PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

Panorama Nacional da Mineração Artesanal e de Pequena Escala de Ouro

Diagnóstico dos Aspectos Operacionais

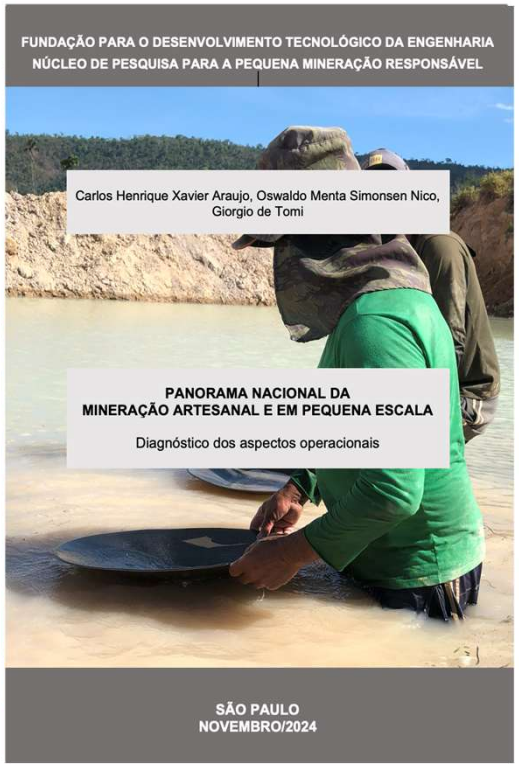
Giorgio de Tomi (Coordenador Técnico)
Carlos Henrique Xavier Araujo
Oswaldo Menta Simonsen Nico
Brasília, 30 de julho 2025

Foto: Equipe do Projeto

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

OBJETIVOS

- ✓ Apresentar o panorama atual da MAPE de ouro no Brasil, com foco nas práticas de lavra e beneficiamento.
- ✓ Analisar o uso do mercúrio na atividade para subsidiar o futuro Plano de Ação Nacional (PAN).
- ✓ Contribuir para o cumprimento dos compromissos do Brasil junto à Convenção de Minamata.



ESTRUTURA DO VOLUME

- ✓ Metodologia e Destaques
- ✓ Diagnóstico da MAPE de Ouro
  - ✓ Uso de Mercúrio e Práticas Banidas
  - ✓ Práticas de controle geológico
  - ✓ Uso de EPIs
  - ✓ Aspectos de Capacitação Técnica
- ✓ Resultados dos ensaios de recuperação

METODOLOGIA

METODOLOGIA

Definição das áreas de estudo

Triangulação de critérios:

- Dados geográficos (SIGMINE/ANM)
- Critérios técnicos da MAPE de ouro
- Articulação com stakeholders:
  - Lideranças de cooperativas
  - Órgãos publicos
  - Donos de garimpo
  - Associações
- Processos ativos de PLGs de ouro
- Regiões de concentração de garimpo

Coleta de dados

Coleta de dados primários:

- Questionários estruturados:
  - Caracterização frentes de lavra
  - Responsáveis da operação
  - Trabalhadores
- Observações técnicas da equipe
- Balanços metalúrgicos de ouro
- Balanços de massa de mercúrio
- Registros fotográficos

Coleta de dados secundários:

- Revisão de estudos técnicos
- Revisão de estudos acadêmicos
- Registros fotográficos

Organização e validação dos dados

Organização dos dados:

- Consolidação das informações
- Identificação das entrevistas
- Depuração, limpeza e estruturação

Validação dos dados:

- Revisão e conferência cruzada
- Consistência e integridade dos dados
- Análises estatísticas e analíticas

DESTAQUES DO DIAGNÓSTICO

INDICADORES DO DIAGNÓSTICO OPERACIONAL

Estados visitados pela equipe técnica

Equipe de campo multidisciplinar

Apoio das cooperativas garimpeiras

6 Campanhas de campo realizadas

43 Garimpos tecnicamente mapeados

51 Balanços de mercúrio em campo

23 Análises químicas de amostras

TIPO DE OPERAÇÕES VISITADAS

Lavra	Garimpo	Desmonte	Processamento	Amalgamação	Nº de operações
Lavra a céu aberto	Cava em baixão	Hidráulico	Concentração gravítica	Mercúrio adicionado ao concentrado	19
Lavra subaquática	Balsas em leito de rio	Sucção	Concentração gravítica		10
	Dragas em leito de rio	Sucção	Concentração gravítica		8
Lavra a céu aberto	Cava em bancadas	Mecânico	Britagem, moagem e concentração		4
Lavra subterrânea	Subterrâneo (filão)	Explosivos	Moagem	Mercúrio adicionado ao todo minério	2
				Total	**43**

POR QUE O MERCÚRCIO AINDA É UTILIZADO?

1. **Simplicidade**
   Extração rápida de ouro com técnica simples, de fácil aplicação no dia a dia

2. **Autonomia**
   Permite trabalhar sozinho, sem equipe ou processos complexos

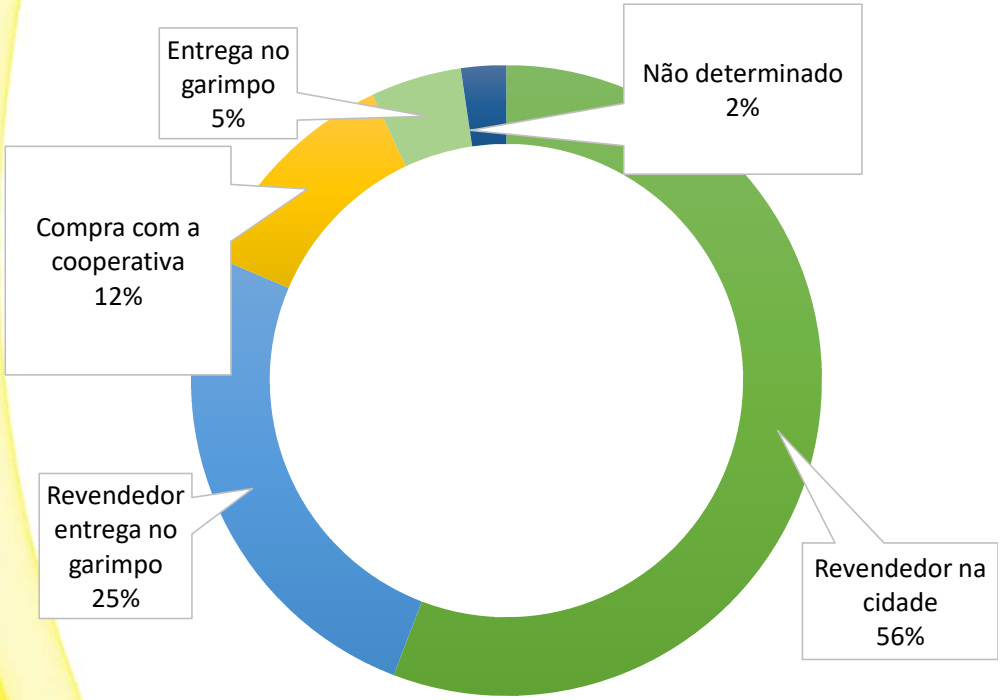
3. **Baixo custo**
   O mercúrio ainda é mais barato e acessível do que alternativas tecnológicas

4. **Falta de alternativas**
   Há escassez de tecnologias custo-efetivas e adaptadas à realidade da MAPE

