicas foram realizadas durante os meses de menor índice pluviométrico nas regiões visitadas, chamado de “verão ou seca”. Desta forma, pode-se considerar que o período amostrado coincide com uma maior atividade nas MAPEO, caracterizando um cenário de maior contribuição destas fontes e de manutenção de poluentes atmosféricos pela condição meteorológica.

1. Reuniões com as instituições-chave

As instituições federais contatadas por telefone ou e-mail e visitadas em Brasília foram: o Ministério do Meio Ambiente; o Departamento Nacional de Produção Mineral; o Ministério de Minas e Energia; e o Ministério da Saúde. No Anexo I são apresentados maiores detalhes das visitas, como o nome dos técnicos/pesquisadores e o teor das discussões técnicas.

Os contatos com as instituições estaduais se deram, primeiramente, por telefone e e-mail. Muitas das instituições estaduais e/ou municipais já haviam tido contato prévio com a coordenação e a equipe deste projeto e/ou com o CETEM em pesquisas anteriores, o que facilitou os entendimentos e apoios. Durante a expedição a campo todas as instituições-chave que apoiaram o projeto foram formalmente visitadas, assim como outras instituições locais que, embora não tenham tido condições (orçamentárias, de logística, etc.) de oferecer apoio, compartilharam conhecimentos e expectativas em relação ao projeto e aos seus resultados e impactos. Como regra geral, a equipe fez reuniões, antes e após a realização das visitas técnicas, com o objetivo de apresentar uma visão geral do que foi observado no campo e de fornecer um breve relatório preliminar.

Detalhes das reuniões técnicas estão no Anexo I.

A participação no “1º Encontro Institucional de Fortalecimento das Cooperativas do Setor Mineral do Tapajós” foi uma oportunidade de apresentar este projeto a vários garimpeiros

de ouro e às Cooperativas de diversos estados brasileiros. Alguns aspectos importantes abordados por palestrantes durante o encontro auxiliam o entendimento do contexto atual do setor da pequena mineração de ouro no Brasil e são brevemente elencados abaixo:

- i. Há prioridade, no DNPM, para requerimentos de lavra garimpeira para as cooperativas, em detrimento de pessoa física;
- ii. Há pouco cadastro de garimpeiros de ouro e os existentes são desatualizados ou subnotificados. O presidente da Associação Nacional do Ouro - ANORO, Sr. Dirceu Frederico, estima em 120 mil garimpeiros de ouro no Brasil e, destes, menos de 5 mil são associados à ANORO;
- iii. Uma única empresa, revendedora da HYUNDAI no Brasil, vendeu, para garimpos de ouro, em torno de 250 escavadeiras no período de um ano, na região de Morais de Almeida (município de Itaituba-PA). A empresa iniciará um programa de apoio tecnológico para seus clientes;
- iv. Segundo a apresentação da Organização das Cooperativas Brasileiras – OCB/PA (Figura 2), as cooperativas de ouro representam apenas 2% das cooperativas do estado, mas em número de cooperados, representam 33%. Entretanto, os empregados (administradores, técnicos, etc.) neste setor são apenas 0,7%. Isto significa que as cooperativas de ouro têm pouca qualificação de empregados, o que contribui para o estágio de imaturidade em que se encontram;
- v. Segundo a palestra da OCB/PA, há de 5 a 8 cooperativas de ouro regulares (CNPJ, registro na OCB, treinamentos, etc), porém estas cooperativas apresentam baixíssimo grau de maturidade. Por isso, considera-se que 100% das cooperativas de ouro do estado são informais (não há registros de atas, de reuniões formais, etc.);
- vi. Há informação de que 95% das áreas de garimpo de ouro no município de Novo Progresso estão dentro da área da FLONA, sendo, portanto, ilegais ou irregulares (há discussão sobre o histórico e plano de manejo da FLONA);
- vii. Foi considerado que cada gestor de área em garimpos gera de 05 a 06 empregos diretos (embora o sistema de trabalho seja de parceria e não assalariado); e
- viii. Foi informado que quando há exploração de outro minério associado ao ouro, como por exemplo, a cassiterita, deve-se obter um aditivo à PLG obtida para ouro. No caso de algumas MAPEO no Pará, nem a PLG para ouro ainda foi obtida. Há informações de que a exploração de cassiterita ocorre dentro de áreas de proteção ambiental.

Algumas informações sobre as cooperativas minerais do estado do Pará foram apresentadas pela OCB/PA durante o Encontro e podem ser visualizadas nos slides da Figura 2. Maiores informações são apresentadas no Anexo I.

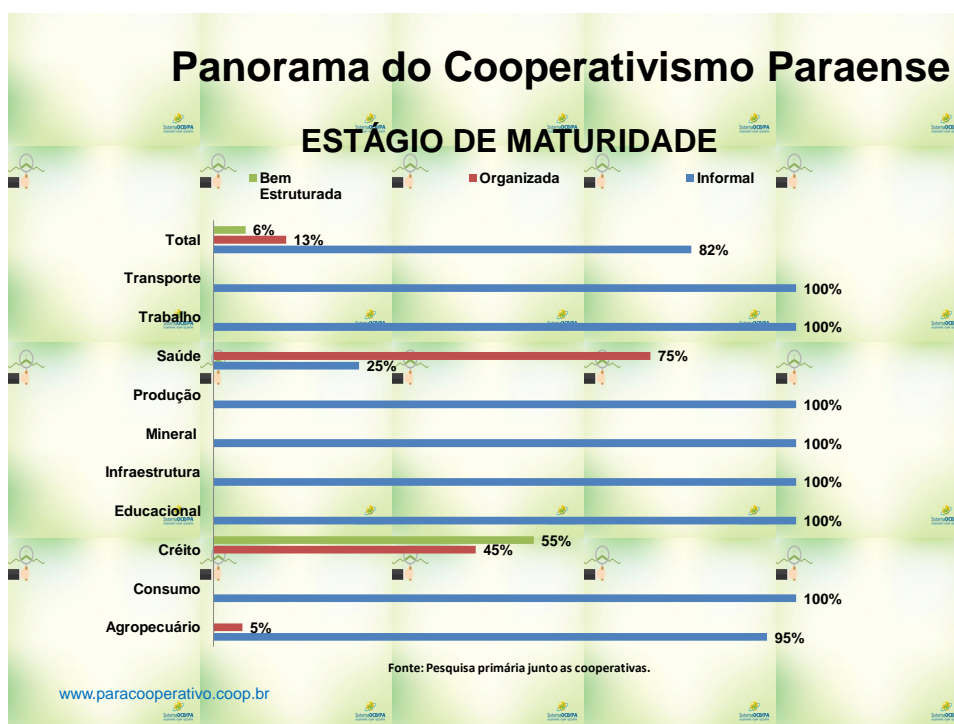
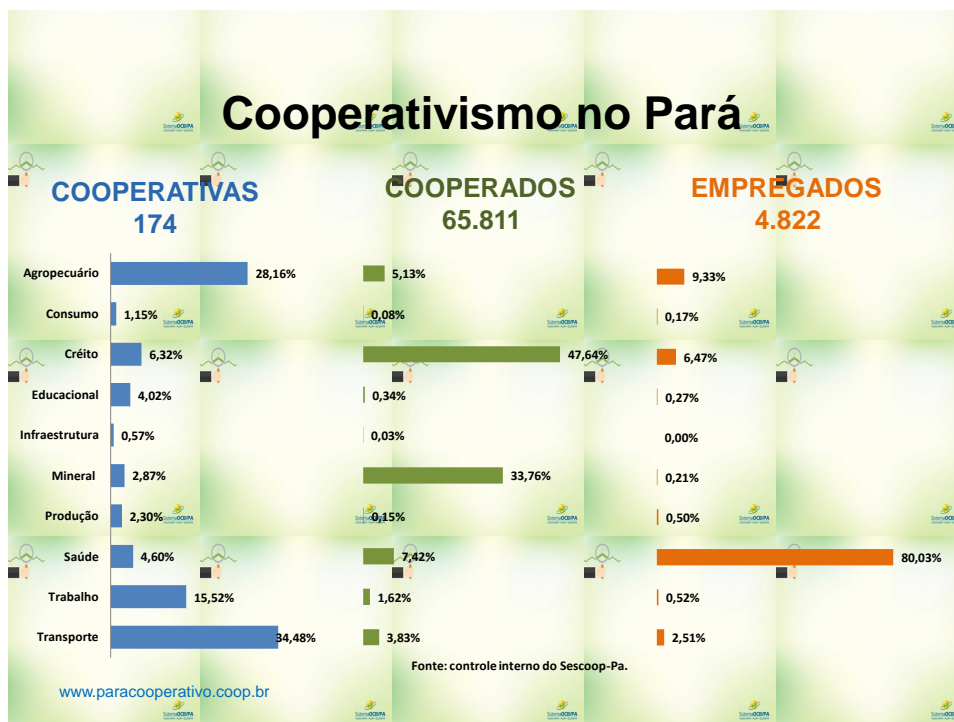


Figura 2. Slides apresentados pela OCB/PA, no 1º Encontro Institucional de Fortalecimento das Cooperativas do Setor Mineral do Tapajós.

2. Trabalhos de campo

Os principais resultados obtidos durante as visitas técnicas realizadas nas áreas de MAPEO localizadas nos estados do Pará (primeira e segunda fases), do Mato Grosso,

Amapá e Bahia tendo como foco principal o balanço metalúrgico do mercúrio e sua potencial perda para o meio ambiente, encontram-se nos tópicos a seguir.

Com esta finalidade foram realizadas abordagens indiretas (pela aplicação dos questionários semiestruturados) e diretas, com a realização de balanço de massas durante o processamento mineral. Como parâmetros, foram considerados as diferentes proporções de mercúrio utilizado por quantidade de ouro produzido, tendo como base: (i) as diferentes matérias primas; (ii) os processos produtivos e os equipamentos de controle ambiental disponíveis/utilizados; e (iii) a proporção de mercúrio recuperado e de mercúrio perdido para o ambiente. Posteriormente, tais processos foram associados às medidas de teores de mercúrio na atmosfera, quando disponíveis. Considera-se que a confiabilidade das informações é maior quando estas são obtidas por meio do balanço de massas realizado *in situ* associado às medidas de teores de mercúrio na atmosfera. Finalmente, os dados oriundos de ambas as estratégias foram integrados para gerar fatores de liberação de mercúrio para o meio ambiente e/ou de emissão de mercúrio para a atmosfera a partir da MAPEO.

Neste relatório encontram-se os dados referentes a 26 áreas de MAPEO estudadas: sete no estado do Pará (sendo seis na primeira fase e uma na segunda fase), 10 no estado do Mato Grosso, cinco no Amapá, três na Bahia e um em Rondônia. As informações referentes à área em Rondônia foram recebidas durante o evento que ocorreu em Moraes e Almeida, já citado.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os dados gerais das 26 MAPEO estudadas, com distinção entre MAPEO com visita técnica e experimento de balanço de massas de mercúrio, visita técnica e aplicação de questionário e somente aplicação de questionário. Os dados abrangem, ainda, o tipo de organização social, o tipo de requerimento, o tipo de minério de ouro, a descrição básica da lavra, do beneficiamento, do processo de amalgamação, da existência (ou não) de centrais de amalgamação (CA) e de sistemas de controle de liberação de mercúrio para o meio ambiente.

Como mostrado na Tabela 1, a maior parte das entrevistas e visitas foi realizada em MAPEO legalizadas. Das 26 MAPEO, 16 são legalizadas e 10 estão em situação ilegal ou irregular, e declaram estar buscando a legalização. Há casos de atividade em área sem PLG nem Concessão de Lavra, possivelmente ocorrendo em área de preservação ambiental e há casos de dificuldade na renovação de licença ambiental. Onze (11) MAPEO tem regime de exploração PLG, oito (8) são concessão de lavra e sete (7) não definiram o tipo de regime. Vinte (20) MAPEO pertencem a cooperativas, uma (1) MAPEO a MEI, duas (2) à pessoa física e três (3) não definiram o tipo de requerente.

Tabela 1. Dados gerais e base de informações das MAPEO estudadas nos distintos estados

UF	MAPEO	PF/PJ	Visita Técnica	Situação	Tipo de Requerimento	Aplicação de Questionário	Experimento	Base de Informações
PA	1	Cooperativa 1	Não	Irregular	PLG	Sim	Não	Questionário
	2	Cooperativa 2	Não	Irregular	PLG	Sim	Não	Questionário
	3	ND	Sim	Irregular	x	Sim	Não	Questionário
	4	ND	Sim	Irregular	x	Sim	Não	Questionário
	5	ND	Sim	Irregular	x	Sim	Não	Questionário
	6	PF	Não	Irregular	x	Sim	Não	Questionário
MT	7	Cooperativa 3	Sim	Legal	Concessão de Lavra	Sim	Não	Questionário
	8	Cooperativa 3	Sim	Legal	PLG	Sim	Sim	Questionário Experimento
	9	Cooperativa 3	Sim	Legal	PLG	Sim	Sim	Questionário Experimento
	10	Cooperativa 4	Sim	Legal	Concessão de Lavra	Sim	Sim	Questionário Experimento
	11	Cooperativa 4	Sim	Legal	Concessão de Lavra	Sim	Sim	Questionário Experimento
	12	Cooperativa 4	Sim	Legal	Concessão de Lavra	Sim	Sim	Questionário Experimento
	13	MEI	Sim	Legal	Concessão de Lavra	Sim	Sim	Questionário Experimento
	14	Cooperativa 5	Não	Legal	PLG	Sim	Não	Questionário
	15	Cooperativa 5	Não	Legal	PLG	Sim	Não	Questionário
	16	Cooperativa 5	Não	Legal	PLG	Sim	Não	Questionário
RO	17	Cooperativa 6	Não	Irregular	x	Sim	Não	Questionário
AP	18	Cooperativa 7	Sim	Legal	Concessão de Lavra	Sim	Sim	Questionário Experimento
	19	Cooperativa 7	Sim	Legal	Concessão de Lavra	Não	Sim/parcial	Questionário Experimento
	20	Cooperativa 8	Sim	Legal	PLG	Sim	Sim	Questionário Experimento
	21	Cooperativa 8	Não	Legal	PLG	Sim	Não	Questionário Experimento
	22	Cooperativa 9	Não	Legal	PLG	Sim	Não	Questionário
BA	23	Cooperativa 10	Sim	Irregular	x	Sim	Sim	Questionário Experimento
	24	Cooperativa 11	Sim	Irregular	Concessão de Lavra	Sim	Sim	Questionário Experimento
	25	PF	Sim	Irregular	x	Sim	Sim	Questionário Experimento
PA	26	Cooperativa 12	Sim	Legal	PLG	Sim	Sim	Questionário Experimento

Obs.: PF = pessoa física; PJ = pessoa jurídica; ND = informação não disponível; MEI = Microempreendedor Individual; PLG = Permissão de Lavra Garimpeira.

Conforme a Tabela 2, das 26 MAPEO estudadas, 10 exploram minério primário, 15 exploram minério secundário e duas (2) exploram rejeitos de secundário, sendo que uma delas explora também minério primário (MAPEO 7).

Destas 26 MAPEO, oito (8) são minas subterrâneas (incluindo shaft, plano inclinado, tuneis, com uso ou não de explosivos), 14 são minas a céu aberto, duas (2) são em leito de rio; uma (1) é cata de blocos de minério primário, rejeito de antiga mineração que atuava na região e uma (1) não indicou o tipo de lavra.

Quanto ao processamento mineral, as MAPEO que exploram minério primário utilizam em geral moinhos de martelos ou barras. A presença de moinho de bolas e de britador é rara. As MAPEO que exploram minério secundário, a céu aberto, utilizam escavadeiras e jato d'água; e em leito de rio, utilizam dragas.

Das 26 MAPEO estudadas, quatro (4) não concentram o minério primário antes de amalgamar e usam placas amalgamadoras. Nas 22 demais, a concentração do minério secundário (a céu aberto ou em leito de rio) ou primário após a moagem se dá essencialmente em calhas rifladas e usam o concentrado para amalgamação.

Das 26 MAPEO estudadas, dez (10) possuem CA, sendo que todas estão localizadas no estado do MT. Nos demais estados não foram observadas CA.

Em três (3) MAPEO o sistema de amalgamação é fechado, sendo localizadas no MT. Nas demais MAPEO o sistema de amalgamação é aberto.

Em oito (8) MAPEO (aparentemente ou claramente) não são utilizados nenhum tipo de controle de abatimento de emissão de mercúrio durante a decomposição térmica do amálgama. Três (3) são localizadas no PA, duas (2) no AP e três (3) na BA.

As demais MAPEO utilizam sistemas de controles, com predominância de retortas e capelas. Em 11 MAPEO são utilizadas retortas e em cinco (5) MAPEO são utilizadas capelas. Duas (2) MAPEO utilizam folhas vegetais.

A partir destes dados gerais depreende-se que a maioria das MAPEO utiliza minério concentrado para a amalgamação, sendo o minério secundário mais frequente. MAPEO que amalgama sem concentrar, em geral, explora minério primário e utiliza placa amalgamadora para o processo. O Estado do MT se distingue pela presença de CA, que certamente reduz as liberações ambientais de Hg. A utilização de sistemas de controles para abatimento de emissões atmosféricas de Hg é realidade na maioria das MAPEO, com predominância de retortas e de capelas.

