



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS - CCH  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGGEO

**EDSON LOPES DA SILVA**

**GARIMPAGEM E CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR MERCÚRIO NA  
AMAZÔNIA:** uma abordagem a partir dos povoados Cipoeiro e Chega-Tudo em Centro  
Novo do Maranhão

São Luís - MA

2025

**EDSON LOPES DA SILVA**

**GARIMPAGEM E CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR MERCÚRIO NA  
AMAZÔNIA: uma abordagem a partir dos povoados Cipoeiro e Chega-Tudo em Centro  
Novo do Maranhão**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelino Silva Farias Filho

São Luís - MA

2025

**EDSON LOPES DA SILVA**

**GARIMPAGEM E CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR MERCÚRIO NA  
AMAZÔNIA: uma abordagem a partir dos povoados Cipoeiro e Chega-Tudo em Centro  
Novo do Maranhão**

Aprovada em: 24/11/2025

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Marcelino Silva Farias Filho (Presidente)  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Prof. Dr. José Sampaio de Mattos Júnior (examinador)  
Universidade Estadual do Maranhão -UEMA

---

Prof. Dr. Ronaldo Barros Sodré (examinador)  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Prof. Dr. Marcio José Celeri (suplente)  
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Lopes da Silva, Edson.

GARIMPAGEM E CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR MERCÚRIO NA  
AMAZÔNIA: : uma abordagem a partir dos povoados Cipoeiro e  
Chega-Tudo em Centro Novo do Maranhão / Edson Lopes da  
Silva. - 2025.

91 p.

Orientador(a): Marcelino Silva Farias Filho.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Geografia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís,  
2025.

1. Mineração Ilegal. 2. Vulnerabilidade  
Socioambiental. 3. Amazônia Maranhense. 4. Centro Novo  
do Maranhão. I. Silva Farias Filho, Marcelino. II.  
Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu Deus pela vida e oportunidades;

À Universidade Federal do Maranhão por oportunizar a realização do Mestrado em Geografia

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelino Silva Farias Filho, por aceitar o desafio de me orientar e pelas contribuições muito significantes neste trabalho e ao longo da minha vivência acadêmica na UFMA;

À Secretaria de Estado da Educação do Estado do Maranhão e Secretaria Municipal de Educação de Centro Novo do Maranhão por oportunizarem a realização do Curso de Mestrado, mediante licença.

Aos gestores das escolas nas quais exerço a docência, pela compreensão durante o afastamento da sala de aula.

À minha esposa, Magdalinne da Silva Nascimento, pela parceria, amor e compreensão ao longo da realização do Curso. Às minhas filhas, Dâmares e Débora, pela compreensão nos momentos de afastamento do âmbito familiar e pelo amor incondicional.

Aos meus pais, irmãos e amigos, pelo incentivo e compreensão pela ausência nos momentos em que tive que me ausentar em função das atividades da graduação.

A todos que aqui não foram mencionados, mas que de algum modo contribuíram para a conclusão deste curso e conquista de mais uma grande vitória.

## RESUMO

A garimpagem de ouro na Amazônia configura uma das atividades econômicas mais degradantes do meio ambiente, especialmente pelo uso do mercúrio (Hg) como agente de amalgamação, substância altamente tóxica e persistente. No município de Centro Novo do Maranhão, situado na Amazônia Maranhense, essa prática permanece como alternativa de subsistência, sobretudo nos povoados de Chega-Tudo e Cipoeiro, onde a exploração artesanal do ouro ocorre de forma ilegal, sem controle ambiental e sanitário. Tal contexto suscita preocupações quanto à contaminação de sedimentos, águas e organismos aquáticos, com repercussões diretas sobre a saúde humana e a segurança alimentar. O objetivo desta pesquisa foi analisar os níveis de contaminação por mercúrio em sedimentos, águas e pescado nas áreas sob influência de garimpos em Centro Novo do Maranhão, identificando os impactos ambientais e sociais decorrentes da garimpagem e suas implicações para as comunidades locais. A metodologia adotada baseou-se em uma abordagem geossistêmica e dialética, integrando dimensões naturais e sociais da paisagem. Foram realizadas entrevistas com 49 moradores de povoados adjacentes aos garimpos e coletas de oito amostras de sedimentos, oito de água e uma de peixe (*Pseudoplatystoma corruscans*) em dois períodos sazonais (cheia e seca). Os resultados evidenciam níveis de mercúrio nas águas dos rios variando entre 0,012 e 0,6  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , indicando níveis de contaminação variando entre 10 % e 200%. Para os sedimentos, os níveis de contaminação variaram entre 0,016 e 19  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , valores que expressam uma contaminação entre 1382% e 3808% quando comparados aos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental brasileiro. A análise das entrevistas revelou que 51% dos moradores já trabalharam em garimpo, 67% reconhecem o garimpo como principal fonte de renda e 74% o associam a riscos à saúde e à contaminação dos rios. Os dados demonstram a dependência econômica e vulnerabilidade socioambiental da população dos povoados, refletindo a ausência de políticas públicas eficazes de controle e mitigação dos impactos da mineração ilegal. Os resultados reforçam a urgência de desenvolvimento de ações de educação ambiental, diversificação econômica e fiscalização efetiva, capazes de reduzir a exposição dos trabalhadores dos garimpos ao mercúrio e promover alternativas sustentáveis para as populações amazônicas.