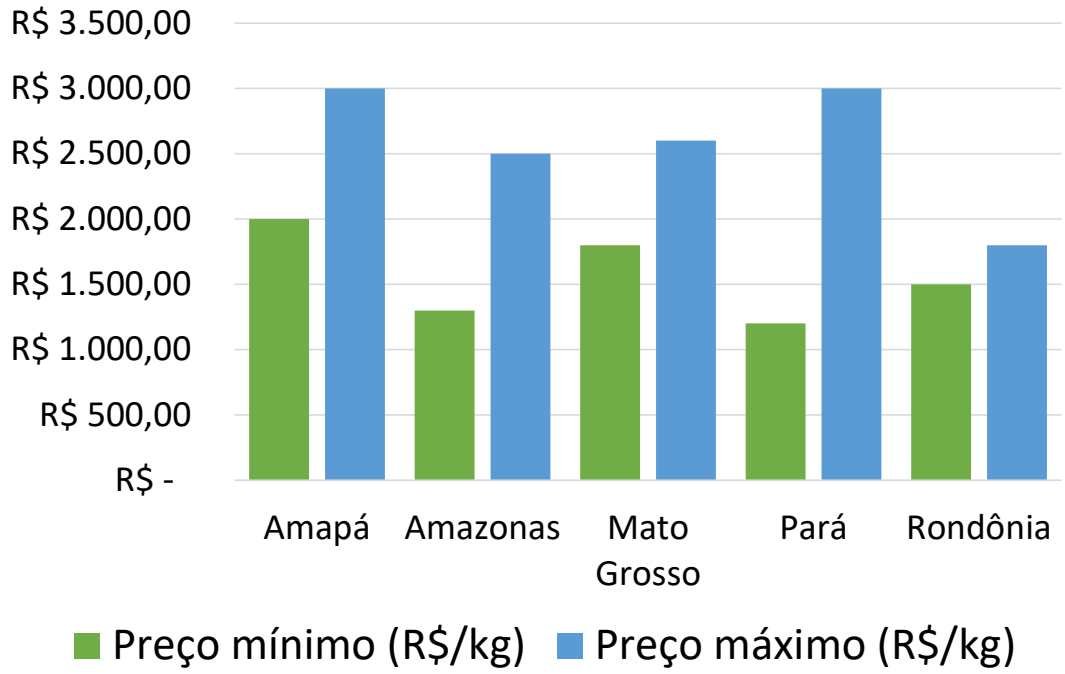
5. **Desinformação**
   Muitos garimpeiros não compreendem os riscos à saúde associados ao uso do mercúrio.

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

POR QUE O MERCÚRCIO AINDA É UTILIZADO?



Fontes de oferta do mercúrio mencionadas pelos responsáveis das operações (n=51)

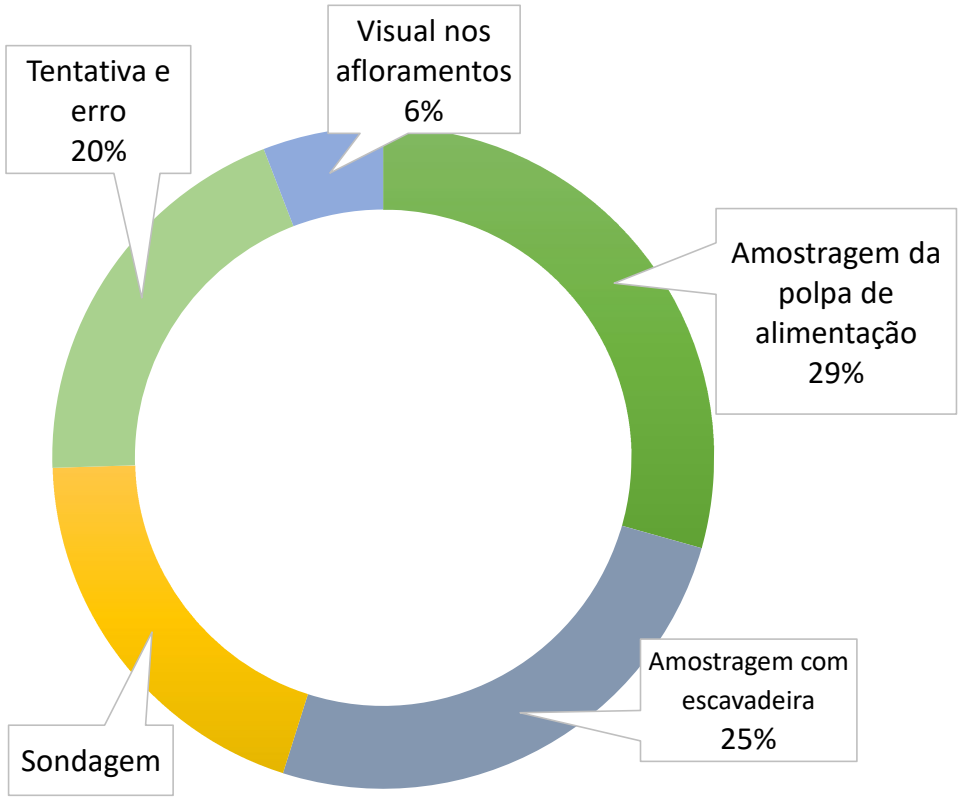


Preços mínimos e máximos na compra do mercúrio (R$/Kg)

RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO OPERACIONAL

DIAGNÓSTICO: CONTROLE GEOLÓGICO

- A escolha dos pontos de lavra é feita com base na **experiência dos operadores**, sem apoio técnico formal.
- No Amazonas, as balsas se concentram em áreas com **histórico de produção aurífera** e em zonas naturais de sedimentação.
- Em operações de draga, a presença de ouro é verificada por **amostragem direta da polpa**.
- Em garimpos de baixão no Pará e Mato Grosso, **escavadeiras são usadas para testar o minério** antes do avanço da lavra.
- A **tentativa e erro** é comum e eleva os custos operacionais, reduzindo a eficiência da mineração.



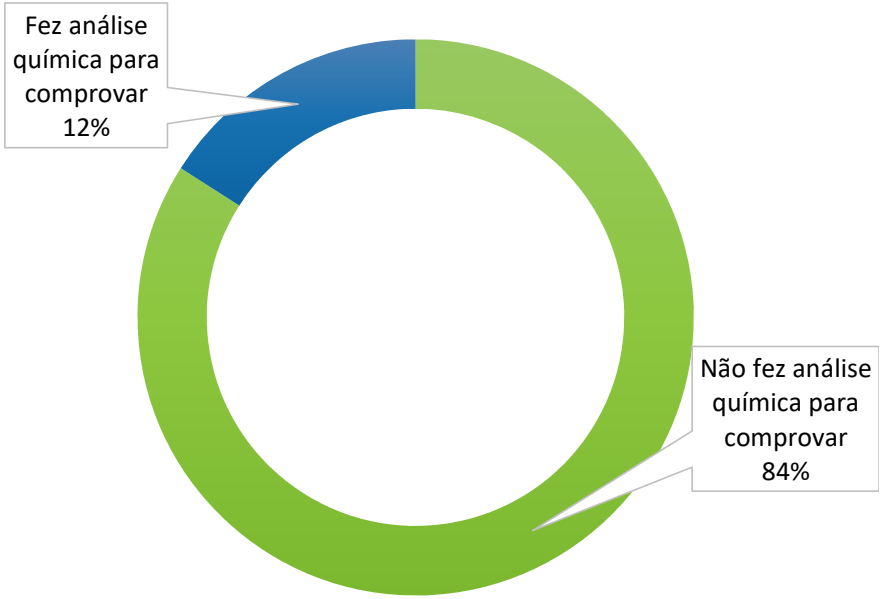
Baseado nas entrevistas com os donos das operações (n=51)

DIAGNÓSTICO: EFICIÊNCIA NA RECUPERAÇÃO

Recuperação de ouro

Faixa de eficiência mencionada pelos donos e supervisores das operações (n= 51).

Percepção da eficiência	%
entre 80 e 100%	37%
não sabe	35%
entre 40 e 60%	10%
entre 60 e 80%	8%
menos de 20%	6%
entre 20 e 40%	4%



Análises químicas?

A maioria dos entrevistados (n= 51) estima a recuperação de ouro com base em suposições, sem comprovação analítica.

DIAGNÓSTICO: PRÁTICAS BANIDAS

Das **46 operações visitadas** durante o Projeto Ouro sem Mercúrio, **21 (45%) apresentaram uma ou mais práticas proibidas** pela **Convenção de Minamata**, incluindo queima de amálgama a céu aberto, amalgamação de todo o minério e processamento de rejeitos por cianetação.