Tabela 2. Dados gerais sobre lavra, processamento mineral e controle ambiental nas MAPEO estudadas nos distintos estados

UF	MAPEO	PF / PJ	Tipo de minério	Lavra	Processamento mineral	Amalgamação de concentrado	Central de amalgamação	Sistema de amalgamação	Sistema de controle de emissão de Hg
PA	1	Cooperativa 1	Primário	Subterrânea, desmonte manual	Britador Moinho martelo	Sim	ND	aberto	Retorta
	2	Cooperativa 2	Secundário	A céu aberto; Escavadeiras Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Não	aberto	Retorta
	3	ND	Secundário	A céu aberto Escavadeiras Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Não	aberto	Aparentemente não
	4	ND	Secundário	A céu aberto Escavadeiras Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Não	aberto	Aparentemente não
	5	ND	Secundário	A céu aberto Escavadeiras Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Não	aberto	Aparentemente não
	6	PF	Primário	ND	Moinhos e calhas rifladas	Sim	Não	aberto	Retorta
MT	7	Cooperativa 3	Primário e Rejeitos amalgamados de secundário	Subterrânea; Plano inclinado e explosivos	Moinhos de bolas e de martelos/ "jet-pot" Calhas rifladas Placas amalgamadoras Cianetação em pilhas	Sim	Sim	aberto	Capela
	8	Cooperativa 3	Secundário	A céu aberto Escavadeiras Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Sim	aberto	Capela
	9	Cooperativa 3	Secundário	A céu aberto Escavadeiras Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Sim	aberto	Retorta
	10	Cooperativa 4	Secundário	A céu aberto Escavadeiras Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Sim	fechado (tambor amalgamador)	Capela
	11	Cooperativa 4	Secundário	A céu aberto Escavadeiras Jato d'água	Moinhos/Concentração em calhas rifladas	Sim	Sim	fechado (tambor amalgamador)	Capela
	12	Cooperativa 4	Primário	Túneis Picaretas	Moinhos/Concentração em calhas rifladas	Sim	Sim	fechado (tambor amalgamador)	Capela
	13	MEI	Rejeitos de secundário	A céu aberto Escavadeiras Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Sim	aberto	Retorta
	14	Cooperativa 5	Secundário	A céu aberto Escavadeiras Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Sim	aberto	Retorta
	15	Cooperativa 5	Secundário	A céu aberto Escavadeiras Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Sim	aberto	Retorta
	16	Cooperativa 5	Secundário	A céu aberto Escavadeiras	Concentração em calhas rifladas	Sim	Sim	aberto	Retorta

				Jato d'água					
RO	17	Cooperativa 6	Secundário	Draga em leito de rio	Concentração em calhas rifladas	Sim	Não	aberto	Retorta
AP	18	Cooperativa 7	Primário	Subterrânea com uso de explosivos	Britador mandíbula/moinho martelo Concentração em "cochim" e em calhas rifladas	Sim	Não	aberto	Não
	19	Cooperativa 7	Primário	Cata de rejeito da mineração	Martelete / Moinho martelo/barras/"cochin" com mercúrio	Placa amalgamadora	Não	aberto	Não
	20	Cooperativa 8	Primário	Subterrânea com desmonte manual (picareta)	Moinho martelo Concentração em "cochim" e em calhas rifladas	Sim	Não	aberto	Folha
	21	Cooperativa 8	Secundário	A céu aberto Escavadeiras Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Não	aberto	Folha
	22	Cooperativa 9	Secundário	A céu aberto; Pá e Jato d'água	Concentração em calhas rifladas	Sim	Não	aberto	Retorta
BA	23	Cooperativa 10	Primário	Subterrânea com desmonte manual (picareta)	Martelete / Moinho martelo/barras	Placa amalgamadora	Não	aberto	Não
	24	Cooperativa 11	Primário	Subterrânea com desmonte manual (picareta)	Martelete / Moinho martelo/barras	Placa amalgamadora	Não	aberto	Não
	25	PF	Primário	Subterrânea com desmonte manual (picareta)	Martelete / Moinho martelo/barras	Placa amalgamadora	Não	aberto	Não
PA	26	Cooperativa 12	Secundário	Draga em leito de rio	Concentração em calhas rifladas e elutriador	Sim	Não	aberto	Retorta

Obs.: PF = pessoa física; PJ = pessoa jurídica sendo: MEI = Microempreendedor Individual ou Cooperativa; PLG = Permissão de Lavra Garimpeira.

a. Apresentação dos processos de MAPEO

Os processos de produção de cada MAPEO estudada em cada estado estão mostrados na Tabela 2, descritos abaixo em termos gerais e são apresentados detalhadamente no Anexo II.

i. Estado do Pará – Primeira fase

A expedição no sul do estado do Pará foi muito difícil. O acesso rodoviário a Moraes Almeida (a partir de Peixoto de Azevedo ou mesmo a partir de Itaituba) é extremamente perigoso, encontra-se em péssimas condições de trafegabilidade, com grande número de caminhões carregados de soja, no sentido Cuiabá - Santarém, tendo sido contadas mais de 600 carretas em poucos minutos. No sentido contrário, os caminhões, descarregados, trafegam em velocidade acima do prudente para a condição da estrada, e muitas vezes utilizam a contramão para aproveitar as condições menos ruins da via, o que acarretou alto nível de stress na equipe técnica. Muito tempo foi despendido para se vencer pouco mais de 60 km de estrada nestas condições.

As três áreas de MAPEO visitadas localizam-se distantes entre si. Foram cerca de 600 km rodados em estrada não asfaltada com condições precárias de trafegabilidade, composta por vários trechos abertos ilegalmente ou para o serviço rural, abertas em estradas de fazendas.

Em termos gerais, todas as áreas de MAPEO visitadas no sul do estado do Pará apresentaram similares processos de lavra e de beneficiamento, em especial, de minério secundário. A exploração de minério primário pareceu ser menos frequente nesta região. Os garimpeiros contam com o uso de tratores de esteira para a abertura da floresta e de escavadeiras para a retirada de solo até atingir a área mineralizada. Também para facilitar o desmonte do minério, que, posteriormente, por meio de desmonte hidráulico - utilizando jatos d'água de alta pressão, que permitem a "fluidização" do minério em uma polpa que apresenta, no geral, de 20 a 40% de sólidos (FARID *et al.*, 1991) - é bombeado diretamente para uma calha concentradora. A estrutura das calhas é de madeira, com canaletas inclinadas (4-5%) e aletas transversais que possibilitam a retenção do ouro. Sobre as calhas é colocado um forro que varia de estopas acarpete, que também retém partículas finas pesadas. Este tapete é retirado, em geral, no final da tarde de um dia de trabalho, após alguns ciclos de passagem do minério pela calha. Posteriormente, é lavado em um recipiente (em geral, tambores) com água, para retirada do ouro ali retido. Mais tarde, o mercúrio é adicionado a este recipiente aberto e misturado ao concentrado. O amálgama é então separado por bateamento, quando há a separação da ganga e, possivelmente, a perda de mercúrio para o ambiente ao redor (solos e rios). O excesso de mercúrio é retirado através da filtragem em tecido de algodão. Apesar da informação recebida, de que ocorre a filtragem 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". A aparência das retortas observadas nas áreas de MAPEO visitadas sugere 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 do mercúrio gasoso para a atmosfera.

As MAPEO visitadas possuíam estrutura precária, tanto em relação ao controle ambiental quanto às condições de trabalho e alojamento. Isto se deve, em parte, ao fato de funcionarem como grandes acampamentos. Tanto o local de amalgamação quanto os alojamentos localizavam-se próximos à área de frente de lavra, que vai mudando na medida em que a lavra avança para outras áreas.

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. O uso de retorta ou capela para decomposição térmica não parece ser uma prática comum, pois as lá existentes sugeriam pouco uso. Entretanto, todos responderam utilizar estes equipamentos quando perguntados nos questionários. Também, em conversas informais com os garimpeiros, foi relatado que a retorta é utilizada por quase todos devido ao seu baixo custo de aquisição (aproximadamente de R\$ 300,00 a R\$600,00) e à excelente recuperação do mercúrio que propicia, permitindo a reutilização do metal, gerando economia no processo.

ii. Estado do Mato Grosso

No estado do Mato Grosso o projeto teve uma boa receptividade. Isto se deve a diversos fatores, mas certamente o apoio da METAMAT, instituição de pesquisa mineral daquele estado, foi fundamental. Seus técnicos contam com a confiança dos gestores das cooperativas e dos garimpeiros, individualmente, em função de sua tradicional parceria com o setor da pequena mineração de ouro do MT. Neste estado foi possível estudar 10 áreas de MAPEO e visitar sete (7) delas. Nesta Unidade da Federação, para a obtenção da Licença de Operação (LO), o processo de amalgamação tem que ser realizado em locais próprios para este fim, denominados "centrais de amalgamação - CA" e a decomposição do amálgama ou "queima", deve ser realizada com a utilização de retortas e/ou em capelas, visando decrescer a liberação de mercúrio para o meio ambiente.

Em termos gerais, o minério extraído na frente de lavra, ou o concentrado, é transportado em caminhão ou caminhonete até a central de amalgamação, que, muitas vezes, fica localizada a alguns quilômetros de distância. Todas as centrais de amalgamação visitadas eram bem estruturadas, com construções em alvenaria, piso de concreto, taques de concreto ou tambores plásticos fechados para contenção de rejeitos, capelas e/ou retortas para decomposição térmica do amálgama e sistema de reuso da água. Nestas centrais o concentrado recebe tratamento com mercúrio para amalgamação do ouro. A adição de mercúrio pode ser realizada em tambores amalgamadores, os quais são fechados, ou no próprio tambor plástico, aberto, que armazena o minério concentrado, sendo este último o procedimento mais comum verificado nas áreas de MAPEO visitadas. Posteriormente, a ganga mineral é separada do amálgama manualmente, com bateia, sob água, em tanques ou "piscinas" e os resíduos sólidos potencialmente contaminados por Hg permanecem nestes tanques. Periodicamente o tanque passa por limpeza, com recuperação de mercúrio. Após a separação na bateia, o amálgama é filtrado para remoção do excesso de Hg. Em seguida, há a decomposição térmica do amálgama, utilizando retortas ou capelas, com sistema de recuperação de Hg.

Os garimpeiros relatam não haver mercúrio à venda no mercado com nota fiscal. Entretanto, sem nota, o mercúrio é facilmente encontrado em farmácias e outras lojas da região, a um custo de R\$ 700,00/kg, considerado elevado. Ainda, uma botija (34,5 kg)

custa em torno de R\$ 15.000,00 e a marca mais utilizada atualmente chama-se “*EI Espanol*”.

iii. Estado do Amapá

Na visita ao estado do Amapá, a equipe do CETEM se uniu aos servidores da SEMA-AP e do Batalhão Ambiental, e verificou-se que os órgãos ambientais estaduais não dispunham de orientações locais próprias para os garimpeiros de ouro.

A primeira cooperativa visitada recebeu bem a equipe e indicou as áreas de MAPEO a serem conhecidas. A cooperativa construiu uma central de amalgamação para controlar o processo, porém a mesma se encontrava desativada. Nas áreas visitadas, foi observada a queima no próprio local.

Na primeira área visitada, o minério era extraído em mina subterrânea em plano inclinado e, o desmonte, feito com explosivos. Foi realizado o experimento em parte do processo.

Na segunda área visitada observou-se que na MAPEO visitada o minério era obtido por cata manual do rejeito primário deixado pela antiga empresa que atuava na região. Utilizavam moinhos de martelo e placas amalgamadoras. A decomposição do amálgama era realizada no próprio local ou levado para casas de compra de ouro, mas a produção em quantidades muito pequenas, abaixo de 1g por garimpeiro por dia, caracterizou um sistema de garimpo para subsistência.

A segunda cooperativa visitada acolheu bem a equipe, inclusive cedendo acomodação e pernoite na própria sede. As condições eram satisfatórias, a princípio, mas pioraram demasiadamente, o que impediu a equipe de realizar o trabalho de campo no período planejado. No segundo dia faltou água e no terceiro dia faltaram água e luz. Ainda, ocorria um grande número de casos de malária na vila onde se localiza a sede da cooperativa.

Não há uma central de amalgamação e a decomposição térmica do amálgama era realizada a céu aberto. Houve uma tentativa de uso de retorta, mas visivelmente sem prática pelos garimpeiros. Por outro lado, um sistema para a recuperação do Hg onde eram utilizadas folhas vegetais pareceu mais comum à rotina local.

No estado o Hg é vendido por ambulantes ao preço de R\$ 1.500,00/kg. Na primeira área visitada a equipe acompanhou todo o processo e realizou o experimento. A lavra é subterrânea com sistema de *shaft*. O minério primário é moído, concentrado em pequenas calhas rifladas (“cochin”) e amalgamado no próprio local. Utilizam água de poço Amazonas. Na segunda área não foi possível realizar a visita à frente de lavra. Obtivemos respostas ao questionário e acompanhamos a queima de um amálgama.

iv. Estado da Bahia

No Estado da Bahia foram visitadas três áreas: duas pertencentes a cooperativas e uma ilegal. Verificou-se que os órgãos ambientais estaduais não dispõem de orientações locais próprias para os garimpeiros de ouro. A equipe foi acompanhada por um servidor do DNPM. A princípio os garimpeiros ficaram receosos com a chegada da equipe, porém, após conversa e explanação do projeto, os mesmos aceitaram colaborar de bom grado.

Nas MAPEO visitadas, o ouro é extraído de maneira artesanal e rudimentar, e em pequenas quantidades, caracterizando garimpo de subsistência. O minério primário é moído em moinho de martelo e direcionado para placas amalgamadoras, onde o amálgama é formado. A queima do amálgama é realizada a céu aberto.

v. Estado do Pará (segunda fase)

Os gestores que haviam permitido a visita da equipe alegaram imprevistos de ordem pessoal e apenas após uma série de novas reuniões e esclarecimentos sobre o projeto, se logrou receber autorização para acesso a uma draga, não frustrando o objetivo da expedição.

O acesso à draga visitada se deu por vias terrestre e fluvial. Nesta, a equipe permaneceu acomodada por dois dias e duas noites. As acomodações eram de boa qualidade, porém, o forte barulho aliado à trepidação incessante do local, exibiu as condições de desconforto vivenciadas no dia-a-dia do trabalho em uma draga.

O sedimento do rio é dragado e transportado até a superfície por sucção, sendo concentrado em calhas rifladas. A amalgamação é realizada em sistema aberto e a queima do amálgama é feita utilizando retorta.

vi. Estado de Rondônia

A visita técnica a áreas de MAPEO em Rondônia foi cancelada em função de acontecimentos violentos em Humaitá, cidade limítrofe a Porto Velho, com incêndio da sede do IBAMA e envolvendo garimpeiros de ouro e/ou madeireiros. Logo depois, recebemos a notícia do cancelamento da permissão anteriormente obtida para a visita a dragas no Rio Madeira. As instituições governamentais locais não conseguiram indicar nenhuma outra área e, sobretudo, se mostraram extremamente receosas de participar nas atividades de campo. Fomos desaconselhados de prosseguir com o programado e acolhemos tal orientação visando a segurança dos técnicos.

Assim, os dados relativos à MAPEO em Rondônia foram obtidos pela aplicação do questionário semiestruturado a gestores de MAPEO no Rio Madeira, durante o evento da Federação de Garimpeiros do Vale do Tapajós, no Distrito de Morais Almeida - Itaituba, PA.

b. Controle ambiental e gestão dos resíduos e efluentes contaminados com mercúrio

Nos garimpos visitados, em especial no estado do Mato Grosso, observou-se a utilização de diversos mecanismos de controle ambiental. Nas áreas visitadas onde há extração de minério secundário, há uma camada de solo estéril abaixo da qual se encontra o cascalho contendo ouro. Esta camada estéril pode variar de profundidade (<2m - 12m). Durante a remoção desta camada foi verificado que, em alguns garimpos, a camada orgânica (horizontes O+A do solo) é recolhida em pilhas para posterior uso durante o processo de recuperação ambiental, com replantio de vegetação.

De um modo geral a água utilizada no processo de beneficiamento é subterrânea. Após a abertura das cavas, estas são inundadas pelo lençol freático, sendo a água então

utilizada nos processos produtivos. Apenas em duas áreas visitadas observou-se o bombeamento da água de rio para utilização no beneficiamento do minério.

A utilização de cavas desativadas para o recebimento dos rejeitos das cavas que estão em atividade e/ou para a captação de água de maneira geral reduz a perda deste material para os corpos hídricos adjacentes. Contudo, em alguns locais visitados, devido à má construção destas barragens com taludes inadequados, foi verificado o transporte de grande quantidade de material para os corpos hídricos, causando o assoreamento destes. Além disso, o extravasamento do rejeito contendo grande proporção de material fino (argilominerais) quando descartado em áreas de floresta leva à morte a vegetação, devido à impermeabilização do solo.

Em algumas áreas de MAPEO visitadas, antigas cavas de mineração estão sendo utilizadas para o cultivo de peixes com espécies nativas.

No estado do Amapá uma das cooperativas visitadas construiu uma central de amalgamação, porém, foi informado que esta é pouco utilizada pelos cooperados. Construiu também uma barragem de rejeitos, mas segundo informações recebidas durante a visita técnica, sem obedecer a um projeto adequado. Na primeira frente de lavra visitada a amalgamação é realizada em sistema aberto, e não utiliza retorta para a decomposição térmica do amálgama. Utilizam piscina de despesca e estimam utilizar cerca de 100.000 L de água/dia.