**Palavras-chave:** Mineração ilegal; Vulnerabilidade socioambiental; Amazônia Maranhense; Centro Novo do Maranhão.

## ABSTRACT

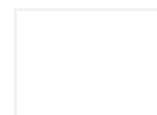
Gold mining in the Amazon is one of the most environmentally degrading economic activities, particularly due to the use of mercury (Hg) as an amalgamating agent, a highly toxic and persistent substance. In the municipality of Centro Novo do Maranhão, located in the Maranhão Amazon, this practice remains an alternative livelihood, especially in the villages of Chega-Tudo and Cipoeiro, where artisanal gold mining occurs illegally, without environmental and health controls. This context raises concerns about the contamination of sediments, water, and aquatic organisms, with direct repercussions on human health and food security. The objective of this research was to analyze the levels of mercury contamination in sediments, water, and fish in areas affected by gold mining in Centro Novo do Maranhão, identifying the environmental and social impacts resulting from gold mining and their implications for local communities. The methodology adopted was based on a geosystemic and dialectical approach, integrating the natural and social dimensions of the landscape. Interviews were conducted with 49 residents of villages adjacent to the mining operations, and eight sediment samples, eight water samples, and one fish sample (*Pseudoplatystoma corruscans*) were collected during two seasonal periods (high and low seasons). The results showed mercury levels in river waters ranging from 0.012 to 0.6  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , indicating contamination levels ranging from 10% to 200%. Sediment contamination levels ranged from 0.016 to 19  $\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ , representing contamination levels between 1382% and 3808% when compared to the limits established by Brazilian environmental legislation. Analysis of the interviews revealed that 51% of residents had worked in mining, 67% recognized mining as their main source of income, and 74% associated it with health risks and river contamination. The data demonstrate the coexistence of economic dependence and socio-environmental vulnerability, reflecting the lack of effective public policies to control and mitigate the impacts of illegal mining. The results reinforce the urgent need to develop environmental education, economic diversification, and effective oversight initiatives capable of reducing the exposure of mining workers to mercury and promoting sustainable alternatives for the Amazonian population.