Amalgamação do minério bruto

Queima a céu aberto de amálgama

Queima de amálgama em áreas residenciais

Adição de cianeto sem remoção prévia do mercúrio

DIAGNÓSTICO: PRÁTICAS BANIDAS

Práticas proibidas pela Convenção de Minamata (n = 46)

Práticas observadas em campo	Total
Nenhuma das 4 práticas	25
Queima de amálgama a céu aberto	15
Queima de amálgama em área residencial	1
Amalgamação de todo o minério	2
Amalgamação de todo o minério com queima a céu aberto	2
Lixiviação de cianeto de rejeitos	1
Total	**46**

- Foi observado um caso em que a ***queima ocorre dentro de residência***
- ***Latas de conserva*** são usadas como ***recipientes improvisados*** para queima do amálgama
- Alguns operadores usam ***fogões domésticos*** para a queima do amálgama
- A ***falta de acesso e o desinteresse no uso de retortas*** foram as principais justificativas

DIAGNÓSTICO: PRÁTICAS DE USO DO MERCÚRIO

Técnicas de amalgamação observadas em campo:

1

Amalgamação do concentrado

Adição de mercúrio nos concentrados dos processos gravíticos

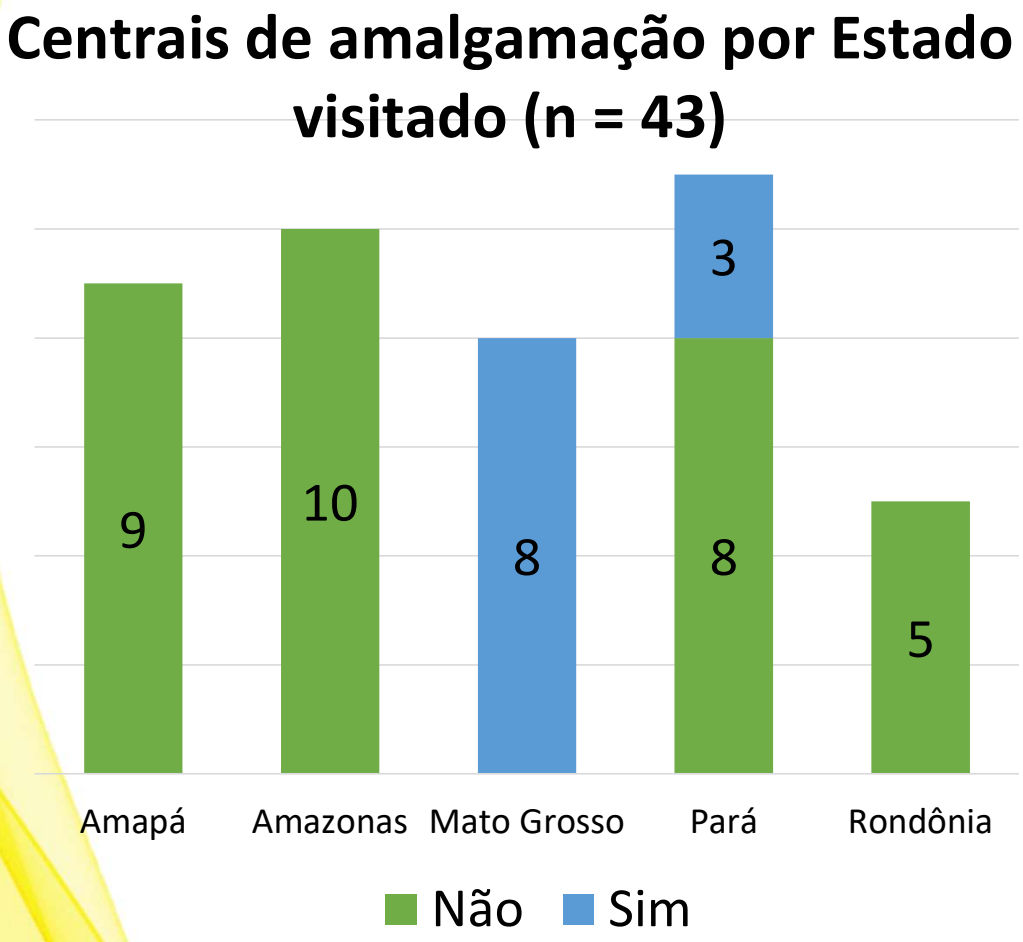
2

Amalgamação de todo o minério

Adição de mercúrio no fluxo contínuo de polpa no circuito de moagem.

Fotos: Carlos Henrique Xavier Araujo

DIAGNÓSTICO: CENTRAIS DE AMALGAMAÇÃO



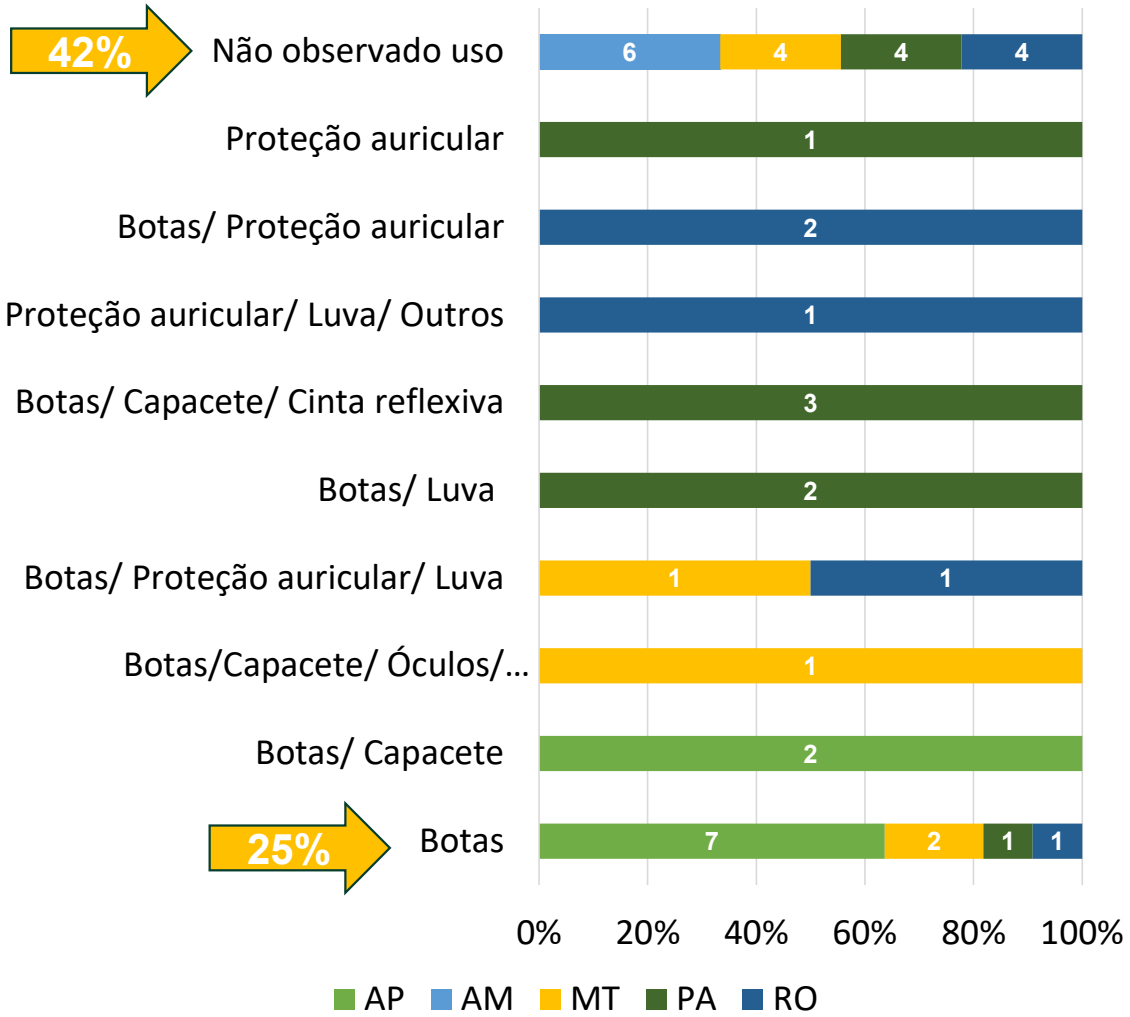
23% das operações visitadas (11 de 43) utilizam **centrais de amalgamação**, enquanto **77%** (32 de 43) **não adotam** essa prática.