Na segunda área visitada, nesta mesma cooperativa, o mercúrio é adicionado diretamente ao minério primário, no moinho, sem prévia concentração. O rejeito é acumulado na saída do moinho e é reprocessado.

É possível observar área urbana com moradias, onde os pátios e as ruas são inundados por uma polpa mineral, rejeito dos garimpos, em direção aos rios mais próximos. Estes, visivelmente com alta turbidez.

Na segunda cooperativa visitada, o processo de amalgamação também é realizado em sistema aberto e utiliza piscina de despesca com água corrente oriunda de um poço amazonas. A água da piscina deságua sem tratamento no corpo hídrico adjacente. A decomposição térmica do amálgama é realizada em sistema aberto e utilizam folhas para tentar recuperar o mercúrio.

No estado da Bahia, o amálgama é formado nas placas amalgamadoras que, após ativadas com grande quantidade de mercúrio, utilizam uma pequenas quantidades para sua manutenção. O rejeito, provavelmente contaminado com mercúrio, é vendido a outros garimpeiros. A decomposição do amálgama é realizada a céu aberto; não utilizam retorta nem capelas.

No garimpo em leito de rio, no Pará, o processo é basicamente a sucção de cascalho e areia (presente nos sedimentos) e água, enviados para calha concentradora. O minério secundário é concentrado primeiramente nesta calha de grandes dimensões e posteriormente, reconcentrado com o uso de elutriador e finalmente, amalgamado em sistema aberto. Não possui piscina de despesca e a água oriunda da amalgamação é contida em baldes e retorna para o rio. A decomposição térmica do amálgama é realizada em retorta. Impactos importantes ocorrem na alteração da profundidade da calha do rio,

desestruturação dos sedimentos e sobre a biota que vive nos sedimentos, sendo que o aumento da turbidez das águas fluviais é facilmente observável.

Conforme apresentado no Relatório Parcial 1, diversos estados possuem normativas próprias específicas à atividade de MAPEO. Nos outros estados são aplicadas as exigências genéricas a qualquer atividade de mineração, exigindo-se mecanismos de controle ambiental para Licença de Operação destes empreendimentos, conforme exigido na legislação federal (BRASIL, 1988; dentre outros). Na Tabela 3 são apresentados os requisitos dos estados do Pará, do Mato Grosso e Amazonas.

Tabela 3. Resumo de demanda legal de sistemas de controle ambiental específicos para MAPEO

Unidade da Federação	Sistema/equipamentos de controle ambiental
Mato Grosso – MT	<p>Sistema de retenção de rejeitos e de efluentes; efluente eventualmente liberado do sistema de rejeito para drenagem mediante enquadramento nos padrões do CONAMA 430/2011;</p> <p>Sistema de captação de água deve reaproveitar a água;</p> <p>Central de amalgamação com sistema de reaproveitamento de água e retenção de rejeitos contendo Hg, que devem ser mantidos em tanques coberto com lâmina de água mínima de 10 cm;</p> <p>Equipamentos exigidos: tambor amalgamador ou similar, tanque de bateamento e retorta;</p> <p>A queima do amálgama é obrigatória em retorta e em capelas, com exaustão, quando realizar purificação do ouro.</p>
Pará – PA	<p>A destinação dos rejeitos e dos resíduos decorrentes da atividade deverá atender a adequação em conformidade com o estabelecido pelo setor técnico competente, nos termos das normas técnicas e legais;</p> <p>É obrigatório o uso de sistema para contenção de sedimentos;</p> <p>É obrigatório o reflorestamento da área total do barranco explorado;</p> <p>Da lavra garimpeira em leito de rio com utilização de equipamentos flutuantes: As bombas utilizadas no equipamento deverão possuir, no máximo, especificação de 16”;</p> <p>O uso e o reaproveitamento de substância química deverão ocorrer em sistema de circuito fechado, com uso obrigatório da retorta.</p>
Amazonas - AM	<p>Fica proibida a atividade de lavra garimpeira de ouro com o uso do mercúrio em sistemas aquáticos com pH menor do que 5;</p> <p>O resíduo do material concentrado, após azogado (amalgamado) com a formação da mistura ouro-mercúrio, deve ser acondicionado em um recipiente específico, hermeticamente fechado;</p> <p>Obrigatoriedade de uso do retorta.</p>

FEMA/MT, 1997; SEMA/AM, 2012; SEMAS/PA, 2013 e SEMMA/PA,2015

No estado do Pará as MAPEO visitadas não possuíam sistema de gestão de resíduos contaminados por Hg. Também não havia local de armazenamento dos resíduos e tampouco havia rejeitos depositados próximos às piscinas de bateamento do amálgama, o que sugere um provável descarte do material diretamente no ambiente.

No Estado do Mato Grosso, por outro lado, todas as MAPEO visitadas possuíam tanques para estocagem dos resíduos contaminados. Em uma delas, o resíduo ficava armazenado em tambores plásticos, lacrados e estocados em um galpão fechado. Há interesse do

setor produtivo por tratamento de descontaminação dos resíduos, para que possam proceder ao descarte final.

De uma maneira geral, observou-se falta de zelo no manuseio de Hg, pois manuseiam o produto sem emprego de EPI (luvas, óculos, botas, etc.). Durante o processo de bateamento do amálgama os garimpeiros entram descalços e sem qualquer EPI nas piscinas e acabam por se banhar na água deste tanque de contenção de resíduo. Também foi observado o descarte inadequado da água presente no recipiente das retortas, sendo, muitas vezes, descartada no piso da CA ou mesmo no solo.

c. Balanço de massas de mercúrio nos processos produtivos da MAPEO e avaliação da eficiência dos sistemas de controle ambientais

Como já mostrado nas Tabelas 1 e 2, o questionário foi aplicado em 26 áreas de MAPEO. Deste total, 17 áreas foram visitadas, e em 14 áreas foram realizados também os experimentos, 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.

A preparação do trabalho de campo requereu intensa comunicação prévia com os responsáveis locais, sejam cooperativas, pessoa física, instituições governamentais e outras. Em alguns casos, a visita técnica parecia compreendida, mas em geral, com a nossa chegada e reuniões presenciais, era perceptível que havia uma série de equívocos no entendimento prévio. Em algumas áreas, por exemplo, embora tenha sido reiteradamente explicada, a contatos locais, a necessidade da execução do balanço metalúrgico do mercúrio *in situ*, e previamente garantida a sua realização, a realidade mostrou-se diferente do acordado, pois não foi possibilitada a execução do experimento. Dentre os motivos deste insucesso, destacam-se o não cumprimento de compromissos assumidos com esta equipe; a não disponibilização de transporte adequado conforme previamente combinado; a associação de compromissos com outras entidades na mesma expedição, com objetivos distintos e conflitantes. Assim, enquanto uma instituição buscava conversar rapidamente com o maior número de garimpeiros possível, a equipe técnica do CETEM objetivava executar o balanço de massas, aplicar um questionário razoavelmente extenso e observar o ambiente de trabalho e moradia, como forma de validar as informações recebidas via questionário, o que requeria maior permanência nas áreas. Há áreas de garimpos de ouro próximas (ou mesmo dentro) a áreas de proteção ambiental, sem Licença de Operação (LO) nem PLG; e seus gestores/responsáveis declaram estar em busca do processo de legalização.

É importante ressaltar que todos os experimentos de balanço de massas foram realizados durante o processo de produção rotineiro das MAPEO visitadas. Então, se por um lado, acompanhar o processo produtivo rotineiro garante a execução em consonância com o dia-a-dia, ou seja, o processo acompanhado na visita reflete os outros dias naquela área, por outro lado, muitos imprevistos aconteceram. A inserção das pesagens durante o trabalho normal dos garimpeiros foi sentido, em alguns momentos, e de certa forma, como um inconveniente ou estorvo. Porém, com o desenvolvimento dos trabalhos,

diversos garimpeiros se mostraram curiosos e interessados em conhecer a metodologia e os resultados do experimento.

Em geral o beneficiamento ocorre no fim da tarde ou início da noite, quando os garimpeiros se dirigem da lavra, onde já trabalharam todo o dia, abaixo de sol e/ou de chuva, para a fase de amalgamação do ouro e de destruição térmica (ou queima) do amálgama. Esta fase final necessita de atenção para que não se perca todo o dia de trabalho. Por esta razão, a receptividade e a boa vontade da equipe da MAPEO são fundamentais para que se possa realizar o experimento de balanço de massas. E, se nem sempre foi possível contar com isto, é possível afirmar que em muitas MAPEO a equipe do CETEM foi muito bem recebida e o experimento foi realizado com o apoio de todos os garimpeiros.

A Tabela 4 mostra as relações médias de Hg usado: Minério processado ou concentrado (Mp/c) e Hg usado: Au produzido e em função do tipo de minério (primário ou secundário) nas MAPEO estudadas e para as quais os mínimos dados necessários estão disponíveis. Como já mencionado, a maioria das MAPEO utiliza concentrado para amalgamação. Desta amostragem foi retirada a MAPEO 1 porque a informação oriunda de questionário da relação Hg usado: Mp/c se mostra ordens de grandeza acima de todas as demais.

Tabela 4. Médias e desvio padrão das relações encontradas para Hg usado: minério processado ou concentrado (Mp/c) (kg) e para Hg usado: Au produzido (kg) e em função do tipo de minério (primário ou secundário) nas MAPEO estudadas (n=número).

Amostragem	Relações	
	Hg usado: Mp/c	Hg usado: Au produzido
Geral	0,01±0,01 (22)	4,77±4,58 (23)
Minério Primário	0,005±0,10 (7)	5,80±4,70 (9)
Minério Secundário	0,01±0,007 (15)	3,88±4,46 (14)

A média da relação Hg usado: Mp/c indica que para cada tonelada de minério processado, cerca de 10kg de Hg são adicionados ao sistema. E há diferenças importantes, em função do tipo de minério. Para cada tonelada de minério primário processado são adicionados em média, 5 kg de Hg, metade do que ao minério secundário, ao qual são adicionados, em média, 10 kg.

Os valores da relação $Hg_{usado}:Au_{produzido}$ variaram de 0,17 a 18,75:1 ($\approx 0,2$ a 19:1; $n=23$), com média de 4,5 kg. Assim, quando analisada a relação Hg usado: Au produzido para cada quilo de ouro produzido, em média, 4,5kg quilos de Hg são inseridos no sistema. Para o minério primário é necessário cerca de 6 Kg e para o minério secundário, cerca de 4 kg.

Considerando-se que os dados provenientes da aplicação do questionário podem conter informações com algum viés intencional ou não, as mesmas relações de Hg usado: Mp/c e Hg usado: Au produzido foram calculadas apenas para resultados das MAPEO com experimentos realizados, considerados como de maior credibilidade. Os resultados são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5. Médias e desvio padrão das relações encontradas para Hg usado: Mp/c (kg) e para Hg usado: Au produzido (kg) e em função do tipo de minério (primário ou secundário) nas MAPEO com experimentos realizados (n=número).

Amostragem	Relações	
	Hg usado: Mp/c	Hg usado: Au produzido
Geral	0,005±0,008 (12)	4,82±4,45 (12)
Minério Primário	0,01±0,01 (6)	7,9±4,3 (6)
Minério Secundário	0,004±0,004 (6)	1,7±1,19 (6)

A média da relação Hg usado: Mp/c indica que para cada tonelada de minério processado ou concentrado, cerca de 5 kg de Hg são adicionados ao sistema. E há diferenças importantes, em função do tipo de minério. Para cada tonelada de Mp/c de minério primário são adicionados em média, 10 kg de Hg, cerca de 2,5 vezes mais do que ao minério secundário, ao qual são adicionados, em média, 4 kg.

Quando analisada a relação Hg usado: Au produzido, os resultados mostram que para cada quilo de ouro produzido, em média, 5 kg quilos de Hg são inseridos no sistema. Para as MAPEO que processam minério secundário (n = 6), a razão varia de 0,97 a 3,47;1, com uma média de 1,7 ou aproximadamente 2. Para as MAPEO que processam ouro primário e onde foi possível realizar os cálculos (n = 6; MAPEO 19 não tem resultado), a razão varia de 1,80 a 14,29:1, com média de 7,9, ou aproximada de 8. Portanto, para o minério primário esta relação é de aproximadamente 4 vezes maior do que a razão apresentada pelo minério secundário, em torno de 2:1.

Comparando-se os resultados da amostragem ampla (n=22) com os oriundos dos experimentos (n=12), a relação Hg usado: Mp/c mostrou-se entre 10 e 5 kg por tonelada de Mp/c, respectivamente. Quando avaliados o tipo de minério, houve uma inversão. Nos experimentos, o minério primário consome cerca de quatro vezes mais Hg do que o minério secundário.

A relação Hg usado: Au produzido foi similar em ambas as amostragens, em torno de 5:1, sendo que nos experimentos a diferença se mostrou mais clara e acentuada em função do tipo de minério: o minério primário consome cerca de quatro vezes mais Hg (relação 8:1) do que o minério secundário (relação 2:1).

De acordo com os garimpeiros, atualmente, devido ao elevado custo do Hg (1 kg de Hg ≈ 7 - 10 g de Au), existe uma preocupação em reduzir as perdas e aumentar a recuperação deste metal durante o processo de produção de ouro. Por esta razão, é rotineira a prática da filtragem do amálgama. Foi informado pelos gestores que a filtragem recupera, em média, cerca de 70% do mercúrio inicialmente utilizado no processo. Das 26 MAPEO estudadas, 16 MAPEO informaram recuperação por filtragem, em média de aproximadamente 60%.

Na Tabela 6 são organizados os dados oriundos dos resultados dos experimentos realizados (n=14). Os dados se referem ao tipo de minério (secundário, primário ou rejeito de secundário), à massa de mercúrio inicial adicionada ao processo, à quantidade de

ouro produzida, à proporção de $Hg_{\text{usado}}:Au_{\text{produzido}}$ e às estimativas de recuperação e de perda de Hg.

Consideramos que os dados são tem maior credibilidade quando oriundos dos experimentos. Por isto também foi calculada a estimativa de perda de Hg para o meio ambiente pela filtração apenas para os resultados dos experimentos.

Na Tabela 6 é mostrada a massa de mercúrio recuperada na filtração do amálgama em pano, durante os experimentos. A MAPEO 13 não realiza filtração e as MAPEO 19, 21 e 24 mostraram recuperação nula com a filtração. Retiradas da amostragem, a recuperação varia de 33 a 89%, com uma média em torno de 65% ($n = 10$), tanto para minério primário quanto secundário, corroborando com a informação recebida. Considerando estas MAPEO ($n=13$), a média decresce para 49,61% de recuperação. De qualquer forma, a prática da filtração é um dado extremamente importante porque tem como consequência uma significativa recuperação de mercúrio durante o processo de amalgamação. É preciso ressaltar que as MAPEO 19, 21 e 24 produzem uma quantidade de ouro irrisória quando comparadas às demais. Por esta razão, para cálculos e estimativas sugere-se o uso de uma recuperação de Hg pela filtração, de 50%.

A partir de dados da massa do amálgama e da quantidade de ouro produzida é possível estimar a relação de ouro e de mercúrio presentes no amálgama. A média do percentual de Hg na massa do amálgama resultou 39,46%, ($n=13$). Para o minério primário esta relação tem média de 45,5% ($n=6$). Para o minério secundário a média é de 38,28% ($n=7$). Sugere-se que cerca de 50% da massa do amálgama seja considerada massa de mercúrio, para efeito de cálculos e estimativas. Para esta relação pode-se observar também a proporção estimada da massa de mercúrio e de ouro no amálgama. Esta variou de 0,21 a 1,28:1 ($n = 14$), com média de 0,77. Para o minério primário esta relação variou de 0,4 a 1,3 ($n=6$), com média de 0,9:1. Para o minério secundário, a relação variou de 0,2 a 0,7 ($n=7$), com média de 0,5:1. Estes dados evidenciam alguma diferença nas massas de mercúrio e ouro formando amálgamas a partir de minério primário ou secundário, sendo mais rico em mercúrio os oriundos do minério primário. Entretanto, para cálculos e estimativas preliminares, sugere-se que a relação 1:1 seja utilizada.

Importante perceber que a diferença entre a massa inicial de Hg no sistema e a soma das massas de mercúrio recuperada na filtração e presente no amálgama, indica a potencial perda de Hg para o meio ambiente, em especial, diretamente para os solos, águas fluviais e sedimentos e/ou rejeitos, que podem ser ou não, contidos em bacias de contenção de rejeitos ou piscinas, como as observadas em CA de MAPEO visitadas no estado do MT.

Para a avaliação desta perda para águas, solos e sedimentos ou rejeitos (contidos ou não), a média do percentual em cada MAPEO de massa perdida de Hg em relação à massa inicial no sistema resultou em 15,24% ($n=12$), sendo que para efeito de cálculos sugere-se utilizar 15%. Quando separadas as MAPEO por produção de ouro, para as que mostram maior produção, de 39 g a 500 g de ouro/dia, esta percentagem decresce para 1,7%, sugerindo-se utilizar 2% ($n = 8$). Para as MAPEO com baixa produção, de 1g a 2 g de ouro/dia, a perda atinge cerca de 30% ($n = 6$). Em uma (1) MAPEO (13) a massa resultou negativa, sendo assumido como sem perda. Isto pode ter ocorrido em função da baixa precisão da balança para a pequena quantidade de Hg inicial (0,027kg), sendo uma ordem de grandeza abaixo das massas iniciais de Hg das demais MAPEO, pesadas no mesmo tipo de balança.