**Keywords:** Illegal Mining; Socio-environmental vulnerability; Maranhão Amazon; Centro Novo do Maranhão.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Mapa 01: Localização do Município de Centro Novo do Maranhão.....   | 14 |
| Mapa 02: Localização do Município de Centro Novo do Maranhão.....   | 15 |
| Figura 01: Amostras de água e sedimentos coletadas.....   | 17 |
| Figura 02: Procedimento de coleta de amostras de sedimentos .....   | 18 |
| Figura 03: Procedimento de coleta de água no Riacho Cachoeira.....  | 19 |
| Mapa 03: Mapa de localização dos pontos de coleta – Centro Novo do Maranhão e<br>Junco do Maranhão.....                 | 20 |
| Figura 05: Surubim ( <i>Pseudoplatystoma</i> sp.) capturado para extração<br>de amostras.....                           | 22 |
| Figura 06: Configuração de cava de mina oriunda de extração de ouro em Cipoeiro<br>em Centro Novo do Maranhão.....      | 38 |
| Gráfico 01: Idade dos entrevistados.....  | 39 |
| Gráfico 02: Tempo de residência dos entrevistados.....  | 40 |
| Gráfico 03: Profissão/ocupação dos entrevistados.....   | 41 |
| Gráfico 04: Já trabalhou em garimpo.....  | 42 |
| Gráfico 05: Grau de escolaridade dos entrevistados.....   | 43 |
| Gráfico 06: Como você percebe o garimpo do ouro no cenário econômico do<br>povoado?.....                                | 45 |
| Gráfico 07: Aspectos legais da mineração na percepção dos moradores .....   | 46 |
| Gráfico 08: Percepção dos moradores sobre a extinção ou legalização da<br>mineração do ouro nos povoados.....           | 48 |
| Gráfico 09: As operações de fiscalização de combate aos garimpos ilegais<br>impactam negativamente as comunidades?..... | 49 |
| Gráfico 10: Aumento da violência após as operações de fiscalização no<br>Garimpo.....                                   | 50 |
| Gráfico 11: Como você julga as operações de fiscalização no garimpo.....  | 50 |
| Gráfico 12: Já utilizou ou conhece alguém da família que utiliza mercúrio em<br>atividade garimpeira.....               | 52 |
| Gráfico 13: Você conhece as formas de uso do mercúrio no garimpo?.....  | 53 |
| Gráfico 14: Acesso às informações sobre riscos de contaminação por mercúrio<br>em áreas de garimpo.....                 | 54 |
| Gráfico 15: A atividade de mineração deve ser realizada por empresas no<br>município?.....                              | 54 |
| Gráfico 16: Quem é responsável por autorizar a entrada de empresas para explorar<br>o ouro no município?.....           | 56 |
| Gráfico 17: A entrada de empresas na exploração de ouro influenciaria de que<br>modo?.....                              | 57 |
| Gráfico 18: As empresas respeitariam os ambientes e as comunidades, se<br>instaladas em Centro Novo do Maranhão?.....   | 58 |
| Gráfico 19: Você já percebeu alguma mudança na água dos rios ou igarapés<br>próximos?.....                              | 59 |
| Gráfico 20: O mercúrio pode gerar contaminação de água, sedimentos e<br>alimentos?.....                                 | 60 |





## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES: continuação**

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 21: Você já presenciou ou ouviu relato sobre a morte de peixes decorrente de contaminação dos rios por mercúrio.....   | 61 |
| Gráfico 22: Já teve ou tem problema de saúde relacionado à contaminação por mercúrio.....                                      | 62 |
| Gráfico 23: Interesse dos entrevistados em participarem de programa de Educação Ambiental.....                                 | 63 |
| Tabela 01: Teores de Hg nas amostras de água coletadas comparados aos parâmetros nacionais e internacionais.....               | 64 |
| Tabela 02: Concentração de mercúrio em sedimentos no Riacho Cachoeira e Rio Gurupi comparadas ao valor de efeito provável..... | 67 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>2 METODOLOGIA.....</b>  | <b>13</b> |
| 2.1 Método de abordagem .....  | 13        |
| 2.2 Localização da área de estudo .....  | 15        |
| 2.3 Etapas da pesquisa.....  | 18        |
| 2.3.1 Revisão bibliográfica .....  | 18        |
| 2.3.2 Aplicação de questionários em comunidades do entorno dos garimpos.....   | 18        |
| 2.3.4 Coleta de amostra de tecido animal para análise de contaminação por mercúrio .....   | 24        |
| <b>3 A PAISAGEM E A ANÁLISE AMBIENTAL APLICADAS ÀS ÁREAS DE GARIMPOS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA .....</b>  | <b>25</b> |
| 3.1 A Mineração Ilegal de Ouro na Amazônia e seus reflexos sobre a qualidade de vida das populações tradicionais.....                        | 28        |
| 3.2 O Uso do Mercúrio na Garimpagem e Seus Impactos Ambientais e à Saúde Humana .....  | 31        |
| <b>4 ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS DA GARIMPAGEM EM CENTRO NOVO DO MARANHÃO .....</b>   | <b>38</b> |
| 4.1 Aspectos Sociais dos Povoados Analisados e Sua Relação com a Garimpagem .....  | 41        |
| 4.2 Aspectos legais, importância econômica do garimpo e operações de fiscalização .....  | 47        |
| 4.3 Legalização, atividade empresarial e possíveis benefícios à população de Centro Novo do Maranhão .....                                   | 58        |
| 4.4 Contaminação de água e sedimentos fluviais em decorrência da exploração do ouro em Chega-Tudo e Cipoeiro na percepção dos moradores..... | 62        |
| 4.5 Contaminação ambiental por mercúrio em água, sedimentos e pescado nas áreas sob influência de garimpos em Centro Novo do Maranhão.....   | 67        |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>  | <b>74</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>76</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>86</b> |
| Anexo 01: Resolução CONAMA n.357, de 17 de março de 2005.....  | 87        |
| Anexo 02: Decisão de Diretoria CETESB n. 125/2021 de 09 de dezembro de 2021.....   | 88        |
| Anexo 3: Resolução RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013, da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) .....                            | 90        |