Entre as operações **com centrais instaladas**, verificaram-se variações na infraestrutura, na disposição dos tanques e na presença de sistemas de contenção, refletindo **diferentes níveis de adequação técnica e ambiental**.

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

DIAGNÓSTICO: USO DE EPIs EM FRENTES DE LAVRA

Uso de EPI nas frentes de lavra não é frequente como deveria ser, com os trabalhadores expostos aos riscos inerentes aos trabalhos desenvolvidos nas frentes de lavra



Panorama Nacional da Mineração Artesanal e em Pequena Escala de Ouro

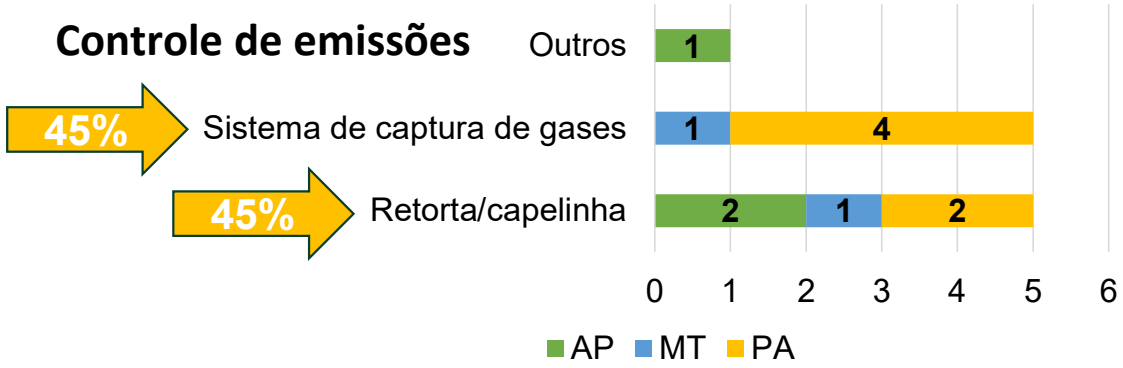
PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

DIAGNÓSTICO: USO DE EPIs EM CASAS DE COMPRA

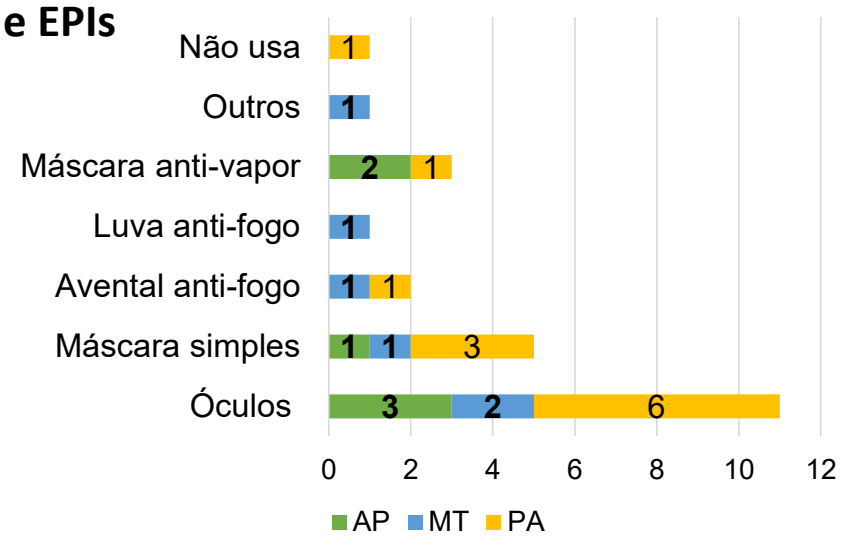
A maioria dos entrevistados disse nunca ter ficado doente por causa do mercúrio:

- **1 disse não saber**
- **1 disse ter feito teste para contaminação por mercúrio e deu negativo**
- **1 entrevistado disse nunca ter feito exame, mas que se fizer os resultados deverão estar acima da normalidade**

Controle de emissões

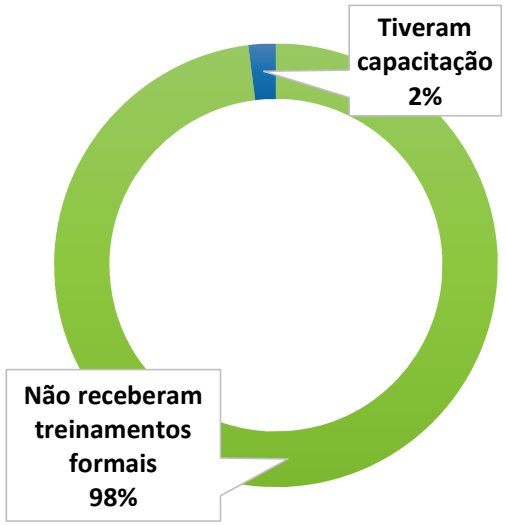


Uso de EPIs

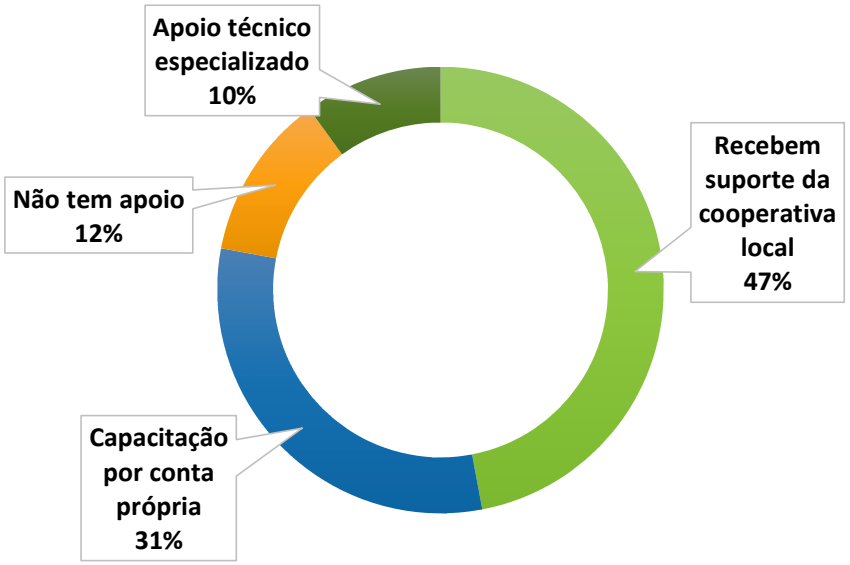


DIAGNÓSTICO: CAPACITAÇÃO TÉCNICA

Relatos dos trabalhadores sobre capacitação técnica (n = 1051)



Relatos dos donos(as) de operações sobre capacitação técnica (n = 1051)



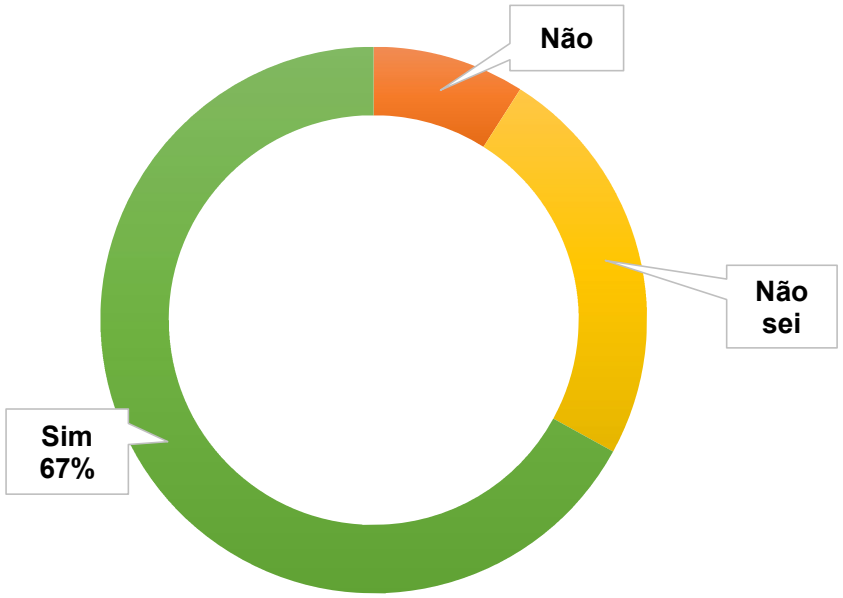
DIAGNÓSTICO: CAPACITAÇÃO TÉCNICA

Ao serem questionados sobre o uso de técnicas sem mercúrio, alguns entrevistados ***reagiram com surpresa e curiosidade***.