Deve-se ressaltar, entretanto, que especialmente as MAPEO do MT, as quais fazem parte e são maioria das que produzem mais de 100 g/dia, a massa de Hg potencialmente perdida durante o processo de amalgamação não é liberada diretamente para solos, águas e sedimentos, mas contida nas bacias de contenção e/ou nas piscinas existentes nas CA. Assim, é provável que não possa ser considerada uma perda. Foi informado que periodicamente estas bacias ou piscinas são limpas, com recuperação de ouro e de mercúrio, que retorna ao processo.

A partir da estimativa de massa de Hg presente no amálgama e da quantidade de Hg recuperado pelos sistemas de controle, é possível avaliar sua recuperação durante este processo, a eficiência dos sistemas de controle e, finalmente, estimar a emissão de Hg diretamente para a atmosfera. Na Tabela 6 pode-se observar a massa de mercúrio recuperada proveniente do amálgama com o uso de capela ou de retorta.

Dos 14 experimentos realizados, quatro utilizaram capelas e três utilizaram retortas; dois utilizaram folhas vegetais e cinco realizam a decomposição térmica do amálgama sem nenhum tipo de controle ambiental. As MAPEO que utilizam capela, em geral, fundem o ouro, enquanto as que utilizam retorta, folhas vegetais ou nenhum tipo de equipamento na decomposição térmica do amálgama, produzem o ouro esponja para depois o fundirem, tanto em áreas das próprias MAPEO quanto em casas de compra de ouro.

As capelas possuem um sistema de recuperação de Hg em tambores com água. Algumas também possuem *spray* de água para condensação de vapores, sendo informado que a eficiência de recuperação de Hg presente no amálgama é de cerca de 70%, podendo chegar a 90-95%. Os gestores de MAPEO informaram que, na limpeza da tubulação e dos tanques, também se recupera Hg, que é utilizado posteriormente nos processos de amalgamação.

Não foi possível avaliar experimentalmente a eficiência das capelas nem nas áreas de MAPEO nem nas DTVMs visitadas, pois, para tanto, é necessário conhecer os detalhes construtivos da capela e associá-los às concentrações de mercúrio na exaustão da mesma. Assim, foi assumida a eficiência de 70% para efeito de cálculos e estimativas.

A avaliação da eficiência das retortas, realizada em campo, não é trivial. Foram realizados três experimentos com retortas, nas MAPEO 9, 13 e 26. Na MAPEO 9 não houve limpeza prévia da canalização da retorta. O gestor informou que cerca de 60 a 70 g de mercúrio permanecem nas canalizações, e, por isto, esta massa foi descontada da massa aferida de mercúrio recuperado no recipiente da retorta. Na MAPEO 13 tomou-se o cuidado para que tal limpeza prévia fosse realizada (com queima na retorta antes de ser utilizada), porém, ao final do experimento, foi adicionada uma massa de mercúrio recuperada por outra retorta. Assim, a eficiência calculada para a retorta da MAPEO 9 foi assumida também para a MAPEO 13, uma vez que ambas utilizam o mesmo tipo de retorta. Já, para a MAPEO 26, a eficiência da retorta, de modelo distinto das citadas, atingiu 51% de eficiência. Fabricantes de retortas informam uma eficiência de 95%, o que é corroborado pela literatura (DNPM, 1995), mas a média de eficiência das retortas estudadas nos presentes experimentos resultou em 80%. Em ensaio laboratorial, a eficiência de retorta similar resultou também em cerca de 80% (SOUZA & CASTILHOS, 2016). Assim, pode-se sugerir uma eficiência em torno de 80%, para efeito de cálculos e estimativas.

Tabela 6. Síntese de dados do balanço de massas de mercúrio nos processos de MAPEO com base nos experimentos realizados, evidenciando o tipo de minério, as massas de mercúrio (inicial, recuperadas e perdida para a atmosfera e meio ambiente), as relações Hg: Au (usado: produzido; no amálgama e perdido: produzido), o tipo e a eficiência do controle ambiental.

MAPEO	Minério	M _{Hg} inicial (kg)	Au produzido (kg)	Hg _{usado} : Au _{produzido}	FILTRAGEM		AMÁLGAMA			CONTROLE AMBIENTAL E PERDA PARA A ATMOSFERA				M _{Hg} REC 1+2 (kg)	PERDA TOTAL PARA O AMBIENTE		
					M _{Hg} REC1 (kg)	% REC	Peso (kg)	M _{Hg} (kg)	Relação Hg: Au	Tipo	EFC%	M _{Hg} REC2 (kg)	M _{Hg} Atm (kg)		M _{Hg}	%	Relação Hg: Au
8	S	0,193	0,200	0,97: 1	0,077	40	0,346	0,116	0,5:1	C	70	0,08	0,036	0,158	0,036	18	0,17:1
9	S	0,263	0,212	1,24: 1	0,145	55	0,352	0,112	0,5:1	R	98	0,11	0,002	0,256	0,007	3	0,03:1
10	S	0,354	0,102	3,47: 1	0,294	83	0,153	0,051	0,5:1	C	70	0,04	0,011	0,330	0,024	7	0,24:1
11	S	0,464	0,174	2,67: 1	0,362	78	0,268	0,094	0,5:1	C	70	0,07	0,024	0,428	0,036	8	0,21:1
12	P	0,367	0,039	9,29: 1	0,320	87	0,080	0,041	1,1:1	C	70	0,03	0,011	0,348	0,019	5	0,49:1
13	RS	0,027	0,158	0,17 : 1	0	0	0,193	0,0345	0,2:1	R	98	0,03	0,0045	0,027	0,000	0	-
18	P	4,605	0,458	10:1	4,087	89	0,726	0,268	0,6:1	N	0	0	0,268	4,087	0,518	11	1,13:1
19	P	-	0,0005**	-	0,0	0	0,001	0,0005**	1:1	N	0	0	0,0005	-	0,0005	-	-
20	P	0,010	0,0007	14,29:1	0,008	80	0,0016	0,0009	1,3:1	F	0	0	0,0009	0,008	0,002	20	2,86:1
21	S	-	0,0065	-	0,0	0	0,0093	0,0028	0,4:1	F	36	0,001	0,0018	0,001	0,0018	-	-
23	P	0,0036*	0,0005	7,20:1	0,0012	33	0,0007	0,0002	0,4:1	N	0	0	0,0002	0,0012	0,0024	67	4,80:1
24	P	0,0036*	0,002	1,80:1	0,0	0	0,0032	0,0012	0,6:1	N	0	0	0,0012	0,0	0,0036	100	1,80:1
25	P	0,0036*	0,0007	5,14:1	0,0016	44	0,0016	0,0009	1,3:1	N	0	0	0,0009	0,0016	0,002	56	2,86:1
26	S	0,31	0,1908	1,62:1	0,175	56	0,3272	0,1364	0,7:1	R	51	0,07	0,0664	0,242	0,068	22	0,36:1

Obs.: S = secundário; P = primário; RS = rejeito de secundário; M_{Hg} = massa de mercúrio; M_{Hg REC1} = massa de mercúrio recuperado na filtragem; NF = não filtra; % REC = percentual de recuperação de Hg na filtragem; * estimado por número de gotas; ** estimado; C = capela; R = retorta; F = folha; N = Nenhum; EFC% = eficiência de recuperação de mercúrio; M_{Hg REC2} = massa de mercúrio recuperado na capela/retorta/folha; M_{Hg REC 1+2} = massa de mercúrio recuperado total; - = sem informação.

Como já mencionado, considerando-se a eficiência das capelas e das retortas, e/ou a massa de Hg recuperada nos experimentos pode-se estimar as potenciais perdas diretas para a atmosfera. Ela será a diferença entre a massa de Hg presente no amálgama e a massa de Hg recuperada nos sistemas de controle. A massa de Hg emitida para a atmosfera durante a decomposição térmica do amálgama ($M_{Hg_{Atm}}$) em cada MAPEO estão na Tabela 6. O percentual de massa de Hg emitida diretamente para a atmosfera em relação à massa de Hg inicial varia de 0,17 a 33%, com média de 13%. Para cálculos e estimativas sugere-se utilizar 15%. Para os maiores produtores, o percentual médio é de aproximadamente 10%, enquanto para os menores produtores, o percentual médio é de aproximadamente 20%.

A massa de Hg recuperada do amálgama com o uso de capela ou de retorta ou folhas vegetais, somada à recuperada pela filtragem, representa o total de Hg recuperado. A média de massa recuperada total nas MAPEO foi de aproximadamente 70% da massa inicial de Hg adicionada ao sistema. A perda, por sua vez, compõe 30% da massa inicial.

A diferença entre a massa de mercúrio inicial e o total de mercúrio recuperado representa a fração perdida de mercúrio para o meio ambiente. Conforme já mencionado, esta massa total de Hg perdida compreende: 1) a massa perdida potencialmente para, solos, águas, sedimentos ou rejeitos contidos ou não em bacias de contenção de rejeitos e, 2) a massa perdida diretamente para a atmosfera.

O percentual de mercúrio perdido, em relação à massa inicial, variou de 0 a 100%, com média de 26,1% ($n = 12$). Para efeito de cálculos e estimativas, sugere-se utilizar 30%. Para o minério primário, o percentual de mercúrio perdido variou de 5 a 100%, com média de 43% ($n = 6$). Para efeito de cálculos e estimativas sugere-se utilizar uma média de 45%. Para o minério secundário, o percentual de mercúrio perdido variou de 0 a 22%, com média de 9,77 ($n = 6$). Para efeito de cálculos e estimativas sugere-se utilizar uma média de 10%. Quando esta comparação é feita considerando a escala de produção de ouro, os maiores produtores perdem em torno de 10% da massa inicial de Hg adicionada ao sistema, enquanto os pequenos produtores, que neste experimento predominantemente exploram minério primário, perdem em torno de 45%.

Há informações na literatura de que o ouro esponja (“*doré*”) retém de 1 a 5% de Hg e que, posteriormente, este é emitido durante a fundição do ouro. Em três MAPEO visitadas ocorre o processo de pirólise para purificação do ouro com emprego de maçarico ($GLP+O_2$) e tetraborato de sódio. Destas, duas utilizam a mesma capela com sistema de recuperação de Hg empregada na decomposição térmica do ouro esponja, e uma não utiliza qualquer sistema de controle, sendo o ouro esponja fundido em uma frigideira.

O ouro pode ser fundido também em lojas de compra de ouro (DTVMs). Segundo levantamento realizado pela equipe técnica, em duas lojas no MT, os processos de pirólise eram realizados em capelas com sistema de recuperação de Hg, semelhantes às encontradas nas MAPEO. Em Itaituba-PA, a loja visitada também utiliza capela nos mesmos moldes. No AP, das duas lojas visitadas, uma utilizava uma capela com sistema de recuperação e outra, instalada em uma garagem de residência, ainda com moradores,

e vizinha a uma escola de nível fundamental, utilizava um sistema bastante rudimentar com tonéis, tendo a saída de gases voltada para área externa em direção à escola.

Estimativa preliminar de fatores de emissão

A massa total de Hg perdida compreende: 1) a massa perdida potencialmente 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 relação Hg usado: Au produzido foi similar na amostragem geral e nos experimentos, em torno de 5:1. Nos experimentos a diferença da 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 prática da filtragem é rotineira e tem como consequência uma significativa recuperação de mercúrio durante o processo de amalgamação, em torno de 50%.

A estimativa média do percentual em cada MAPEO de massa perdida (para solos, águas, sedimentos ou rejeitos contidos ou não em bacias de contenção de rejeitos) em relação à massa inicial de Hg no sistema resultou em cerca de 15%. Quando separadas as MAPEO que mostram maior produção, de 39 g a 500 g de ouro/dia, a percentagem decresce significativamente, sugerindo-se utilizar 2%. Para as MAPEO com baixa produção, de 1g a 2 g de ouro/dia, o percentual atinge aproximadamente 30%. Isto pode estar indicando as melhorias nos processos nas MAPEO de maior produção.

A média do percentual de massa de Hg emitida diretamente para a atmosfera em relação à massa de Hg inicial resultou em 13%. Para cálculos e estimativas sugere-se utilizar 15%. Para os maiores produtores, o percentual médio é de aproximadamente 10%, enquanto para os menores produtores, o percentual médio é de aproximadamente o dobro, atingindo 20%.

A massa de Hg recuperada do amálgama com o uso de capela ou de retorta ou folhas vegetais, somada à recuperada pela filtragem, representa o total de Hg recuperado. A média de massa recuperada total nas MAPEO foi de aproximadamente 70% da massa inicial de Hg adicionada ao sistema. A perda, por sua vez, compõe 30% da massa inicial.

O percentual de mercúrio perdido total em relação à massa inicial variou de 0 a 100%, com média de 26,1% (n = 12). Para efeito de cálculos e estimativas, sugere-se utilizar 30%. Para o minério primário, o percentual de mercúrio perdido variou de 5 a 100%, com média de 43% (n = 6). Para efeito de cálculos e estimativas sugere-se utilizar uma média de 45%. Para o minério secundário, o percentual de mercúrio perdido variou de 0 a 22%, com média de 9,77 (n = 6). Para efeito de cálculos e estimativas sugere-se utilizar uma média de 10%. Quando esta comparação é feita considerando a escala de produção de ouro, os resultados são similares: os maiores produtores perdem em torno de 10% da massa inicial de Hg adicionada ao sistema, enquanto os pequenos produtores, que neste experimento predominantemente exploram minério primário, perdem em torno de 45%.

A partir destas relações serão sugeridos os fatores de perda de Hg para solos, águas e sedimentos e/ou rejeitos, contidos ou não, em bacias de contenção e de fatores de emissão de mercúrio, diretamente para a atmosfera, a partir da decomposição térmica do amalgama. Estes fatores serão utilizados para compor os cenários de emissão de Hg para a atmosfera a partir da MAPEO no Brasil.

Por outro lado, a aparência das retortas das MAPEO visitadas no Pará (Primeira fase) indica que são pouco utilizadas, sugerindo, desta forma, um fator de 100% de perda de mercúrio presente no amálgama para a atmosfera.

Tais estimativas devem ser consideradas como preliminares, conforme assumido neste trabalho de avaliação inicial de emissões de mercúrio a partir de garimpos de ouro no Brasil.

Teores de mercúrio na atmosfera

Os teores de mercúrio na atmosfera foram monitorados durante as atividades descritas, em especial durante os processos de amalgamação e de queima nas centrais de amalgamação ou ao ar livre, em visitas às casas de compra (DTVMs ou não) de ouro e em área urbana. O período de tempo, as médias e o desvio padrão dos teores de mercúrio na atmosfera obtidos neste estudo são mostrados na Tabela 5.

Tabela 1. Teores de mercúrio na atmosfera durante as atividades nas MAPEO em distintas localidades

UF	MAPEO/ Localidade	Atividade	Tempo (min)	Hg na atmosfera média ± dp (ng/m ³)
AP	18	Durante a decomposição química do amálgama em área aberta	12	6.602±1889
		Dentro da residência, pesando o ouro esponja	5	6.186±1766
	Em loja de compra de ouro/ Área urbana	Queima em capela e pós-queima	40	184.835±35.639
	19	Área de moinhos e placa amalgamadora, sem queima	30	983±440
	Em sala com capela, para a decomposição de amálgama	Sem atividade de queima, exaustor ligado	5	49.422±11.288
	Loja de compra de ouro/área urbana, ao lado de uma escola de ensino fundamental	Sem atividade de queima	5	~60.000
	Sala de estar de residência ao lado da loja acima	Moradores assistindo TV	5	~50.000
BA	Área de serviço	Moinhos e placa amalgamadora	10	3.315±4.286
	Ambiente aberto	Queima do amálgama, sem sistema de controle	7	9.568±6.947
MT	Peixoto de Azevedo/ Área urbana		99	156 ±103
	Matupá/ Área urbana		30	2 ±1
	Dentro de uma sede de cooperativa*/ Área urbana de Peixoto de Azevedo		30	300 (mediana)
	8	Apenas durante o processo de amalgamação	27,5	16.531±8.233
	9	Durante a queima do amálgama	10	128.329±74912
	Casa de compra 1	Durante a fundição de ouro	32	950±363
	Casa de compra 2- sala 1	No ambiente interno, sem fundição de ouro esponja	3,5	48.971±12.916
		Durante a fundição de ouro	24,5	120.098±65.335
	Casa de compra 2-sala 2**	Sem queima de amálgama nem fundição de ouro	5	>200.000
	CA -10, 11, 12 Primeiro dia	Durante a queima do amálgama	104	38.086 ±29.917
	CA- 10, 11 e 12 Segundo dia	Durante a queima do amálgama	54	116.698±38.512
CA- 13	Durante a queima do amálgama	65	195.358±50.721	
PA	Itaituba/Distrito Morais Almeida/ Área urbana		78	14 ±34
	Itaituba sede	Durante a manha	22	158±85
	3	Próximo ao refeitório	39,5	80 ±30
	Loja de compra de ouro	Sala interna de reunião	40	638±242
		Subsolo, área interna, antiga refinaria	16	803±134
	26	Quarto de dormir	6	634±101
Durante a queima do amálgama		30	62.496±76.673	

Obs.: dp = desvio padrão; CA = central de amalgamação; *localizada ao lado de uma loja de compra de ouro; **onde há uma capela para queima de amálgama, além de fundição de ouro, integrada à capela da sala 1.