## 1 INTRODUÇÃO

A Geografia, enquanto ciência que investiga as relações entre sociedade e natureza, tem como desafio compreender as dinâmicas espaciais resultantes da apropriação dos recursos naturais. Nesse contexto, a mineração constitui uma das atividades econômicas mais impactantes sobre o meio ambiente amazônico, em razão da extração desordenada de recursos minerais, do uso de substâncias tóxicas, como o mercúrio, e das consequências socioambientais que afetam ecossistemas e comunidades tradicionais. O tema adquire relevância crescente diante da expansão da mineração ilegal na Amazônia e da intensificação dos conflitos territoriais e sanitários associados à degradação ambiental.

Na Amazônia Maranhense, o município de Centro Novo do Maranhão destaca-se como um dos territórios mais afetados por essa dinâmica. Criado em 1994 e localizado na mesorregião Oeste do Estado, o município possui área aproximada de 4.401 km<sup>2</sup> e uma população de 16.267 habitantes, dos quais mais de 69% residem na zona rural (IBGE, 2025). A economia local baseia-se na agricultura de subsistência e na pecuária, mas a garimpagem de ouro, mesmo ilegal, constitui importante fonte de renda para parte da população. A estrutura fundiária é marcada pela predominância de pequenas propriedades e pelo baixo nível de mecanização agrícola, o que limita o desenvolvimento econômico formal e contribui para a manutenção da dependência em relação às atividades de extração mineral.

O ambiente físico de Centro Novo do Maranhão integra a bacia do rio Gurupi situada no bioma amazônico, realidade em que uso indiscriminado de mercúrio nas atividades de extração do ouro tem provocado a contaminação de sedimentos e águas, afetando não apenas a biota aquática, mas também a saúde humana por meio da bioacumulação na cadeia alimentar.

Apesar das inúmeras denúncias e fiscalizações, o garimpo permanece ativo nos povoados Chega-Tudo e Cipoeiro, onde parte significativa da população está diretamente envolvida com a atividade ou dela depende economicamente. Tal cenário revela um quadro de contradição socioambiental, no qual a busca pela sobrevivência e o ganho imediato se contrapõem à conservação ambiental e à saúde coletiva. Assim, compreender a relação entre garimpagem, contaminação por mercúrio e condições de vida das populações afetadas torna-se fundamental para subsidiar políticas públicas e estratégias de mitigação dos impactos ambientais.

Diante desse contexto, esta dissertação tem por objetivo analisar a contaminação de sedimentos fluviais, da água e do pescado em áreas afetadas pelo garimpo de ouro no município

de Centro Novo do Maranhão, considerando a magnitude dos impactos ambientais e sociais decorrentes do uso de metais pesados e suas implicações para as comunidades locais.

A dissertação está organizada em quatro capítulos, além de introdução e considerações finais. O Capítulo 1, a Metodologia, abordando a fundamentação teórica, as etapas de campo e as técnicas de coleta e análise de dados. O Capítulo 2 reúne a revisão de literatura, com discussões sobre a paisagem como categoria de análise geográfica, a mineração ilegal na Amazônia e os efeitos do mercúrio sobre o ambiente e a saúde humana. O Capítulo 3 apresenta e discute os resultados da pesquisa empírica, incluindo dados quantitativos sobre contaminação ambiental e percepções sociais.

## **2 METODOLOGIA**

A categoria de análise adotada nesta dissertação foi paisagem, conceito central na Geografia por sua capacidade de integrar dimensões naturais, sociais e culturais na compreensão das transformações espaciais. A paisagem expressa a materialidade das relações entre sociedade e natureza, configurando-se como um produto histórico e dinâmico das ações humanas sobre o meio (Santos, 1996).

Para Bertrand (1972), toda paisagem é uma combinação instável e evolutiva de elementos físicos, biológicos e antrópicos, cuja interação gera sistemas ambientais em constante transformação.

No contexto desta pesquisa, a paisagem constituiu uma categoria analítica essencial para examinar as alterações ambientais provocadas pela atividade garimpeira, sobretudo no que se refere à destruição da cobertura vegetal e à consequente degradação do solo. A supressão da vegetação representa a primeira etapa de uma cadeia de impactos ambientais, promovendo erosão, perda de nutrientes e redução da biodiversidade (Campos, 2013). Essa transformação inicial, conforme observa Cunha e Wilson (2011), redefine a estrutura e a funcionalidade da paisagem, convertendo áreas naturais em espaços de intensa vulnerabilidade ambiental.