Apesar de algumas dúvidas, a ***maioria demonstrou abertura para conhecer e discutir alternativas***.

Isso demonstra que há espaço para avançar com ***programas de disseminação de práticas mais seguras e sustentáveis*** na MAPE de ouro.

Interesse dos trabalhadores sobre técnica para eliminação de mercúrio (n = 1.051)



ENSAIOS DE RECUPERAÇÃO DE OURO

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

PROTOCOLO DOS ENSAIOS DE RECUPERAÇÃO

Amostragem

- **Intervalo de coleta: 10 minutos**
- **Período de coleta: 2 horas**

Coleta de alimentação

Quarteamento

Envio das amostras para análises físico-químicas

SGS

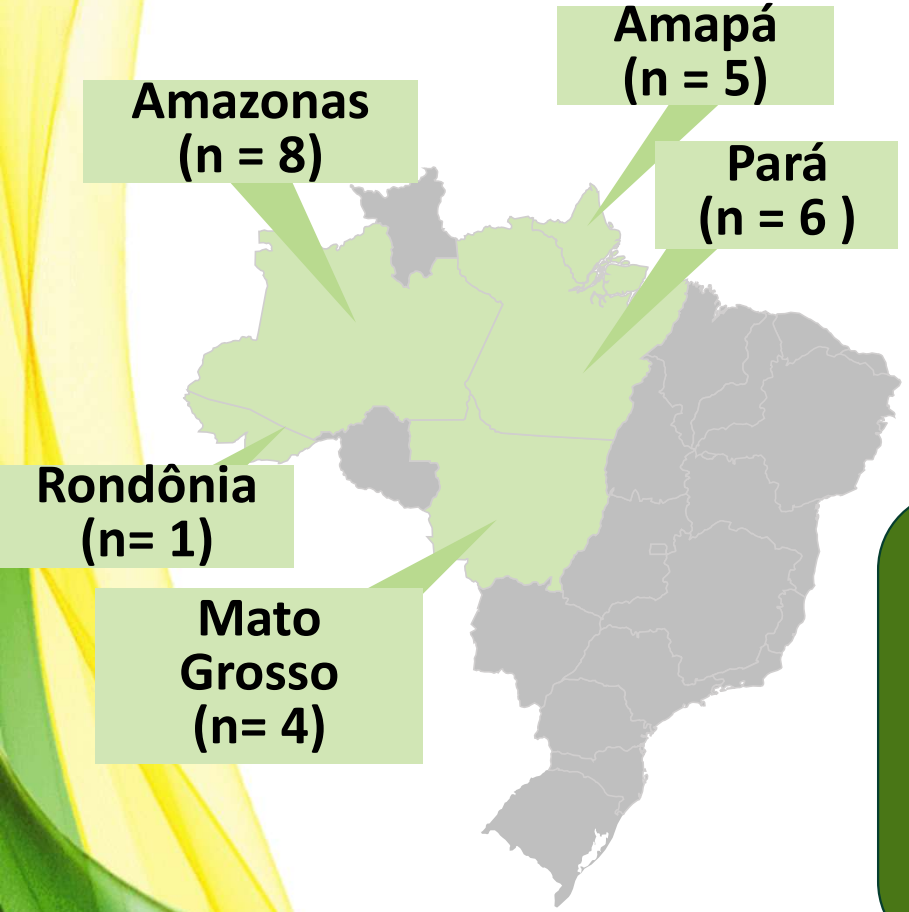
Coleta do rejeito

Identificação das amostras

Fotos: Carlos Henrique Xavier Araujo

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE RECUPERAÇÃO



Resultados do Balanço Metalúrgico (n=21)

Tipo de amostra	Nº de operações	% Au Recuperado
Minério coluvionar	8	45,5%
Minério eluvionar	13	48,8 %
Total (recuperação média)	**21**	**42,5 %**

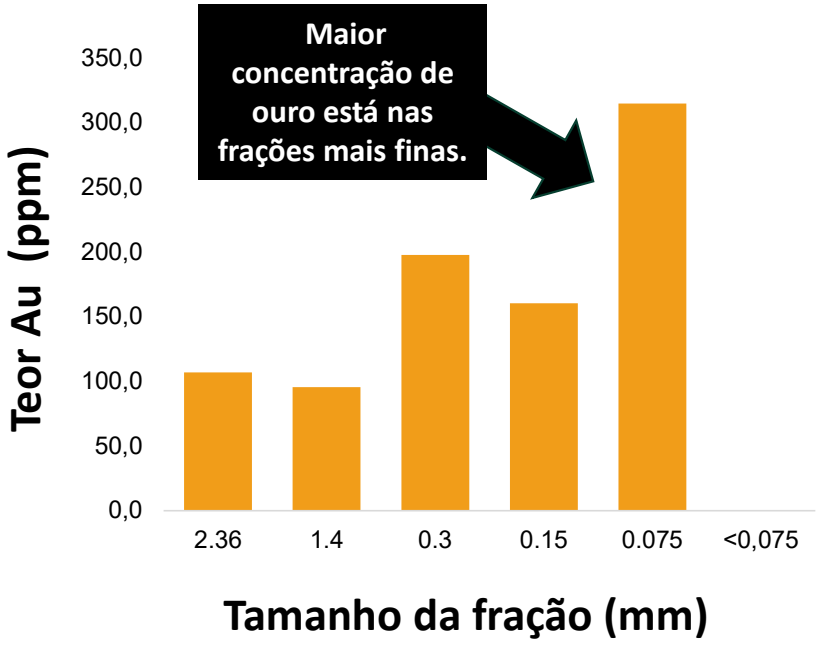
- ✓ Foram selecionadas **21 operações** para o cálculo do **balanço metalúrgico**, por atenderem aos critérios de representatividade para análise.
- ✓ A recuperação média de ouro foi de apenas **42,45%** indicando perdas significativas de ouro e de renda para os garimpeiros.

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

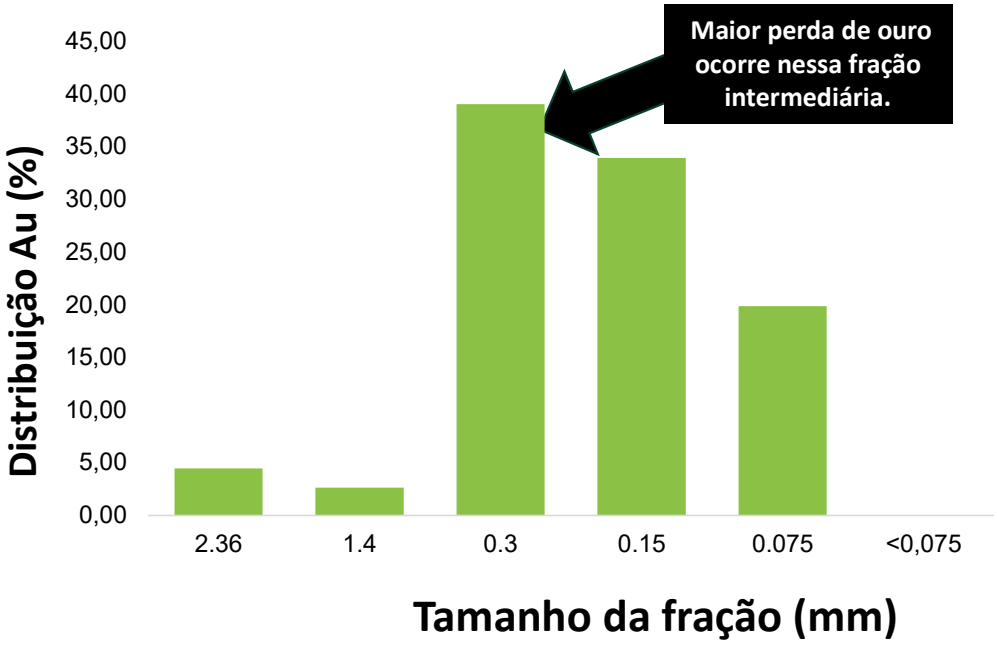
RESULTADOS DOS ENSAIOS DE RECUPERAÇÃO

Exemplo dos resultados das análises **do teor de alimentação** e **das perdas nos rejeitos amalgamados** no processo de amalgamação.