Na área urbana de Matupá foram observados teores de mercúrio na faixa de 1 a 2 ng m⁻³, considerados valores basais, encontrados em áreas rurais com baixa intensidade de poluição. Há incremento de uma ordem de grandeza nestes teores, no Distrito de Morais Almeida, atingindo média > 100 ng m⁻³ na área urbana de Peixoto de Azevedo, município sede de várias lojas de compra de ouro em sua zona central.

Limites de 1.000 ng m⁻³ são estabelecidos para exposição do público em geral, segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS. Entretanto, a Agência de Proteção Ambiental Americana - USEPA sugere uma concentração de referência (RfC) para Hg⁰ na atmosfera mais baixa, de 300 ng m⁻³ para a exposição ambiental crônica, por toda a vida, para a população em geral (USEPA, 1997). Abaixo desta concentração não é esperado o aparecimento de efeitos adversos na população humana, incluindo grupos sensíveis. Porém, estudos recentes sugerem que essa concentração de referência deve ser ainda menor para evitar efeitos adversos em sujeitos também expostos ocupacionalmente.

Embora não sejam indicadas no “Toolkit” como importantes fontes de mercúrio para a atmosfera, duas casas de compra de ouro (DTVMs), ambas com sistemas de exaustão instalados, foram visitadas e tiveram as concentrações de mercúrio no ar medidas. Os teores de mercúrio em ambas variaram ordens de grandeza entre si, tanto nos níveis de base quanto durante a fundição do ouro esponja. Na loja de compra de ouro 2, o sistema de exaustão interliga 02 capelas existentes em distintas salas. Na sala 1, durante a fundição do ouro, os teores de mercúrio atingiram valores > 200.000 ng m⁻³, por cerca de 3 minutos. Após a fundição, em geral, a capela é desligada imediatamente, mas foi solicitado aos responsáveis que a mesma permanecesse ligada na tentativa de decrescer os teores de Hg na atmosfera local. Mesmo assim, os teores se mantiveram acima de 100.000 ng m⁻³ por cerca de 10 minutos. Após este período começou a decrescer até atingir teores de 40.000 ng m⁻³, que se mantiveram por mais 15 - 20 minutos, quando novamente voltaram a decrescer lentamente. Deve-se considerar que foi realizada a fundição de ouro esponja de apenas um cliente, o que não é corrente na prática diária, pois diversos clientes procuram a loja de compra de ouro durante o horário comercial.

Foi informado que a sala 2 da loja 2 é também utilizada para a decomposição térmica de amálgama de MAPEO de clientes especiais. Nesta sala, os teores de mercúrio se mostraram extremamente altos e persistentes (> 220.000 ng m⁻³). Nenhuma pessoa utilizava EPI, como máscaras com filtros para mercúrio. Estes altos teores aparentemente são estáveis ao longo do tempo, uma vez que também foram obtidos no momento de reabertura da loja (segunda-feira, às 6 h da manhã) após a mesma ter permanecido fechada por aproximadamente 48 h. Esta situação indica uma potencial exposição também do pessoal da segurança (vigia), que permanece no interior da loja por cerca de 8 h, e do pessoal de limpeza, ambos encontrados na abertura da loja. Por outro lado, não parece ser prática das casas de compra de ouro realizar decomposição térmica de amálgama, o que poderia ser considerado um caso especial.

Comparando-se os teores médios observados nos processos de amalgamação, na MAPEO 8 e durante a decomposição do amálgama na MAPEO 9, fica claro que o processo de decomposição do amálgama é o responsável pelos maiores valores encontrados, atingindo uma ordem de grandeza acima do observado na MAPEO 8, durante a amalgamação.

Os teores médios de mercúrio na atmosfera de 80 ng m^{-3} na MAPEO 3 devem ser analisados com cautela, uma vez que esta MAPEO se encontrava em fase de início dos trabalhos, sem atividade de amalgamação nem de decomposição térmica. Por esta razão é provável que tais teores aumentem com o início da produção de ouro.

Em relação aos teores de mercúrio na atmosfera observados na central de amalgamação compartilhada das MAPEO 10, 11 e 12, nota-se que, com o passar do tempo, os sistemas de controle ambientais parecem se saturar, resultando em maiores teores de mercúrio na atmosfera. Isto pode significar que tenha havido limpeza dos sistemas previamente à visita agendada. Entretanto, as condições rotineiras foram observadas já no segundo dia de monitoramento, pois houve, pelo menos, 04 decomposições de amálgama durante a visita técnica. A capela é localizada em área de alvenaria, em espaço aberto.

Deve-se ressaltar que na central de amalgamação da MAPEO 13, duas retortas são mantidas dentro de uma sala de alvenaria, fechada, com pouca circulação de ar e pequenas janelas localizadas apenas na parte superior das paredes. Os teores de Hg atingiram valores $> 200.000 \text{ ng m}^{-3}$ por cerca de 30 minutos neste local. Por outro lado, tais valores são também observados durante o processo de decomposição térmica do amálgama, mesmo com o uso de retorta e ao ar livre, como na MAPEO 26.

Em termos gerais, pode-se dizer que durante a decomposição térmica do amálgama, em retorta ou em capela, os teores de mercúrio atingem valores superiores a $220.000 \text{ ng m}^{-3}$ no ar. Tais teores são intermitentes, ou seja, ocorrem dentro de curtos intervalos (de poucos minutos a até meia hora), mas podem ter alta frequência durante o período diurno de trabalho. A exposição aos vapores de Hg, em alguns locais, é semanal, enquanto que em outros, é diária e se repete ao longo do dia. Estas situações podem representar riscos de exposição ocupacional.

No Brasil, a NR 15 indica valores máximos permitidos de 40.000 ng m^{-3} para exposição ocupacional (8 h/dia e 40 h/semana). A Organização Mundial da Saúde – OMS recomenda o valor de 25.000 ng m^{-3} para exposição ocupacional, considerada como concentração média ponderada no tempo para uma semana de trabalho de 8 h/dia e 40 h/semana, ao qual quase todos os trabalhadores podem ser repetidamente expostos, sem aparecimento de efeito adverso.

É importante indicar a necessidade da utilização de equipamentos que analisem teores mais altos do que o limite máximo de detecção do equipamento Lumex utilizado neste trabalho, que foi de $200.000 \text{ ng m}^{-3}$, e que representa 05 vezes mais o valor máximo permitido pela NR 15.

VII. CONCLUSÕES

Em relação à procedência do Hg utilizado nas MAPEO de Mato Grosso e do Pará, 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 mostrado, no Relatório Parcial 1, a facilidade para a aquisição de Hg em sites da internet. O preço do Hg varia de R\$ 600,00/kg (informado na 2ª campanha ao Estado do Pará) até R\$ 1.200,00/kg, no Amapá.

A relação Hg usado: Au produzido mostra diferença em função do tipo de minério, sendo que o minério primário consome cerca de quatro vezes mais Hg (relação 8:1) do que o minério secundário (relação 2:1).

Em termos gerais, os resultados sugerem que 70% do mercúrio é sequestrado com a filtragem e com o uso de controles para abatimento da emissão de mercúrio para a atmosfera, como as capelas e retortas.

E 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.

Esta perda mostra-se distinta em função do tipo de minério, mas também da escala de produção. Assim, para o minério primário, o percentual médio de perda pode ser estimado em 45% e para o minério secundário, 10%. Quando esta comparação é feita considerando a escala de produção de ouro, os resultados são similares: os maiores produtores perdem em torno de 10% da massa inicial de Hg adicionada ao sistema, enquanto os pequenos produtores, que neste experimento predominantemente exploram minério primário, perdem em torno de 45%.

Importante será verificar a carga final de liberações e emissões atmosféricas de Hg, em função da diferença da produção de ouro.

Apesar das retortas e/ou capelas estarem presentes e em geral, serem utilizadas nas centrais de amalgamação, imprimindo significativo abatimento das emissões, os teores de mercúrio na atmosfera atingem altos valores, especialmente durante a queima do amálgama, superando o limite máximo de quantificação do equipamento utilizado (Espectrofotômetro de absorção atômica, marca Lumex), de $220 \mu\text{g m}^{-3}$. Entretanto, tais teores são intermitentes, elevando-se rapidamente durante a decomposição térmica do amálgama e retornando, ainda que mais lentamente, a teores mais baixos dentro de minutos ou poucas horas, dependendo, também das características construtivas da CA.

Este 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 e, por isto, o monitoramento deve ser realizado com maior frequência temporal de forma a conhecer o padrão de exposição desta população de garimpeiros.

Adicionalmente, em algumas áreas, os gestores ou as pessoas que realizam a queima do amálgama utilizaram máscaras de proteção para agrotóxicos durante a queima, não apropriadas para a proteção ao mercúrio na atmosfera.

Nossos resultados indicam também a necessidade de se monitorar os teores de mercúrio na atmosfera destes ambientes com equipamentos de espectro mais amplo de concentração, que permitam medir teores acima de $220 \mu\text{g m}^{-3}$.

Finalmente, é importante ressaltar que há carência 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 bastante interessada.

Nesta pesquisa foi possível observar que há real interesse dos proprietários das lojas, gestores e garimpeiros no que diz respeito:

- A receber orientações técnicas para melhoria de processos e para proteção ocupacional (máscaras, filtros, etc.);
- A aquisição de inovações que permitam a continuidade da atividade sem o uso do mercúrio e que possam recuperar principalmente o ouro muito fino, que se acredita ainda permanecer nos rejeitos;
- A aplicar métodos para a limpeza dos rejeitos armazenados de modo que não se perpetue sua guarda nas áreas de MAPEO.

A execução do projeto teve visibilidade nos municípios visitados e foi divulgado em revistas especializadas em mineração. Em consequência, recebemos informações de empresas nacionais sobre novas tecnologias para garimpos de ouro. Após ler sobre o projeto na Revista Brasil Mineral, uma empresa que produz equipamentos para processamento de ouro informou que desenvolveu e patenteou um “Sistema para Lixiviação de Ouro sob Pressão”. Segundo as informações, este sistema trabalha com cianeto em circuito fechado, eliminando os sistemas de carvão em polpa (CIP) e carvão em lixiviação (CIL), e pode ser utilizado em pequenas, médias e grandes mineradoras. Outra empresa, que trabalha com equipamentos para mineração e dragagem, leu sobre o projeto na revista Saneamento e entrou em contato por e-mail. Informou que comercializa equipamentos especialmente para pequenos e médios produtores. A empresa quer colaborar para o desenvolvimento de uma planta que recupere o ouro sem a utilização de mercúrio. Ainda, em visita à Santa Luz, na Bahia, nos foi informado sobre um sistema de células de flotação que reutiliza água e usa óleo vegetal (“densolitroador”) e que existe um projeto piloto feito com garrafas pet.

Um dos maiores problemas enfrentados pela equipe técnica para a execução deste projeto relaciona-se à segurança física, em especial, no transporte rodoviário, onde a qualidade das estradas é precária e o excesso de velocidade, uma prática.

VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Importante ressaltar que a pequena mineração de ouro é um setor extremamente heterogêneo, mesmo abrigado sob uma mesma denominação. Apresenta-se múltiplo e díspar, desde a escala de produção, tipo de equipamentos, eficiência e qualidade de manutenção destes equipamentos, etc. Esperamos que esta avaliação inicial possa lançar luz sobre tais características, ainda que, paralelamente, não prescindamos de balizar o entendimento da atividade e seu impacto nas emissões de mercúrio sob um aspecto generalista.

A quantidade de mercúrio perdida por grama de ouro produzido decresceu significativamente se comparada ao estimado nas décadas de 90 e até de 2000, pois se considerava liberado para o meio ambiente a mesma relação de Hg usado: Au produzido.. Ao se comparar os resultados atuais da recuperação de Hg com os obtidos em trabalhos das décadas anteriores (CASTILHOS *et al.*, 2017) observa-se uma maior recuperação do metal atualmente. Ainda, segundo o DNPM (1995), o Hg era também adicionado antes ou durante a etapa de concentração do minério, nas calhas rifladas ou até mesmo nos solos, antes da concentração do minério, o que acarretava importante perda de Hg para o meio ambiente, tanto para águas naturais, sedimentos e solos quanto para a atmosfera.

Por outro lado, os altos teores de mercúrio na atmosfera 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, ainda, deve-se considerar as informações obtidas nas MAPEO visitadas no Pará, nas quais o fator de perda de mercúrio provavelmente é maior.

Ainda, 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. Por esta razão, é importante que as lojas de compra de ouro sejam também consideradas como significativas no computo geral das emissões de MAPEO. Sugere-se obter informações sobre as exigências ambientais de licenciamento para as casas de compra de ouro.

Finalmente, a avaliação da eficiência das capelas das MAPEO e das lojas de compra de ouro deve ser realizada e, para tanto, um específico desenho metodológico deve ser definido para ser executado nas condições encontradas em campo.

IX. ETAPAS FUTURAS

No Relatório Final serão discutidas as percentagens de liberação e de emissão de mercúrio relacionadas às perdas calculadas, e sua influência nas premissas assumidas nos procedimentos, parâmetros e cálculos da metodologia “Identificação e Quantificação de Liberações de Mercúrio Nível II – PNUMA (Toolkit)” para o cálculo dos fatores de emissão de mercúrio a partir de MAPEO. Adicionalmente, serão apresentados cenários alternativos para o cálculo preliminar de emissão global pela atividade no país e poderão ser propostas adequações ao “Toolkit”, de forma a transparecer a realidade da atividade no país.

Além disso, também estão sendo levantados dados oficiais, junto aos órgãos públicos, referentes à produção de ouro no Brasil, quantidade de MAPEO em operação, etc. e instituições não governamentais estão sendo consultadas sobre a existência de conflitos com a pequena mineração de ouro. Estes dados, somados a uma revisão de informações em jornais regionais e aos dados obtidos em campo, visa a elaboração de distintos cenários de uso e de perda de mercúrio para o meio ambiente, que serão apresentados no Relatório Final.

X. 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

ALAMINO, R. C. J.; SILVA, R. S. V.; CASTILHOS, Z. C. Panorama da pequena mineração de ouro legalizada no Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Exploração Mineral, Ouro Preto, 2016.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. [DOU] 5 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: set. 2015.

CASTILHOS, Z.C. Relatório Parcial 1: Inventário nacional de emissões e liberações de mercúrio no âmbito da mineração artesanal e de pequena escala no Brasil. Rio de Janeiro, CETEM, 55p, 2017.

DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. Atividade garimpeira de ouro na Amazônia Brasileira. Fase III, amalgamação e queima de mercúrio, A&Q. Brasília: DNPM, 1995. 60 p. il. (Série Difusão Tecnológica, n.2). ISBN 01047345 (Broch.)

DOMINGOS, L. M. B., et al. Guia Prático para a execução de balanço metalúrgico do mercúrio. Norma Interna. Rio de Janeiro, CETEM, 2017.

FARID, L. H.; MACHADO, J. E. B.; SILVA, A. O. Controle da Emissão e Recuperação de Mercúrio em Rejeitos de Garimpo. In Poconé: Um Campo de Estudos do Impacto Ambiental do Garimpo. In: VEIGA, M. M.; FERNANDES, F.R. C. (Eds). Série Tecnologia Ambiental nº1, Rio de Janeiro, CETEM/CNPq, 1991.

FEMA, Fundação Estadual do Meio Ambiente. Manual de procedimentos para licenciamento de atividades mineradoras. Cuiabá, 1997, 167pp.

SEMA – AM, Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Amazonas. Resolução CEMAAM nº 14/2012. [DOE] 22 out. 2012.

SEMAS – PA, Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará. Instrução Normativa nº 006/2013. Dispõe sobre o licenciamento para a atividade de lavra garimpeira de ouro no Estado do Pará. [DOU] 3 jul. 2013.

SEMMA, Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itaituba. Instrução Normativa nº 001/2015. [DOU] 10 ago. 2015.

SOUZA, J. N & CASTILHOS, Z. C. Avaliação das perdas de mercúrio durante a decomposição térmica de amálgama de prata com uso de retorta. In: XXIV Jornada de Iniciação Científica do CETEM, 2016. p. 211-215.

UNEP. 2013. Minamata Convention on Mercury. Text and annexes. Disponível em: <http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/Booklets/Minamata%20Convention%20on%20Mercury_booklet_English.pdf>. Acesso em: out. 2015.

USEPA, United States Environmental Protection Agency. Mercury study report to Congress. V. 5: Heath effects of mercury and mercury compounds, 1997.

ANEXO I: INSTITUIÇÕES VISITADAS

1. Instituições Federais

Ministério do Meio Ambiente – MMA, Brasília – DF

Visita técnica: 12 jul. 2017

Gerência de Qualidade Ambiental do Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos para discussão com os técnicos da instituição, Sr. Luiz Mandalho e Sr. Gabriel Silva.

Objetivo: apresentar o andamento do Projeto MIA e para solicitar facilitação para acesso aos dados do IBAMA sobre comércio de mercúrio no país e suas autuações em áreas de garimpos de ouro ilegais. Na oportunidade foram apresentados os principais pontos do primeiro relatório parcial da equipe para o MMA e do andamento das atividades para a primeira fase de trabalhos de campo. A reunião contou com a presença também da Sra. Elisa Badziack e da Gerente de Projetos, Sra. Letícia Reis de Carvalho.

Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, Brasília – DF

Visita técnica: 11 jul. 2017

Objetivo: apresentar detalhes da concepção e andamento do Projeto MIA e compartilhar com o Sr. Mathias Heider, responsável pelo Sumário Mineral do Ouro, algumas dúvidas da equipe sobre o panorama atual da Mineração Artesanal e de Pequena Escala de Ouro (MAPEO) no Brasil, em especial, visando a entender as estimativas oficiais da produção e para identificar a existência de documentos que não estão disponíveis na internet e que poderiam estar disponíveis na biblioteca do DNPM, bem como a existência e a possibilidade de acesso aos Relatórios Anuais de Lavra - RAL do setor. Quanto aos RALs, são sigilosos e pouco frequentes. A produção de ouro em 2016 cresceu significativamente em relação a 2015 e ele atribui à formalização e vantagens na declaração da produção.

Ministério de Minas e Energia - MME, Brasília – DF

Visita técnica: 11 jul. 2017

Objetivo: apresentar o Projeto MIA a Sra. Dione Macedo, Coordenadora-Geral de Desenvolvimento Socioambiental na Mineração, que informou diversas ações em andamento, incluindo um estudo sobre a pequena mineração no Brasil, incluindo a MAPEO. Finalizando esta fase, outros projetos deverão ser iniciados, uma vez que o MME é o Ministério responsável pelo Plano de Ação Nacional para o decréscimo de emissões de mercúrio para a atmosfera a partir de MAPEO no Brasil.

Ministério da Saúde - MS, Brasília – DF

Visita técnica: 12 jul. 2017

Setor de Vigilância Ambiental - Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador – DSAST

Objetivo: apresentar a concepção e o andamento do Projeto MIA e compartilhar com a Sra. Thaís Cavendish, Analista Técnica de Políticas Sociais, que explicou a priorização do MS para a exposição a 5 substâncias, entre as quais, o mercúrio e a situação atual do Protocolo para diagnóstico de exposição por mercúrio, ainda não disponível. Informou que há sistemas para declaração de casos de intoxicação por mercúrio, mas o número de

notificações é mínimo. As razões são várias, incluindo o desconhecimento dos profissionais de saúde e o acesso ao sistema de saúde em regiões de garimpos de ouro.

2. Instituições Estaduais

Companhia Mato-grossense de Mineração, METAMAT - MT
Promotoria Pública Estadual - MT
Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, SEDEME - PA
Cooperativas de Garimpeiros – PA, MT, AP, BA

3. Instituições Municipais

Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, SEDEMME
Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itaituba, PA
Secretaria Municipal de Saúde de Nova Lacerda, MT

4. Participação em Eventos

1º Encontro Institucional de Fortalecimento das Cooperativas do Setor Mineral do Tapajós

Data: 19 e 20 jul. 2017

A equipe técnica participou do evento no município de Itaituba, Distrito de Moraes de Almeida, com a presença de diversas entidades federais (ICMBio, DNPM, OCB, Associação Nacional do Ouro e Câmbio – ANOURO, SESC-SENAI), estaduais (Ministério Público do Estado do Pará, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Mineral-SEDEME do Pará) e municipais (Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itaituba – PA), de numerosos garimpeiros e de diversas cooperativas de MAPEO do estado do Pará e de outros estados brasileiros. Durante o encontro, foi apresentado o projeto “Inventário Nacional de Emissões e Liberações de Mercúrio no Âmbito da Mineração Artesanal e de Pequena Escala no Brasil”. Nesta oportunidade, vários permissionários foram entrevistados, utilizando-se os questionários semiestruturados para levantamento de dados. Os participantes encontram-se listados no Quadro 1.

Quadro 1

Instituição	Cargo	Nome
Câmara de Vereadores de Itaituba/PA	Vice-Presidente	Dirceu Biolchi
Prefeitura de Itaituba	Secretário Municipal de Meio Ambiente de Itaituba/PA	Bruno Rolim da Silva
SEDEME/PA	Secretária de Estado de Desenvolvimento Econômico	Marjorie Neves
Organização das Cooperativas Brasileiras no Pará	Representante	José Vanderlande
Associação Nacional do Ouro, ANORO	Presidente	Dirceu Frederico Sobrinho
DNPM/PA	Diretora Regional	Aildil Evangelista
Federação das Cooperativas de Garimpeiros, FECOGAT	Presidente	Amaro Salmo Rosa
MPE/PA	Promotora de Justiça	Aline Neiva
ICMBio	Representante	Maressa Amaral
CREA/PA	Representante	Oscar Nivaldo Pimenta
CDL Itaituba/PA	Presidente	Patrick Pinto de Souza
Prefeitura de Itaituba/PA	Procurador Geral	Diego Cajado Neves

5. Reuniões no estado do Amapá

Equipe SEMA e Secretário de Meio Ambiente do Estado

Visita técnica: 05 set. 2017

Objetivos: Foram discutidos o cronograma e a logística das visitas técnicas às áreas de MAPEO do estado. A equipe SEMA programou a visita a uma área no município do Oiapoque, entretanto, a logística para se chegar ao local mostrou-se inviável, pois o tempo a ser gasto com o deslocamento rodoviário e fluvial até a área somavam, aproximadamente, . Novas áreas com mais fácil acesso e igual importância na produção de ouro pela MAPEO no estado foram então indicadas. Os participantes da reunião encontram-se listados no Quadro 2.

Quadro 2

Instituição	Nome
Secretário do Meio Ambiente do Amapá	Marcelo Creão
Equipe SEMA Sala do Garimpeiro	Daniel Francisco Pimenta Quintas
	Lenira Barroso dos Reis
SEMA Coordenador de Geoprocessamento	Patrick Farias
Equipe CETEM	Zuleica Castilhos
	Lillian Domingos
Representante Projeto MIA – PNUMA/MMA	Elisa Badziack

Na sequência, foi feita uma sessão aberta a vários *stakeholders* no auditório da própria secretaria, onde houve uma explanação breve dos objetivos e metodologias do Projeto MIA. Estavam presentes além das pessoas do Quadro 2, ainda representantes do ICMBio, do IEPA, Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (Núcleo de Geologia e Tecnologia Mineral), do DNPM, da Cooperativa dos Garimpeiros do Oiapoque e do COEMA, Conselho Estadual de Meio Ambiente.

Equipe SEMA/CETEM/MMA, presidência da Cooperativa 8 e cooperados

Visita técnica: 08 set. 2017

Objetivos: Apresentar e elucidar o projeto MIA e a toxicologia do mercúrio. Foram descritas/explicadas a metodologia do estudo, o experimento de balanço de massas do mercúrio na extração do ouro pela pequena mineração, a importância de o questionário ser respondido com informações verdadeiras e as medições de mercúrio na atmosfera. Os participantes da reunião encontram-se listados no Quadro 3.

Quadro 3

Instituição	Nome
Equipe SEMA Sala do Garimpeiro	Daniel Francisco Pimenta Quintas
	Lenira Barroso dos Reis
Equipe CETEM	Zuelica Castilhos
	Lillian Domingos
IEPA / Equipe CETEM	Terezinha de Jesus Soares dos Santos
Representante Projeto MIA – PNUMA/MMA	Elisa Badziack
Conselheiro COEMA	Airton Azul
Polícia Militar	Sargento de Farias
	Soldado Haum
Motoristas SEMA	Mauricio
	Wellington
Cooperativa 8	Presidente e cooperados

Instituto do Meio Ambiente e de Ordenamento Territorial do Amapá, IMAP

Visita técnica: 14 set. 2017

Objetivos: Apresentar ao Diretor Técnico de Meio Ambiente, Sr. Pablo Cantuária, o projeto MIA e discutir as exigências ambientais para a implantação das casas de compra de ouro, com vistas ao abatimento das emissões de mercúrio por este setor.

SEMA

Objetivos: Apresentação do documento “Relatório Preliminar” contendo os principais resultados obtidos de modo a compartilhar as primeiras impressões da equipe técnica sobre o que foi produzido no estado.

6. Reuniões no estado da Bahia

Equipe DNPM/BA

Visita técnica: 23 out. 2017

Objetivos: Apresentação formal do projeto MIA e discussões sobre a logística das visitas técnicas às MAPEO previamente contatadas que se mostraram receptivas ao projeto e que estavam em atividade.

Na parte da tarde houve uma segunda reunião com a presença de uma cooperativa de garimpeiros de ouro. Entretanto, foi anunciado que a mesma teria perdido a condição de legalidade. Os participantes da reunião encontram-se listados no Quadro 4.

Quadro 4

Instituição	Nome
Superintendente do DNPM/Ba	Raimundo Sobral Filho
DNPM	Marco Freire
Vice-Prefeito de Santa Luz	Márcio Evangelista de Oliveira
Assessor parlamentar	Amaury Albuquerque Nascimento
Equipe CETEM	Zuleica Castilhos
	Lillian Domingos
Cooperativa 11	Presidente

SEMA

Visita técnica: 23 out. 2017

Objetivos: Apresentar o projeto MIA para os técnicos e diretor da SEMA e para obter informações sobre áreas de MAPEO licenciadas pela SEMA, na Bahia, bem como dos procedimentos demandados para tais licenciamentos. Os participantes da reunião encontram-se listados no Quadro 5.

Quadro 5

Instituição	Nome
SEMA - Diretor	Luiz Ferraro
SEMA	Luciana Santa Rita
INEMA	Ailton dos santos Junior
SEMA	Guilherme Levita Schallenbach
Equipe CETEM	Zuleica Castilhos
	Lillian Domingos

Prefeitura de Santa Luz

Visita técnica: 26 out. 2017

Objetivos: Apresentar o projeto MIA e discutir com o poder público municipal alguns desdobramentos do projeto e da Convenção de Minamata que poderão ser benéficos para

a atividade da pequena mineração de ouro, em especial o apoio ao desenvolvimento de tecnologias limpas. Os participantes da reunião encontram-se listados no Quadro 6.

Quadro 6

Instituição	Nome
Cooperativa 10	Cooperado
Prefeitura - secretário	Joselito C. A. Junior
DNPM	Marco Freire
Equipe CETEM/Projeto MIA	Zuleica Castilhos
	Líllian Domingos

Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, CBPM

Visita técnica: 27 out. 2017

Objetivos: Apresentar o projeto MIA e discutir o apoio da CBPM ao DNPM para a viabilização de legalização de áreas para a pequena mineração de ouro no estado e de ações históricas para a introdução do uso de retortas pelos garimpeiros. Os participantes da reunião encontram-se listados no Quadro 7.

Quadro 7

Instituição	Nome
CBPM	Laelson Dourado Ribeiro
CBPM	Washington Rydz Rebouças Santana
CBPM	Hélio Gamacho Vasconcellos
Equipe CETEM	Zuleica Castilhos
	Líllian Domingos

7. Reuniões no estado do Pará (2ª campanha)

SEMMA, Secretaria de Municipal de Meio Ambiente e Instituto Federal do Pará

Visita técnica: 06 nov. 2017

Objetivos: Apresentar o projeto MIA e identificar áreas de MAPEO para a visita técnica, localizadas próximas à sede do município de Itaituba, com áreas de até 50ha, que são licenciadas pelo SEMMA. Entretanto, nenhuma área foi prontamente indicada. Os participantes da reunião encontram-se listados no Quadro 8.

Quadro 8

Instituição	Nome
CETEM	Elisa Badziack
CETEM	Lillian Domingos
CETEM	ZuleicaCastilhos
IFPA Itaituba	Liz Carmen Silva Pereira
SEMMA Itaituba	Bruno Rolim da Silva (Secretário Municipal de Meio Ambiente)

FECOGAT, Federação de Garimpeiros do Tapajós

Visita técnica: 07 nov. 2017

Objetivos: Apresentar o projeto MIA e reiterar a necessidade de se realizar a visita técnica nas áreas de MAPEO para a execução do experimento de balanço de massas, além da aplicação dos questionários. Nesta reunião foi indicada uma área para visita no Rio Tapajós. Os participantes da reunião encontram-se listados no Quadro 9.

Quadro 9

Instituição	Nome
CETEM	Elisa Badziack
	Lillian Domingos
	Zuleica Castilhos
IFPA - Itaituba	Liz Carmen Silva Pereira
FECOGAT	Amaro da Rosa
Cooperativa (não visitada)	Representante
Cooperativa 12	Representante

ANEXO II: MAPEO VISITADAS

1. Estado do Pará - PA

As áreas visitadas no estado do Pará e suas principais características observadas em campo e/ou coletadas por meio da aplicação de questionários podem ser visualizadas abaixo.

A. MAPEO 3

Situação do garimpo: em processo de legalização.

Período de operação: ano inteiro.

Acesso: estrada de péssima qualidade, aberta pelos garimpeiros.

Tempo de operação: 1,5 meses.

Tipo de minério: baixão (secundário), com as frentes de lavras ou "pistas" montadas em grotas ou nascentes de rios (comprimento x largura x altura = 20 x 20 x 4 m).

Lavra: a céu aberto com desmonte mecanizado e hidráulico (draga + jato d'água). Cada frente é abastecida com energia elétrica por um gerador 7,5 Kva (consumo 8 L diesel/dia). A escavadeira é utilizada para a abertura da área de lavra ou "pista" e para atingir a área mineralizada. Após aberta a pista, trabalha-se apenas com 01 draga 6" (motor de caminhão) ou 4" (motor de 16,5 HP) e 02 jatos d'água 3" (motor 16,5 HP). Em cada frente de lavra trabalham 04 pessoas. São 02 pistas com 01 draga em cada.

Processo de concentração: realizado em calhas rifladas ou "cobra fumando", considerada pelos garimpeiros como "pequena", o carpete é batido 02 vezes ao dia. O concentrado é armazenado em toneis de 1.000 L onde é bateado com a adição de Hg. O resíduo (ganga) é encaminhado à cooperativa para ser reprocessado: após passar por mais uma calha riflada e jigue, o resíduo passa também por eletrólise para separação da cassiterita, sendo recuperado, neste processo, de 3 a 7 g de Au a cada 50 kg de rejeito.

Processo de recuperação de mercúrio: informado que há filtragem do amálgama em pano.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: A decomposição térmica do amálgama, ou queima, ocorre uma vez por semana. Aparentemente não tem, ou quando disponível, não parece ser utilizado rotineiramente.

Relações trabalhistas: A cozinheira recebe R\$ 2.000,00. O turno de trabalho é de 12 h/dia todos os dias do mês.

Infraestrutura do garimpo: A água de consumo provém de poço, provavelmente, pois utilizam filtro de barro.

Obs.: A mineração de ouro é associada à de cassiterita e columbita. A quantidade de gás (butano) consumido é de 01 botijão/mês.

B. MAPEO 4

Situação do garimpo: irregular

Período de operação: não informado

Acesso: estrada de péssima qualidade, aberta pelos garimpeiros

Tempo de operação: não informado

Tipo de minério: secundário

Teor de pureza do ouro: não informado

Lavra: a céu aberto com desmonte mecanizado e hidráulico (draga + jato d'água).

Processo de concentração: concentração em calhas rifladas

Processo de recuperação: informado que há filtragem do amálgama em pano.

Produção estimada: não informado

Sistema de controle de emissão de mercúrio: Aparentemente não tem, ou quando disponível, não parece ser utilizado rotineiramente.

Relações trabalhistas: não informado

C. MAPEO 5

Situação do garimpo: em processo de legalização.

Período de operação: ano inteiro.

Acesso: estrada de péssima qualidade, aberta pelos garimpeiros.

Tempo de operação: 1,5 meses.

Tipo de minério: baixão (secundário), com as frentes de lavras ou "pistas" montadas em grotas (comprimento x largura x altura = 20 x 20 x 4 m).

Teor de pureza do ouro: 86 a 89%.

Lavra: a céu aberto, com desmonte mecanizado e hidráulico (draga + jato d'água). A escavadeira é utilizada para abertura da área de lavra ou "pista" e também atingir a área mineralizada. Após aberta, trabalha-se na pista com 1 draga 6" (motor caminhão) e 02 jatos de água 3" e em cada draga trabalham 04 pessoas. Possui 02 bombas d'água e 01 gerador.

Processo de concentração: Concentração em calhas rifladas.

Processo de recuperação de mercúrio: informado que há filtragem do amálgama em pano.

Produção estimada: 1 kg Au / mês.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: Aparentemente não tem, ou quando disponível, não parece ser utilizado rotineiramente.

Relações trabalhistas: São 06 trabalhadores na frente de lavra, uma cozinheira e outros 04 empregados para serviço geral. A cozinheira recebe 20 g Au / mês. Todos trabalham 30 dias e folgam 03.

2. Estado do Mato Grosso - MT

No estado do Mato Grosso foram visitadas as áreas descritas abaixo, onde encontram-se dados de processos, maquinários e outras informações gerais.

A. MAPEO 7

Situação do garimpo: legalizado.

Período de operação: ano inteiro.

Acesso: estrada vicinal municipal sem calçamento.

Tempo de operação: 30 anos.

Tipo de minério: filão (primário).

Teor de pureza do ouro: 90%

Lavra: subterrânea com desmonte mecanizado e explosivo. A mina possui 03 "shafts" 2 x 2 m revestidos com concreto para acessar as 20 galerias. A profundidade atual da mina é de 100 m e está sendo alterado o processo de mineração para chegar a 200 m. Após a alteração, a mina passará a operar com caminhões que irão até as galerias para retirada do

minério. O minério primário é, atualmente, extraído com uso de explosivos ou com brocas perfuratrizes e posteriormente este material é enviado a moinhos para pulverização. Nos moinhos é utilizada grande quantidade de água. Atualmente, em fase final de construção, há uma barragem que será utilizada para fornecimento de água às operações da mineração. O sistema de drenagem da água subterrânea, das galerias, é por bombeamento. Nesta unidade são reprocessados também rejeitos de minério secundário amalgamado com mercúrio. Os rejeitos são reprocessados em moinho de bolas. O moinho processa 10 ton/dia.