A abordagem da dinâmica da paisagem a partir da mineração, nesse sentido, permite compreender os impactos cumulativos e integrados da mineração artesanal sobre os sistemas ambientais. Ela não apenas revela os efeitos visíveis das intervenções humanas, mas também os processos ecológicos e sociais subjacentes, que comprometem a sustentabilidade territorial (Ross, 2006). Assim, a análise da paisagem como categoria geográfica se mostra indispensável para interpretar as múltiplas dimensões do garimpo, articulando as transformações físicas e simbólicas que moldam o espaço e as relações entre sociedade e natureza.

### **2.1 Método de abordagem**

A presente pesquisa adota a abordagem geossistêmica articulada ao método dialético como referência teórico-metodológica para a compreensão das transformações ambientais decorrentes da atividade garimpeira de ouro. Essa combinação metodológica permite analisar a paisagem como uma totalidade dinâmica, resultante da interação entre natureza e sociedade, em permanente processo de transformação.

A abordagem geossistêmica, derivada dos trabalhos de Sotchava (1977) e Bertrand (1972), considera o espaço geográfico como um sistema integrado, no qual os componentes físicos, biológicos e humanos mantêm relações interdependentes. Nessa perspectiva, a

paisagem é entendida como a expressão visível e material dessas interações, revelando tanto a estrutura natural quanto as ações antrópicas que a modelam. Para Bertrand (1972), o geossistema é uma unidade de análise que possibilita compreender o funcionamento e a evolução dos sistemas ambientais a partir de suas inter-relações, fluxos de energia e matéria.

No caso do garimpo de ouro, essa abordagem possibilita interpretar as alterações ambientais, como a supressão da vegetação, o assoreamento dos rios e a formação de cavas, como partes de um sistema em desequilíbrio em decorrência de variáveis sociais. No entanto, compreender tais transformações demanda também uma interpretação crítica das contradições sociais, econômicas e ambientais que condicionam essas práticas. É nesse ponto que o método dialético se torna complementar e necessário.

A dialética, conforme Marx (2011) e Santos (1996), parte da ideia de que a realidade é contraditória e em constante movimento. Aplicada à Geografia, ela permite compreender o espaço não como uma estrutura estática, mas como produto e condição das relações sociais. Assim, ao integrar o método dialético à abordagem geossistêmica, torna-se possível interpretar a paisagem como uma síntese de contradições, onde se confrontam a exploração dos recursos naturais e a conservação ambiental; o interesse imediato por um produto mineral e o equilíbrio de longo prazo; a necessidade de sobrevivência das populações locais e as demandas do mercado global por ouro.

Segundo Ross (2006), a integração entre a abordagem geossistêmica e a dialética possibilita uma leitura mais completa da realidade geográfica, pois une a análise funcional e espacial dos sistemas ambientais com a interpretação crítica das contradições sociais que impulsionam as mudanças. Essa convergência permite que a pesquisa sobre o garimpo não se limite à descrição dos impactos físicos, mas avance na compreensão das causas estruturais que sustentam a degradação ambiental, tais como a pobreza, a informalidade e a ausência de políticas públicas eficazes.

Assim, a adoção conjunta da dinâmica geossistêmica e da dialética oferece um arcabouço metodológico capaz de apreender a complexidade do fenômeno estudado. Enquanto o geossistema fornece os instrumentos para analisar a organização e o funcionamento dos elementos naturais e técnicos da paisagem, o método dialético permite interpretar as contradições sociais que se materializam nesse espaço, evidenciando o caráter histórico, conflitivo e transformador da relação sociedade-natureza.