Teor de ouro nas frações granulométricas da amostra #8



Ouro perdido no rejeito de amalgamação da amostra #8



RESULTADOS DOS ENSAIOS DE RECUPERAÇÃO

- Confirmação da ***baixa eficiência*** na recuperação ***na amalgamação***.
- A amalgamação é ***ineficiente na captura de ouro fino*** (≤ 0,075 mm).
- Há ***perdas significativas*** de ouro no processo de concentração.
- Fatores que comprometem o processo:
  - **Desconhecimento do conceito de liberação do ouro.**
  - **Oxidação e esfarinhamento do mercúrio, que não adere ao ouro.**
- A ***ativação prévia*** do mercúrio pode ***melhorar a recuperação***.
- ***Priorizar tecnologias alternativas*** e boas práticas nas capacitações.

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

Panorama Nacional da Mineração Artesanal e de Pequena Escala de Ouro

Inventário das emissões e liberações de mercúrio

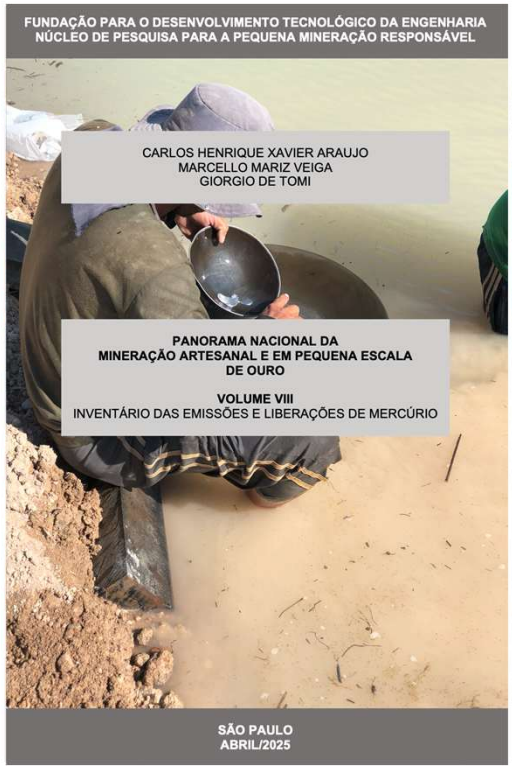
Carlos Henrique Xavier Araujo
Marcello Veiga
Giorgio de Tomi (Coordenador Técnico)
Brasília, 30 de julho 2025

Foto: Equipe do Projeto

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

OBJETIVOS

- ✓ Atualizar o inventário nacional de emissões e liberações de mercúrio da MAPE de ouro
- ✓ Utilizar dados primários coletados em campo durante o Projeto
- ✓ Aplicar a metodologia Nível 2 (versão 1.3) do toolkit do PNUMA



CONTEÚDO

- ✓ Metodologia e Destaques
- ✓ Resultados do Inventário
  - ✓ Amalgamação com retortas
  - ✓ Amalgamação sem retortas
  - ✓ Toolkit PNUMA
  - ✓ Estimativa das emissões
- ✓ Discussão e Comentários Finais

METODOLOGIA

METODOLOGIA

Definição das áreas de estudo

Coleta de dados

Organização e estruturação dos dados

Definição dos critérios amostrais

Validação dos dados

Análise e interpretação dos dados

Aplicação do Toolkit PNUMA Nível 2

METODOLOGIA: ESTIMATIVA DAS PERDAS

Procedimento para estimar as perdas de mercúrio nas operações avaliadas

Peso Hg que entra no processo → Peso Hg recuperado na filtragem → Peso do amálgama → Peso Hg recuperado com a retorta → Peso da massa do ouro doré após a queima do amálgama → Estimativa de emissões e liberações de Hg para o meio ambiente

$Hg_{perdido}:Au_{produzido}$

A razão foi a métrica utilizada para estimar as perdas de mercúrio na produção de ouro, representando a quantidade de mercúrio perdida para produzir 1 g de ouro.

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

METODOLOGIA: BALANÇO COM USO DE RETORTA

Processamento do material

Separação da amálgama e do mercúrio excedente

Amálgama

Amalgamação, mistura com motor elétrico

Mercúrio alimentado

Queima da amálgama

Doré

Mercúrio recuperado

METODOLOGIA: BALANÇO SEM USO DE RETORTA

Processamento do material

Separação da amálgama e do mercúrio excedente

Amálgama

Mercúrio alimentado

Amalgamação, mistura manual

Queima da amálgama sem retorta

Doré

DESTAQUES DO INVENTÁRIO

TÉCNICAS DE AMALGAMAÇÃO OBSERVADAS

1

Amalgamação do concentrado

Adição de mercúrio nos concentrados dos processos gravíticos

2

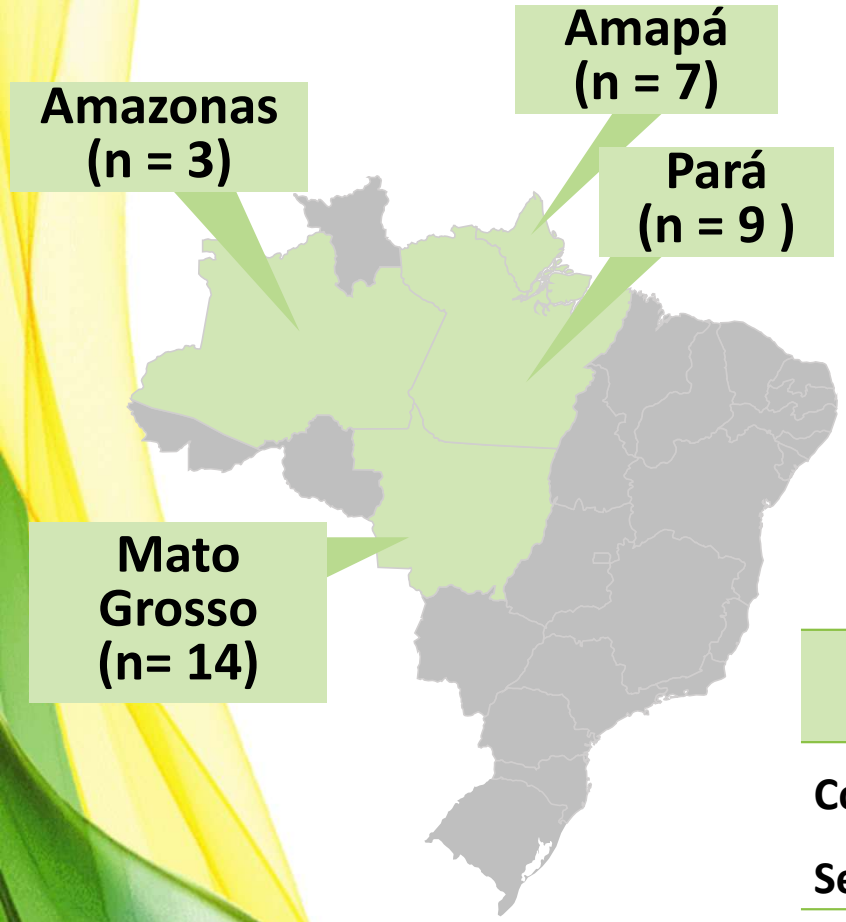
Amalgamação de todo o minério

Adição de mercúrio no fluxo contínuo de polpa no circuito de moagem.