Processo de concentração: Concentração em placas amalgamadas seguidas por calhas rifladas. É realizado o processo de cianetação em pilhas, com o minério primário concentrado e com os rejeitos de secundário, amalgamados. Pretende no futuro trabalhar somente com cianetação e/ou vender diretamente o concentrado. Está tentando implementar um sistema de flotação para separação do ouro.

Processo de recuperação do mercúrio: A queima do amalgama é realizada diariamente.

Produção estimada: 150 g / dia. São processados 300 ton. de minério/mês que rendem em média 4,5 kg de ouro.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: Capela.

Relações trabalhistas: Os garimpeiros associados ao gestor da área recebem 20% da produção, dividido entre eles que, em geral, são em número de 05 em cada equipe. Recebem em torno de R\$ 3.000,00/mês. Os garimpeiros da escavação, por outro lado, recebem R\$ 1.000/mês, com rendimento mínimo de R\$ 700,00/semana. Trabalham neste local 25 garimpeiros e 01 cozinheira. O salário da cozinheira é de R\$ 2.000,00/mês.

Infraestrutura do garimpo: A energia utilizada na mina é da rede elétrica e atualmente o custo é de aproximadamente R\$ 30.000,00 / mês (apenas em fase de teste). Quando a mina passar a operar, há estimativa de crescer o custo para R\$ 80.000,00 a 1.000.000,00/mês. O custo mensal de manutenção de equipamentos é de R\$ 2.000,00. São consumidos 1.000 L de diesel no maquinário e após a implementação da operação com caminhões este consumo irá aumentar. São consumidos 02 botijões de gás butano (cozinha + queima) / dia.

Obs.: Nestas áreas verificou-se a presença de inúmeros recipientes com combustível, armazenados em embalagens inadequadas, podendo acarretar contaminação do solo e dos recursos hídricos adjacentes. Na proximidade da mina há um córrego, a Grota do Buriti.

B. MAPEO 8

Situação do garimpo: Legalizado

Período de operação: 6 meses

Acesso: estrada vicinal municipal sem calçamento

Tempo de operação: 2 anos

Tipo de minério: secundário

Teor de pureza do ouro: 93%

Lavra: a céu aberto, com desmonte mecanizado e hidráulico (draga + jato d'água). Na lavra há uma camada com aproximadamente 8 - 10 m de solo e estéril e, abaixo desta, ocorre a camada de cascalho com profundidade em torno de 2 m ($1 \text{ m}^3 = 1 \text{ g}$ de ouro), sendo esta última, mineralizada. As frentes de lavra ou "pistas" possuem dimensões (comprimento x largura x altura) de 15 x 30 x 8 m ou 15 x 30 x 11 m, e são abertas a cada 04 ou 05 dias. São necessários de 01 a 02 dias para abrir a pista, quando imediatamente é iniciado o processo de desmonte hidráulico com dragas + jato d'água. Em 1 frente de lavra, há duas

dragas e trabalham no total, 15 garimpeiros. No desmonte hidráulico trabalham 05 garimpeiros, 01 em cada jato de água, 02 com picaretas recolhendo rochas maiores, 01 controlando a draga (boca da maraca). O controlador da draga trabalha descalço, pois tem que estar com o pé próximo a boca da draga para sentir o tipo de fluido que está sendo sugado. Também tem o papel de retirar rochas que possam obstruir a tubulação. Possui um cabo ligado ao motor da draga no qual controla a vazão do fluxo de polpa de minério a ser enviada a “cobra fumando”. A água utilizada vem de uma barragem que é uma pista desativada a qual eles utilizam para depositar os rejeitos e armazenar água.

Processo de concentração: concentração em calhas rifladas

Processo de recuperação de mercúrio: o concentrado (em tambores de aproximadamente 150 L) é direcionado à Central de Amalgamação. Em 54,5 kg de concentrado são adicionados 193 g de Hg (quantidade esta baseada na experiência do garimpeiro). O Hg é adicionado no tambor aberto e misturado com a mão (sem luva) por aproximadamente 5 minutos. O minério concentrado contendo Hg é distribuído em bateias entre os garimpeiros que estão dentro da piscina de “despesca” na central de amalgamação. Os garimpeiros utilizam a bateia até que seja encontrada o amálgama. Este é então lavado e o excesso de mercúrio é filtrado em um pano. No processo de filtragem do amálgama em pano são recuperados 40% do Hg utilizado.

Produção estimada: A produção média de ouro é de 150 a 200 g/dia.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: Capela.

Relações trabalhistas: Neste local trabalham 40 garimpeiros e 2 cozinheiras. Os operadores de PC (escavadeira) e do trator de esteira recebem por hora trabalhada, enquanto os garimpeiros da draga recebem 10% da produção/dia dividido pelo nº de operários em cada draga. A renda média dos garimpeiros da draga é de R\$ 3.000,00

Infraestrutura do garimpo: Na sede onde há o dormitório, sanitários e a central de amalgamação há energia elétrica da distribuidora. As cozinheiras possuem um dormitório e sanitários separados dos garimpeiros.

O gestor da área possui, ainda, 01 escavadeira hidráulica (PC), 01 trator de esteira, 02 dragas (tubo 8”) com 2 jatos d’água de 4” em cada draga (motor de caminhão Mercedes-Benz ~ 200 cc). Um motor Mercedes-Benz de caminhão para abastecimento de água dos jatos das 02 dragas.

Obs.: O local era um garimpo desativado que foi reaberto há 2 anos.

C. MAPEO 9

Situação do garimpo: legalizado

Período de operação: 6 meses ao ano

Acesso: estrada vicinal municipal sem calçamento.

Tempo de operação: 40 dias

Tipo de minério: secundário

Teor de pureza: 91 - 92%

Lavra: A camada estéril mede, aproximadamente, 7 m sobre a camada de cascalho, de 20 cm espessura, que contém o ouro. As dimensões das pistas são (comprimento x largura x altura) 15 x 15 x 7 m, e abertura de cada uma leva de 3 a 4 dias (retirada do estéril). O processo de desmonte hidráulico é realizado com dragas (motor colheitadeira 220 cc) e jatos d’água.

Atualmente são 2 frentes de lavra, onde trabalham 12 operários. Os equipamentos disponíveis são: 02 escavadeiras hidráulicas (PC), 04 tratores de esteira, 02 dragas (tubo

8”) com 2 jatos d’água de 4” em cada draga (motor de colheitadeira ~ 200 cc). Um motor colheitadeira para abastecimento de água dos jatos das 02 dragas.

O desmonte hidráulico funciona com 05 garimpeiros: 04 nos jatos d’água e 01 controlando a draga. O controlador da draga trabalha descalço, pois tem que estar com o pé próximo a boca da draga para sentir o tipo de fluido que está sendo sugado. Também tem o papel de retirar rochas que possam obstruir a tubulação. Possui um cabo ligado ao motor da draga no qual controla a vazão do fluxo de polpa de minério a ser enviada a “cobra fumando”.

Processo de concentração: Calha riflada

Processo de recuperação de mercúrio: O concentrado contido nos tambores de ~150 L recebe o mercúrio e é misturado com a mão por cerca de 2 min. Após a mistura, este material é bateado no tanque de “despesca”. Com a bateia eles reduzem o concentrado até chegar ao amálgama na piscina de “despesca”. O amálgama é então filtrado em pano para remoção do excesso de mercúrio e posteriormente queimado em retorta por ~20 min até a formação do ouro esponja. Em seguida, o amálgama sofre uma segunda queima (com butano), a céu aberto, em panela, para retirada do restante de Hg. A queima é realizada diariamente no fim do turno de trabalho. Compra de mercúrio: 3 kg/ano. Reativação de mercúrio com o sistema de bateria, não descarta mercúrio. Há reciclagem do mercúrio. É realizada a limpeza da piscina de amalgamação a cada 6 meses, onde são recuperados de 1 a 1,5 kg de mercúrio e em torno de 350 g de ouro.

Produção estimada: 10 a 15 kg / 40 em dias

Sistema de controle de emissão de mercúrio: Retorta

Relações trabalhistas: No local trabalham 12 garimpeiros, 01 cozinheira e 06 operadores de trator.

Os operários trabalham 10 h/dia, 6 meses ininterruptos, sem qualquer parada. Os operadores de PC e trator de esteira recebem por hora trabalhada.

Os rendimentos são divididos nos seguintes percentuais: 15% para superficiário, 4% para recuperação da área degradada e 16% para os garimpeiros.

A renda média dos garimpeiros da draga é de R\$ 3.000,00. O operador de trator recebe R\$ 25,00 / h. A renda média de cada operador gira em torno de R\$ 5.000,00. A cozinheira recebe R\$ 1.500,00.

Infraestrutura do garimpo: A fonte de energia é diesel (35000 L/mês). Não há energia elétrica na frente de trabalho. Na sede onde há o dormitório, sanitários e a central de amalgamação há energia elétrica da distribuidora (consumo de R\$ 900,00/mês). Existe um gerador para o caso de falta de energia. A cozinheira possui um dormitório e sanitário separado dos garimpeiros. A água para consumo humano é de poço artesiano.

Obs.: Para a queima são utilizados 02 botijões (butano) a cada 06 meses. A água utilizada no processamento provém de uma barragem que é uma pista de lavra desativada, também utilizada como depósito de rejeitos.

Não há segurança pública ou privada no local. Caso ocorre algum delito este será atendido pelo posto policial situado na sede do município.

Os EPIs observados foram: o uso de chapéu para proteção solar e bota, tratorista usa protetor auricular, luvas para manuseio da retorta. Muitos garimpeiros da draga + jato d’água trabalham descalços. Durante a amalgamação e a queima não há utilização de EPI. Foi observada a manipulação de mercúrio diretamente com as mãos.

Os rejeitos sólidos são colocados em uma bacia de rejeito ao lado da piscina, a céu aberto e são doados para quem quiser utilizar em pilhas de cianetação.

Também há reciclagem de pregos (~100 kg / 6 meses) e carcaças de rotores e outros itens metálicos que são vendidos a empresas de reciclagem de sucata.

Para montar a estrutura de sucção das 02 dragas (2 motores de colheitadeira 220 cc).

D. MAPEO 10 11 e 12

Nesta cooperativa, acompanhamos o processo de amalgamação de três frentes de lavra. O questionário foi respondido pelo responsável da cooperativa.

Situação do garimpo: Legalizado - Concessão de Lavra - oito frentes de lavra

Período de operação: param 3 meses por ano devido às chuvas

Acesso: estrada vicinal municipal sem calçamento.

Tempo de operação: 19 anos

Tipo de minério: primário, em túneis e secundário, a céu aberto.

Teor de pureza de ouro: 92 a 95%

Lavra: minério secundário: a céu aberto, com desmonte mecanizado e hidráulico (draga + jato d'água). Minério primário: em túneis, com picareta.

Processo de concentração: O minério primário é processado em moinho e segue para a concentração em calhas rifladas, como o minério secundário.

Processo de recuperação de mercúrio: A amalgamação é realizada em tambor amalgamador (fechado) rotativo, com bateamento em piscina de despesca, para retenção dos resíduos.

Produção estimada: de 3 a 5 kg /ano

Sistema de controle de emissão de mercúrio: Capela

Relações trabalhistas: não informado

E. MAPEO 13

Situação do garimpo: legalizado - MEI - 5 frentes de lavra

Período de operação: ano inteiro

Acesso: estrada vicinal municipal sem calçamento

Tempo de operação: não informado

Tipo de minério: rejeito de lavra de secundário

Teor de pureza do ouro: não informado

Lavra: a céu aberto com desmonte mecanizado e hidráulico (draga + jato d'água), processando o rejeito da antiga mineradora que atuava no local, com escavação de 5 m de profundidade.

Processo de concentração: calhas rifladas. O minério é processado no mesmo local da lavra e o material concentrado é armazenado em tambores para despesca e queima, que ocorre 04 vezes / mês.

Processo de recuperação de mercúrio: O concentrado é colocado em um tambor, recebe o mercúrio, sendo misturado por 5 min, e depois o material é bateado no tanque de "despesca". Devido a quantidade de Hg ser pequena não é realizada a filtragem em pano.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: retorta e há reciclagem do mercúrio recuperado.

Produção estimada: 4,5 kg / mês

Relações trabalhistas: São 30 funcionários: Ganhos mensais de R\$ 2.000,00 a R\$ 14.000,00: operador de máquina R\$ 8.000,00; gerente, 2% da produção, superficiário, 5%; cozinheira R\$ 1.800,00; garimpeiros, 10% da produção de cada frente dividido por 5. Os garimpeiros trabalham 06 dias / semana em torno de 10 h / dia.

Infraestrutura do garimpo: Na sede, central de amalgamação, dormitórios e refeitório é utilizada energia elétrica, R\$ 2.500,00/mês. Na frente de lavra a fonte de energia é diesel (7.000 L/semana). As cozinheiras possuem um dormitório e sanitários separados dos garimpeiros.

Obs.: Há áreas de recuperação com plantio de vegetação.

3. Estado do Amapá - AP

No estado do Amapá foram visitadas as áreas descritas abaixo, onde encontram-se dados de processos, maquinários e outras informações gerais.

A. MAPEO 18

Situação do garimpo: Legalizado

Período de operação: Ano inteiro

Acesso: saindo de Macapá, são necessárias cerca de seis horas de viagem (aproximadamente 500 km) por estrada de pista simples que se encontra em boas condições de conservação. Os últimos 30 km, no entanto, são de chão batido em péssimas condições, sem sinalização ou qualquer iluminação.

Tempo de operação: 02 anos

Tipo de minério: Primário

Teor de pureza do ouro: não informado

Lavra: a exploração do minério primário de ouro é feita em mina subterrânea com uma profundidade máxima de 80 m e 200 m de galeria. O acesso é por plano inclinado e o desmonte é realizado com o uso de explosivos. Cerca de 7,4 a 9,6 toneladas de minério bruto são processadas diariamente. Os fragmentos de rocha são transportados até a superfície por um carrinho sobre trilhos que é puxado por cabo ligado a motor. Na mina subterrânea não há revestimento. O minério é processado no mesmo local da lavra.

Processo de concentração: Uma vez na superfície, o carrinho é descarregado pelos trabalhadores e seu conteúdo passa por um processo de triagem. Os fragmentos maiores são visualmente inspecionados e aqueles que apresentam indícios de ouro são passados por um britador de mandíbula (os demais são empilhados e poderão ser processados no futuro). Os fragmentos menores e aqueles que saíram do britador são então moídos com a adição de água. Já na saída do moinho estão o “cochin” e a calha com tapete. O “cochin” é uma estrutura em madeira, parecida com uma pequena escada, onde os fragmentos maiores ficam depositados em função de diferença gravimétrica. Este efluente segue para uma calha com tapete (ou calha acarpetada) onde o ouro, chamado de fino e superfino, é retido.

Processo de recuperação do mercúrio: Não há uma central de amalgamação. O concentrado retido nos tapetes é lavado no tanque onde é adicionado mercúrio. O material é então bateado até se obter o material amalgamado e filtrado em pano para retirada do excesso de mercúrio.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: O amálgama é lavado com ácido e posteriormente queimado a céu aberto. A queima acontece diariamente. Não usa retorta destino final do rejeito com mercúrio é na bacia. Não há barragem, somente cavas.

Produção estimada: A produção média de ouro é de 5 kg /mês

Relações trabalhistas: No local trabalham 32 homens e 4 mulheres. Os garimpeiros trabalham 8 h/dia, durante todo o ano, com folga aos domingos. Às segundas-feiras quem falta é penalizado com 3 g de ouro; nos demais dias, falta sem justificativa penaliza 2 g. Do

rendimento bruto, 20% são divididos entre os garimpeiros. Os operadores de máquina e os porteiros recebem R\$ 3.500,00 Foi declarado que 20% do rendimento é gasto com manutenção. A cooperativa recebe 10% do rendimento bruto. O cooperado é o próprio superficiário. A renda média dos garimpeiros é de R\$ 4.000,00. Dependendo da produção há contratação de trabalhadores em regime diarista.

Infraestrutura do garimpo: A fonte de energia é elétrica (R\$ 3.500,00/mês). Existe um gerador para o caso de falta de energia. Há no local 01 escavadeira, 03 motores de 06 cilindros, 4 motores de 18 cilindros, 01 motor de 24 cilindros, 02 compressores, 01 gerador de 180 kWh, 04 bombas de 15 CV, 03 moinhos, 01 britador de mandíbula. Faz manutenção preventiva e corretiva.

Obs.: Os garimpeiros fazem uso de EPIs e o responsável pela queima utiliza máscara apropriada. O teor médio de ouro no minério é de cerca de 90%. Limpam a caixa de batear uma vez na semana e recuperam cerca de 50 g de ouro e 20 g de mercúrio. A água da caixa vai para a bacia (e não para o rio, segundo informações).

Não faz reflorestamento, mas pretende reflorestar com espécies nativas.

O valor do grama de ouro no mercado local é de R\$ 96 – 98,00.

Gera 5,8 m³ de rejeito. Não há reciclagem do material processado, sendo ele estocado.

Paga R\$ 3.500,00/mês de energia elétrica e R\$ 2.000,00/semana de combustível (diesel).

Faz uso de 2 botijões de GLP/mês. Óleo hidráulico 40 L/semana e lubrificante 60 L/semana.