Fotos: Carlos Henrique Xavier Araujo

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

INDICADORES DO INVENTÁRIO



Total de balanços de mercúrio válidos para o inventário

Estado	Queima do amálgama com uso de retortas	Queima do amálgama sem o uso de retortas	Total de balanços de mercúrio por Estado
Amapá	4	3	7
Amazonas	3	-	3
Mato Grosso	14	-	14
Pará	5	4	9
Total	**25**	**7**	**32**

Recuperação de mercúrio e a razão $Hg_{perdido}$:$Au_{produzido}$

Tipo de queima do amálgama	Mercúrio recuperado	Razão $Hg_{perdido}$:$Au_{produzido}$
Com uso de retortas	**98%**	**0,18**
Sem uso de retortas	**55%**	**0,63**

RESULTADOS DO INVENTÁRIO:
AMALGAMAÇÃO DE CONCENTRADOS COM RETORTA

RESULTADOS DO INVENTÁRIO

Emissões de mercúrio na queima de amálgama de concentrados com retortas

Parâmetros	Média %	Desvio Padrão %	2 x DP %
Mercúrio no amálgama	**34,4%**	20,3%	40,6%
Mercúrio recuperado na retorta em relação ao amálgama	**75,6%**	41,9%	83,8%
Mercúrio recuperado na filtração	**90,0%**	32,2%	64,3%
Mercúrio total recuperado	**98,1%**	34,9%	69,8%
Mercúrio perdido na retotargem	**0,4%**	1,9%	3,7%
Mercúrio perdido nos rejeitos	**1,6%**	0,8%	1,7%
Perda total de mercúrio	**2,0%**	0,9%	1,8%
Razão $Hg_{perdido}$:$Au_{produzido*}$	**0,170**	**0,133**	**0,266**

Principais parâmetros obtidos nas operações com retortas

RESULTADOS DO INVENTÁRIO

Emissões de mercúrio na queima de amálgama de concentrados com retortas

Eficiência das retortas:

- A eficiência das **retortas** foi de **76% de recuperação**, com variação entre **51% e 99%** (15 das 25 operações avaliadas com retortas).
- Os resultados são compatíveis com estudos anteriores (Castilhos e Domingos, 2018; Souza e Castilhos, 2016), que indicam média de **80% de recuperação** em campo e laboratório.

RESULTADOS DO INVENTÁRIO

Emissões de mercúrio na queima de amálgama de concentrados com retortas

Perdas nos rejeitos:

- Em média, **1,59%** do mercúrio foi perdido para os rejeitos.
- As perdas são causadas por separação ineficiente do amálgama dos minerais pesados (bateamento).

Razão Hg Au:

- A razão $\mathbf{Hg_{perdido}:Au_{produzido}}$ foi de **0,18**, acima do valor de referência para retortas (0,1).
- O resultado reflete perdas nos rejeitos, ineficiência das retortas e uso excessivo de mercúrio.

RESULTADOS DO INVENTÁRIO:
AMALGAMAÇÃO DE CONCENTRADOS SEM RETORTA

RESULTADOS DO INVENTÁRIO

Emissões de mercúrio na queima de amálgama de concentrados sem retortas

Parâmetros	Média %	Desvio Padrão %	2 x DP %
Mercúrio no amálgama	**20,9%**	15,4%	30,8%
Mercúrio recuperado na filtração	**40,0%**	18,1%	36,1%
Mercúrio total recuperado	**40,0%**	18,1%	36,1%
Mercúrio perdido por evaporação	**41,5%**	25,0%	50,0%
Mercúrio perdido nos rejeitos	**18,5%**	11,5%	23,0%
Perda total de mercúrio	**60,0%**	36,1%	72,2%
Razão $Hg_{perdido}$:$Au_{produzido}$	**0,630**	**0,418**	**0,836**

Principais parâmetros obtidos nas operações sem retortas

RESULTADOS DO INVENTÁRIO

Emissões de mercúrio na queima de amálgama de concentrados sem retortas

- A queima do amálgama sem retorta, realizada a céu aberto, é ***considerada a prática mais poluidora pela Convenção de Minamata*** e a mais frequentemente relatada nos Planos de Ação Nacional (NAPs).

- Em alguns casos, mesmo com a disponibilização de retortas, operadores abandonam o uso após falhas na sua operação ou por acreditarem que a queima direta é "mais rápida".

RESULTADOS DO INVENTÁRIO

Emissões de mercúrio na queima de amálgama de concentrados sem retortas

Perdas de mercúrio por evaporação:

- ***Perda média por evaporação foi de 41,5%*** do mercúrio alimentado.
- Resultado compatível com Cordy et al. (2011) de até 50% na Colômbia.

Perdas de mercúrio para os rejeitos:

- O ***mercúrio perdido nos rejeitos foi de 18,5%,*** sendo que a perda por evaporação foi de 41,5% e resultou em uma perda total média de 60%.
- Enquanto isso, operações com uso de retortas apresentaram perda média de apenas 2% nos rejeitos.

RESULTADOS DO INVENTÁRIO

Emissões de mercúrio na queima de amálgama de concentrados sem retortas

Razão $Hg_{perdido}$:$Au_{produzido}$

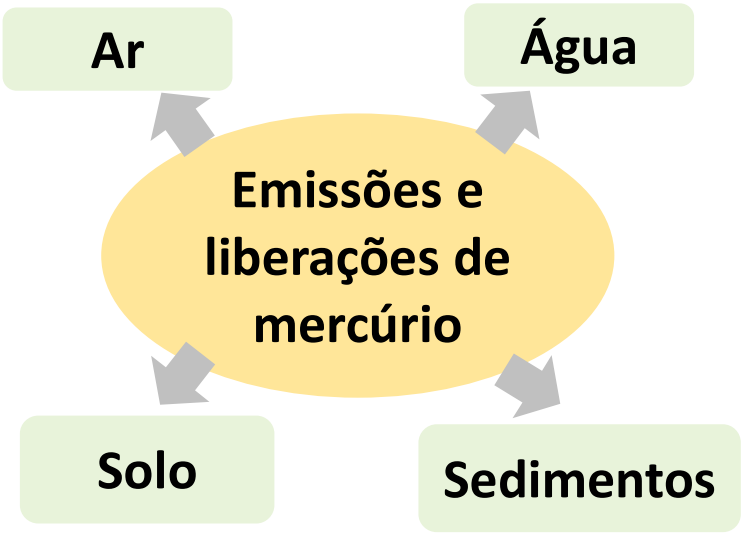
- A razão **$Hg_{perdido}$:$Au_{produzido}$** nas operações sem retortas foi de **0,63** ± 0,84, aproximadamente ***quatro vezes maior que o valor observado em operações com retortas*** (0,18).
- Esse valor se aproxima das estimativas internacionais para queima a céu aberto, em torno de 1,0 tendo sido **atenuado pela alta recuperação de mercúrio por filtração** nas operações avaliadas.

RESULTADOS DO INVENTÁRIO:
Estimativas de Emissão com Toolkit PNUMA Nível 2

RESULTADOS DO INVENTÁRIO: TOOLKIT

Estimativas de emissão com base no Toolkit PNUMA Nível 2

- Toolkit define ***fatores de distribuição*** de saída de mercúrio para estimar perdas em ar, solo e água. Esses fatores padrão podem ser ajustados com dados de campo.
- A partir dos dados de campo, a fração atmosférica foi estimada com base na proporção entre o mercúrio evaporado (ou escapado da retorta) e o total perdido.
- A fração solo/água foi calculada com base na massa de mercúrio nos rejeitos em relação à perda total.