Paga R\$ 1.000,00/kg de mercúrio. Usa 100 g de mercúrio e recupera no pano 70 g.

Usa 100.000 L/dia água, considerado pouco pelo informante. A água potável vem de uma mina que foi avaliada pela FUNASA.

Próximo ao local tem um posto de saúde, existe transporte público.

Tem presença do Estado na segurança pública (posto policial na entrada da vila). Tem acesso à saúde e educação.

O ouro é comprado nas DTVMs locais.

B. MAPEO 19

Situação do garimpo: Legalizado

Período de operação: Ano inteiro

Acesso: saindo de Macapá, são necessárias cerca de seis horas de viagem (aproximadamente 500 km) por estrada de pista simples que se encontra em boas condições de conservação. Os últimos 30 km, no entanto, são de chão batido em péssimas condições, sem sinalização ou qualquer iluminação.

Tempo de operação: não informado

Tipo de minério: rejeito primário deixado pela empresa

Teor de pureza do ouro: não informado

Lavra: Cata manual de rejeito primário

Processo de concentração: Não há processo de concentração

Processo de recuperação: se inicia com a quebra do minério com martelo, para posteriormente ser moído e concentrado em uma calha com carpete e uma placa amalgamadora.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: Não há uma central de amalgamação, o amálgama é queimado a céu aberto próximo de onde acontece a moagem.

Produção estimada: não informado. Trabalham 30 autônomos (faisqueiros) e o moinho funciona cerca de 30 vezes por dia.

Relações trabalhistas: O dono do moinho recebe 20% do ouro e fica também com o ouro retido na placa amalgamadora

Infraestrutura do garimpo: Os faisqueiros trabalham em toda a área da cooperativa catando as pedras

Obs.: Os faisqueiros não utilizam EPI e recuperam uma quantidade pequena de ouro. Durante a visita observou-se o processo onde se obteve 0,7 g de ouro.

C. MAPEO 20

Situação do garimpo: Legalizado

Período de operação: Ano inteiro

Acesso: dista cerca de 200 km da capital do Estado. Os primeiros 150 km são de estrada em boas condições; os demais são estrada de chão batido com muitos buracos e poeira.

Tempo de operação: 04 anos

Tipo de minério: primário

Teor de pureza do ouro: 89 - 90 %

Lavra: a exploração do minério primário de ouro é feita por *shaft* com 2 x 2 m e 47 m de profundidade revestido com madeira de maçaranduba com acesso por escada. O desmonte é manual utilizando pá e picareta. Não fazem uso de explosivos. Os fragmentos de rocha são transportados até a superfície por um guincho. Trabalha 6 dias por semana processando em média 2,7 toneladas de minério bruto por dia. (60 baldes com 45 kg cada)

Processo de concentração: o material é processado em um moinho de martelo e concentrado em uma calha com carpete. O carpete é batido e o concentrado é amalgamado em um sistema aberto. A piscina de despesca é uma caixa d'água que é abastecida com água corrente oriunda de um poço.

Processo de recuperação: Não há uma central de amalgamação. O concentrado retido nos tapetes é lavado em um tanque onde o mercúrio é adicionado. O material é então bateado até se obter o material amalgamado e filtrado em pano para retirada do excesso de mercúrio.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: O amálgama é queimado a céu aberto e são utilizadas folhas para a recuperação do mercúrio. A queima é realizada 1 vez por semana.

Produção estimada: Não declarada

Relações trabalhistas: São 12 homens e 2 mulheres (uma ajuda na administração e a outra é a cozinheira). Os garimpeiros trabalham 8 h/dia, durante todo o ano, com folga aos domingos. Do rendimento bruto, 30% são divididos entre 12 garimpeiros. A cozinheira recebe R\$ 1.000,00/mês. A renda média paga é de 6 -12 g/semana de ouro. As vezes tem trabalhadores externos. Não param devido à chuva.

Infraestrutura do garimpo: A fonte de energia é elétrica (não pagam pela energia). Existe um gerador, para o caso de falta de energia, que consome 100 L/dia de diesel e 3 L/20 dias de óleo lubrificante. Possui um moinho, dois motores, um guincho, uma ventoinha e calha concentradora.

Obs.: Possui barragem de rejeito de dimensões não informadas. Vendem para as DTVMs a preço médio de R\$ 95,00/g. O fornecedor de mercúrio é um marreteiro que passa no local. Não utilizam EPI. Não recupera áreas degradadas. Recicla o curimã passando novamente pelo moinho. Compra 1 kg de mercúrio/03 meses ao preço de R\$ 1.200,00. Utiliza 1 botijão por mês de gás.

D. MAPEO 21

Situação do garimpo: Legalizado

Período de operação: Ano inteiro

Acesso: fica a cerca de 200 km da capital do Estado, com boas condições de trafegabilidade nos primeiros 150 km. Nos demais, a estrada é de chão batido com muitos buracos e poeira.

Tempo de operação: 05 meses

Tipo de minério: Secundário

Teor de pureza do ouro: 85 a 92%

Lavra: Lavra a céu aberto com desmonte hidráulico.

Processo de concentração: calha riflada

Processo de recuperação: Amalgamação em sistema aberto

Sistema de controle de emissão de mercúrio: Queima em sistema aberto com uso de folhas. Realiza a queima uma vez por semana.

Produção estimada: 50 g/semana

Relações trabalhistas: Tem 5 homens trabalhando e uma cozinheira. Os trabalhadores ganham 30% (divididos por 5) que varia de R\$ 400 a R\$ 2.000,00/semana. A cozinheira ganha 1,5 salários-mínimos. Contrata trabalhadores externos.

Infraestrutura do garimpo: Usa eletricidade (não paga) e gasta 200 L/semana de diesel. Possui dormitório e tem bacia de rejeitos. Conta com uma escavadeira (PC) alugada e dois motores.

Obs.: Um botijão de gás dura 4 meses. Compra 200 g de Hg a cada 2 meses. A água usada na lavra vem do depósito da chupadeira. Paga R\$ 1.200,00/kg de mercúrio. Limpa a caixa de batar a cada 6 meses, onde encontra uma pequena quantidade de ouro e mercúrio. Declarou que a água da limpeza da caixa de batar vai para a bacia de rejeito (não visitada).

4. Estado da Bahia - BA

No estado da Bahia foram visitadas as áreas descritas abaixo, onde encontram-se dados de processos, maquinários e outras informações gerais.

A. MAPEO 22

Situação do garimpo: Legalizado

Período de operação: Ano inteiro

Acesso: estrada vicinal sem asfalto

Tempo de operação: Desde 1994

Tipo de minério: Primário

Teor de pureza do ouro: 85%

Lavra: São 30 frentes de lavra. Subterrânea, em *shaft*, o desmonte é manual com ponteira e picareta. Utiliza fragmentos de rocha descartados por meio de cata manual. Reduz o tamanho da rocha em fragmentos menores com uso de martetele antes de colocar no moinho de martelo/barra. No moinho é adicionada uma pá de fragmento de rocha a cada 30 segundos; cada pá pesa, em média, 5 kg. Ao moinho está associado duas placas amalgamadas.

Processo de concentração: Não concentra

Processo de recuperação: Placas amalgamadas. Inicialmente se prepara cada placa com 30 g de mercúrio e diariamente são utilizados 10 g de mercúrio em cada placa para manutenção. Ao final do dia, as placas são retiradas e raspadas com gilete. O amálgama é filtrado em pano de guarda-chuva (nylon) e o mercúrio recuperado é reutilizado.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: Queima em sistema aberto, cerca de 3 vezes por semana (a queima leva 10 min) e usa 100 g de mercúrio por semana. Não utiliza retorta.

Produção estimada: 3 g de ouro por semana

Relações trabalhistas: São 05 diaristas que trabalham 8h/dia e ganham R\$ 40,00/dia.

Infraestrutura do garimpo: 01 guincho, 1 motor-bomba, 1 moinho e 1 gerador a diesel. Usa 12 L de diesel por dia ao custo de R\$ 30,00/dia.

Obs.: Preço do mercúrio: R\$ 750,00 – 800,00/kg

O rio fica a uns 50 km de distância da frente/beneficiamento

A água utilizada no processamento mineral é subterrânea, proveniente do lençol freático (que provavelmente é atingido pelas atividades da mineração). Todo o rejeito, possivelmente contaminado por mercúrio, é vendido a outros garimpeiros que recuperam ouro deste rejeito por meio de lixiviação. A negociação ocorre a cada 03 meses e a caçamba é vendida ao preço de R\$ 300,00 - 500,00. Não usam EPI. O teor do ouro é de 1g/ton e o preço de venda R\$ 95,00.

B. MAPEO 23

Situação do garimpo: Não legalizado

Período de operação: Ano inteiro

Acesso: Estrada vicinal sem asfalto

Tempo de operação: 02 meses

Tipo de minério: Primário

Teor de pureza do ouro: 80%

Lavra: subterrânea com desmonte manual (pá, picareta e ponteira)

Processo de concentração: Não concentra

Processo de recuperação: Processa o material em um moinho e posteriormente o minério moído é passado em uma placa amalgamada.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: queima em sistema aberto. Não usa retorta.

Produção estimada: 10 g de ouro por semana

Relações trabalhistas: Trabalham 24 horas por dia (e descansam outras 24h). São 2 grupos de 8 pessoas, mas pretende-se chegar a 200 trabalhadores. 35% da produção é dividida pelos trabalhadores, e cada trabalhador recebe, em média, R\$ 300,00/semana.

Infraestrutura do garimpo: Não tem rede elétrica, mas tem um gerador que utiliza 4 L de diesel por dia

. Possui 1 guincho, 1 motor, 1 moinho de martelo, 1 britador de mandíbula

Obs.: O teor do ouro é cerca de 1g/tonelada. O valor de venda é de R\$ 93,00. A água utilizada é retirada no local de um poço com 90 m de profundidade. Há pretensão de fazer mais cinco poços. Utiliza 200 g de mercúrio por semana ao custo de R\$ 200,00.

C. MAPEO 24

Situação do garimpo: Não legalizado. Não pertence a nenhuma cooperativa

Período de operação: Ano inteiro

Acesso: Estrada vicinal sem asfalto

Tempo de operação: desde 2002

Tipo de minério: Primário

Teor de pureza do ouro: 80%

Lavra: Desmonte manual a 15 m de profundidade com pá e ponteira. Transporta o minério até o moinho em carro caminhonete e paga R\$ 20,00 pelo frete.

Processo de concentração: Não concentra

Processo de recuperação: Processa o material em um moinho e posteriormente o minério moído é passado em uma placa amalgamada.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: queima em sistema aberto (mas declarou que queima a produção semanal em casa utilizando retorta artesanal 1 vez por semana).

Produção estimada: Produz de 7 a 8 g de ouro por semana

Relações trabalhistas: Trabalham 6 dias por semana durante todo o ano O valor da produção é dividido entre cinco pessoa. Sendo 50% do responsável pelo garimpo e 50% dividido entre 4 trabalhadores. Cada trabalhador recebe em média R\$ 100,00 por semana.

Infraestrutura do garimpo: 1 moinho de martelo; 1 motor e carrinho de mão. Utiliza 1L/dia de diesel e não tem gerador

Obs.: Processou 200 kg em duas horas. Reprocessa o rejeito. Vende o ouro para qualquer comprador, o valor de mercado é R\$ 93,00.

Compra 100 g de mercúrio por mês a R\$ 100,00.

5. Estado do Pará – PA (2ª campanha)

No estado do Pará foi visitado a área descrita abaixo, onde encontram-se dados de processos, maquinários e outras informações gerais.

A. MAPEO 25

Situação do garimpo: Legalizado

Período de operação: Ano inteiro

Acesso: Estrada Transamazônica até Penedo. Uma hora de voadeira pelo Rio Tapajós.

Tempo de operação: 06 anos

Tipo de minério: secundário

Pureza do ouro: 88 a 92%.

Lavra: Lavra de draga em leito de rio.

Processo de concentração: Calha riflada seguida de uso de elutriador.

Processo de recuperação: Amalgamação em sistema aberto. Não há piscina de amalgamação nem central de amalgamação. A amalgamação leva cerca de meia hora.

Sistema de controle de emissão de mercúrio: queima em retorta, realizada de 15 a 20 vezes por mês. A queima leva cerca de uma hora.

Produção estimada: 2 kg de ouro por mês

Relações trabalhistas: São quatro trabalhadores na draga e uma cozinheira, que ganha salário fixo: 32 g de ouro. 03 trabalhadores ganham 4% da produção e o operador da draga ganha 5,5%. A renda média de cada trabalhador é de R\$ 9.000,00 - 10.000,00/mês. Trabalham 7 dias por semana, o ano todo e só param em dias santos.

Infraestrutura do garimpo: A draga possui dois dormitórios e dois sanitários. A eletricidade é obtida por meio de um gerador. Consome de 800 a 1.000 litros de diesel a cada 24 horas, 50 litros de óleo lubrificante e 5 botijões de gás por mês.

Obs.: Uma draga tem vida útil de 20 anos e custa R\$ 1.500.000,00. A peça que extrai o minério é chamada "abacaxi" e atinge uma profundidade de 15 metros. A manutenção é realizada de 24 a 40 horas. Existe a percepção que em "rocha pura" não é encontrado ouro, mas sim no "mucurundu" que é um aglomerado de areia e cascalho. Após retirar o dinheiro dos pagamentos, 90% do restante é destinado a manutenção. O valor de mercado do ouro é de R\$ 108,00. Utiliza cerca de 1-1,5 kg/ano de Hg e pagam R\$ 600,00/kg. Utilizam a água do rio para banho e limpeza e água mineral para beber.

ANEXO III: FOTOS

A seguir são mostradas algumas fotos, a título de ilustração, das áreas de lavra e do processamento mineral das MAPEO visitadas.



Foto 1. Fase de desmatamento para avanço de frente de lavra em minério secundário



Foto 2. Sistema de lavra do minério secundário: escavadeira e desmonte hidráulico com uso de jato d'água, draga e mangueiras para envio da polpa às calhas rifladas, concentradoras



Foto 3. Sistema de lavra, de maior porte (em relação a foto anterior), do minério secundário, com escavadeira



Foto 4. Frente de lava de rejeitos de minério secundário



Foto 5. Frente de lava de minério primário



Foto 6. Frente de lava de minério primário utilizando desmonte manual



Foto 7. Mina subterrânea de minério primário com acesso por plano inclinado



Foto 8. Mina subterrânea de minério primário com acesso por Shaft



Foto 9. Garimpo de draga, em leito de rio



Foto 10. Calha riflada em draga de leito de rio



Foto 11. Sistema de concentração de minério em draga de leito de rio



Foto 12. Sistema de bombeamento de água para formação da polpa na lavra e posterior concentração em calhas rifladas



Foto 13. Calha riflada para a concentração gravítica do ouro



Foto 14. Detalhe de uma calha riflada de maior porte (em comparação a foto anterior)



Foto 15. Retirada dos tapetes da calha riflada com o concentrado sendo contido em tambor



Foto 16. "Cochim" e calha com carpete utilizada para concentração do minério



Foto 17. Amalgamação do concentrado de minério secundário



Foto 18. Bateamento do amálgama em tanques de contenção na Central de Amalgamação



Foto 19. Central de Amalgamação, com tambores amalgamadores



Foto 20. Moinho de martelo para processamento de minério primário e calha riflada



Foto 21. Moinho de martelo para processamento de minério primário



Foto 22. Centrífuga ao final de calha riflada para recuperação de ouro fino



Foto 23. Sistema de placas amalgamadoras que recebem os rejeitos do minério secundário processado e o minério primário, britado e moído em moinho de martelo



Foto 24. Placa amalgamadora



Foto 25. Utilização de água na placa amalgamadora



Foto 26. "Cochim" e calha com carpete



Foto 27. Rejeito da palca amalgamadora



Foto 28. Raspagem da placa amalgamadora



Foto 29. Queima do alalgama resultante da placa amalgamadora



Foto 8. Tanque para bateamento do amálgama em uma Central de Amalgamação



Foto 31. Outro modelo de tanque para bateamento do amálgama



Foto 32. Recuperação do Mercúrio pela técnica de “filtragem” em pano



Foto 33. Recuperação do Mercúrio utilizando o método de “filtragem” em pano, utilizando apenas uma bateia



Foto 34. Retorta para recuperação de Mercúrio durante a decomposição térmica do amálgama em Central de Amalgamação. Como consta apenas uma parede, de madeira, está é considerada aberta



Foto 35. Retorta para recuperação de Mercúrio durante a decomposição térmica do amálgama, em sala de alvenaria, fechada, com aberturas na parte superior das paredes



Foto 36 Recuperação de Mercúrio utilizando folhas de árvores



Foto 37. Recuperação de Mercúrio utilizando folhas de árvores



Foto 38. Capela com sistema para recuperação de Mercúrio durante a decomposição térmica do amálgama



Foto 39. Tratamento químico do amálgama



Foto 40 Queima após tratamento químico



Foto 41. Ouro esponja



Foto 42. Segunda queima realizada em capela, em casa de compra de ouro



Foto 43. Capela em uma casa compradora de ouro



Foto 44. Tonéis funcionando como “capela” em uma casa compradora de ouro, extensão de uma residência e ao lado de uma escola primária, para onde está voltada a saída dos gases da “capela”.



Foto 45. Rejeito de minério garimpado por faisqueiros para ser moído em moinho de martelo



Foto 46. Rejeito do processo dos faisqueiros