Fonte: PNUMA (2015)

RESULTADOS DO INVENTÁRIO: TOOLKIT

Estimativas de emissão com base no Toolkit PNUMA Nível 2

Fatores-padrão de entrada de mercúrio do Toolkit PNUMA

Categoria de fonte	Tookit PNUMA	Dados de campo do Projeto	Descrição da categoria de fonte
Minério inteiro sem uso de retortas	5	3*	Extração do minério inteiro (sem uso de retorta)
Minério inteiro com uso de retortas	4.25	2*	Extração do minério inteiro e com o uso de retortas e reciclagem do mercúrio
Minério concentrado sem uso de retortas	1.3	0,63	Extração a partir de concentrado (sem uso de retorta)
Concentrado com uso de retortas	0.55	0,18	Extração a partir de concentrado e com o uso de retortas e reciclagem do mercúrio

(*) Fatores adotados a partir de estudos da literatura realizados na Amazônia

RESULTADOS DO INVENTÁRIO: TOOLKIT

Estimativas de emissão com base no Toolkit PNUMA Nível 2

Fatores-padrão de distribuição de mercúrio (kg de Hg/t) do Toolkit PNUMA

Categoria de fonte	Ar	Água	Terra
Minério inteiro sem uso de retortas	0,2	0,4	0,4
Minério inteiro com uso de retortas	0,06	0,47	0,47
Minério concentrado sem uso de retortas	0,77	0,12	0,11
Concentrado com uso de retortas	0,45	0,28	0,27

Fatores-padrão de distribuição de mercúrio (kg de Hg/t) obtidos no Projeto

Categoria de fonte	Ar	Solo/Água
Minério inteiro sem uso de retortas	0,51	0,49
Minério inteiro com uso de retortas	-	-
Minério concentrado sem uso de retortas	0,69	0,31
Concentrado com uso de retortas	0,20	0,80

RESULTADOS DO INVENTÁRIO: DISCUSSÃO

Estimativas de emissão com base no Toolkit PNUMA Nível 2

- As estimativas foram calculadas com base em **32 balanços de mercúrio** e dados secundários sobre produção de ouro e para os cenários previstos no Toolkit.
- Considerou-se a **produção anual média da MAPE de ouro entre 2020 e 2022** igual a **28,63 toneladas**.
- Essa produção de ouro foi distribuída entre os métodos de amalgamação observados em campo:
  - ❑**1%** – Amalgamação de todo o minério sem retorta
  - ❑**25%** – Amalgamação de concentrados sem retorta
  - ❑**74%** – Amalgamação de concentrados com retorta

RESULTADOS DO INVENTÁRIO: DISCUSSÃO

Estimativas de emissão com base no Toolkit PNUMA Nível 2

- Os fatores **$Hg_{perdido}$:$Au_{produzido}$** calculados no Projeto permitiram compor um fator único ponderado, adequado para subsidiar as estimativas nacionais de emissões e liberações de mercúrio com base em volumes de ouro produzido que reflitam com maior precisão as condições reais observadas.

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

RESULTADOS DO INVENTÁRIO: PERDA TOTAL

Estimativas de emissão com base no Toolkit PNUMA Nível 2

Estimativa de perda total de mercúrio em diferentes cenários de clandestinidade

Tipo de Amalgamação	Peso na produção de ouro %	Produção de ouro (t/a)	Hg:Au	Emissão e Liberação Combinadas de Hg (t/a)		
				Mínimo C=0%	Provável C=25%	Máximo C=33%
Todo minério sem retorta	1	0,29	3	**0,85**	1,07	1,14
Todo minério com retorta	-	-	2	-	-	-
De concentrado e sem o uso de retortas	25	7,13	0,63	4,43	5,62	5,98
De concentrado e com o uso de retortas	74	21,11	0,18	3,80	4,75	5,05
Total	**100%**	**28,54**		**9,15**	**11,44**	**12,17**
			Fator ponderado Hg:Au	**0,321**	**0,401**	**0,427**

RESULTADOS DO INVENTÁRIO: EMISSÃO+LIBERAÇÃO

Estimativas de emissão com base no Toolkit PNUMA Nível 2

Emissão e Liberação combinadas de Hg (ton) conforme cenários de clandestinidade

	Mínimo C=0%		Provável C=25%		Máximo C=33%	
Tipo de Amalgamação	**Emissões Hg, t/a**	**Liberações Hg, t/a**	**Emissões Hg, t/a**	**Liberações Hg, t/a**	**Emissões Hg, t/a**	**Liberações Hg, t/a**
Todo minério sem retorta	0,44	0,42	0,55	0,52	0,58	0,56
Todo minério com retorta	-	-	-	-	-	-
De concentrado e sem o uso de retortas	3,10	1,39	3,88	1,74	4,12	1,85
De concentrado e com o uso de retortas	0,76	3,04	0,95	3,80	1,01	4,04
Total	**4,30**	**4,85**	**5,37**	**6,07**	**5,72**	**6,45**
Fator ponderado Hg:Au	**0,470**	**0,530**	**0,470**	**0,530**	**0,470**	**0,530**

As perdas de mercúrio por meio receptor foram realizadas com base na distribuição das perdas entre emissões atmosféricas (ar) e liberações para solo, água, sedimentos e rejeitos, com ou sem contenção, conforme Castilhos e Domingos (2018).

RESULTADOS DO INVENTÁRIO: EMISSÃO+LIBERAÇÃO

Estimativas nos cenários de clandestinidade

Cenário Mínimo (C = 0%):

- Perdas totais: **9,15 t/ano**
- Emissões no ar: **4,30 t/ano**
- Liberação solo/água/rejeitos: **4,85 t/ano**
- Fator ponderado **$Hg_{perdido}$:$Au_{produzido}$: 0,321**
  - **0,470** para emissões atmosféricas
  - **0,530** para liberações em solo/água

Cenário Provável (C = 25%):

- Perdas totais: **11,44 t/ano**
- Emissões no ar: **5,37 t/ano**
- Liberação solo/água/rejeitos: **6.07 t/ano**
- Fator ponderado **$Hg_{perdido}$:$Au_{produzido}$: 0,401**
  - **0,470** para emissões atmosféricas
  - **0,530** para liberações em solo/água

Cenário Máximo (C = 33%):

- Perdas totais: **12,17 t/ano**
- Emissões no ar: **5,72 t/ano**
- Liberação solo/água/rejeitos: **6,55 t/ano**
- Fator ponderado **$Hg_{perdido}$:$Au_{produzido}$: 0,427**
  - **0,470** para emissões atmosféricas
  - **0,530** para liberações em solo/água

DISCUSSÃO E COMENTÁRIOS FINAIS

DISCUSSÃO: VARIAÇÃO DAS PERDAS DE MERCÚRIO

Cálculo conforme a **variação progressiva da proporção de garimpos com retortas**, de **100% a 0%**, para avaliar o impacto nas perdas anuais de mercúrio. As perdas totais estimadas pelos **dados de campo** variaram de **5,13 t/ano a 17,96 t/ano.**

Garimpos que usam retortas (%)	Garimpos que não usam retortas (%)	$Hg_{Perdido}$:$Au_{Produzido}$ Usam retortas	$Hg_{Perdido}$:$Au_{Produzido}$ Não usam retortas	Hg total Perdido (t/a) média 2020-2022
100	0	0,18	0,63	5,13
90	10	0,18	0,63	6,41
80	20	0,18	0,63	7,70
70	30	0,18	0,63	8,98
60	40	0,18	0,63	10,26
50	50	0,18	0,63	11,54
40	60	0,18	0,63	12,83
30	70	0,18	0,63	14,11
20	80	0,18	0,63	15,39
10	90	0,18	0,63	16,67
0	100	0,18	0,63	17,96

COMENTÁRIOS FINAIS A RESPEITO DO INVENTÁRIO

- Na metodologia Toolkit do PNUMA com produção média atual de ouro (2020–2022), as perdas totais de mercúrio variam entre **11,4 t/ano e 12,17 t/ano**.
- No cenário provável (C = 25%), o fator ponderado foi de **$Hg_{perdido}$:$Au_{produzido}$ = 0,401**
- A **informalidade** permanece como **principal fator crítico** nas emissões e liberações de mercúrio, associada ao uso inadequado de equipamentos (**especialmente RETORTAS**).
- Desde os anos 1990 houve avanços em ações para reduzir as emissões e liberações de mercúrio**, com iniciativas do CETEM, PRONAFOR, METAMAT e Cooperativas Garimpeiras,** mas é necessário introduzir políticas públicas e incentivos financeiros e institucionais para consolidar esses avanços.
- A transição para uma MAPE responsável exige **tecnologia, fiscalização, participação ativa e capacitação contínua.**

PLANO DE AÇÃO NACIONAL
OURO SEM MERCÚRIO

O Brasil será referência em MAPE de Ouro responsável

Faça parte dessa mudança!

Visite a página do Projeto!

Agradecido!

Prof. Giorgio de Tomi
Coordenador Técnico
articulacao@ourosemmercurio.com.br