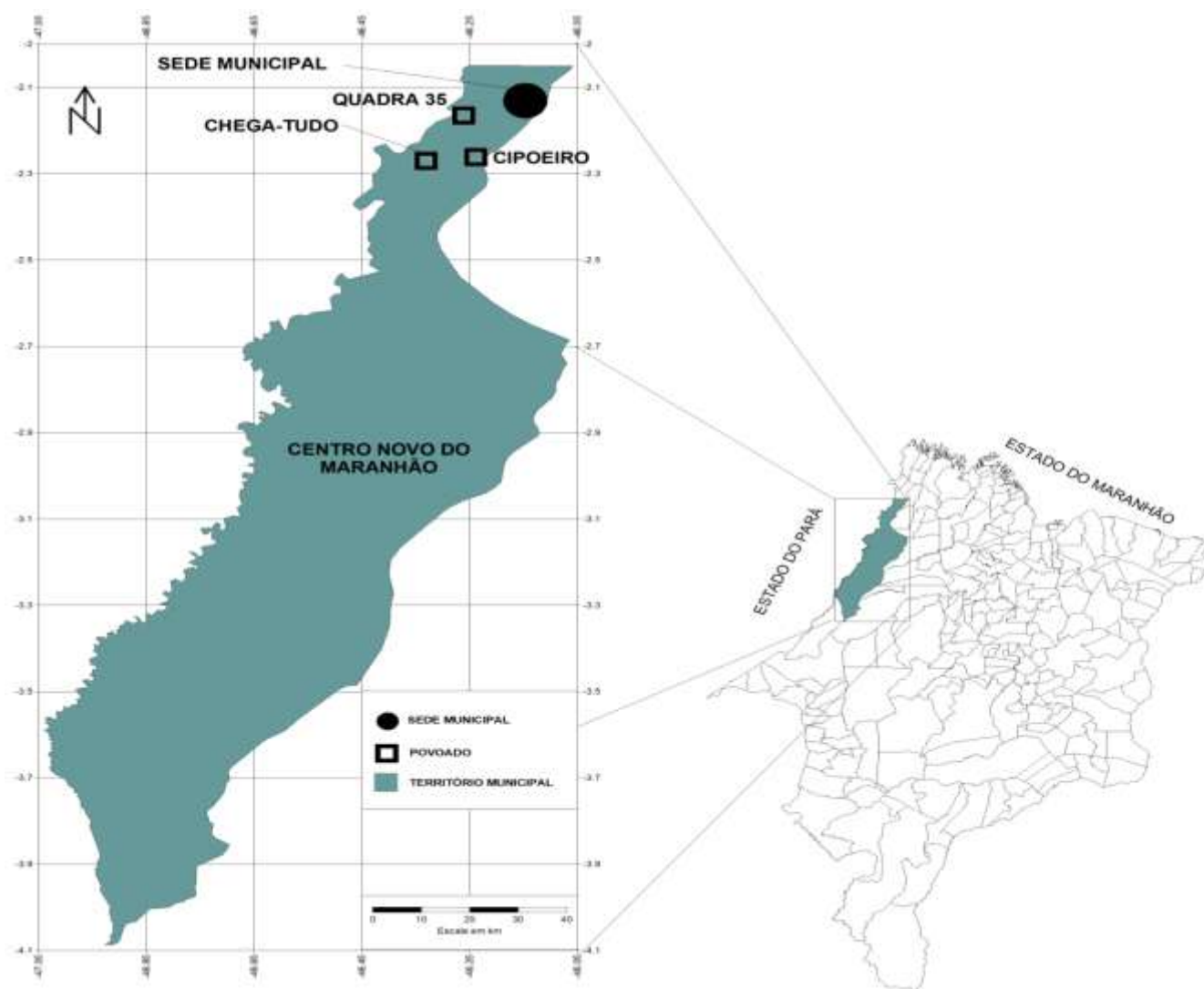
## **2.2 Localização da área de estudo**

A pesquisa foi realizada em Centro Novo do Maranhão, município situado na Amazônia Maranhense e que ocupa grande faixa de terra no oeste do Estado às margens esquerda do rio Gurupi, região que abriga formações geológicas como a Chega-Tudo e Pirabas, ambas vulcano-sedimentares e que apresentam significativos teores de ouro explorados ao longo dos séculos XX e XXI de forma ilegal por meio de garimpagem.

Centro Novo do Maranhão está situado no limite oeste do estado do Maranhão ocupando ampla faixa de terra às margens esquerda do rio Gurupi, indo desde Junco do Maranhão ao norte até Itinga do Maranhão, ao sul (Mapa 01). O município possui inúmeros povoados, mas Chega-Tudo e Cipoeiro (Mapa 02) ocupam posição de destaque por possuírem sua história de formação e dinâmica atual diretamente relacionados à garimpagem do ouro. Por possuírem jazidas abertas há década e ainda manterem número significativo de populares envolvidos com a garimpagem, estes dois povoados foram selecionados como áreas de pesquisa.

A garimpagem no local definiu grande parte do modelo e dinâmica econômica e populacional, mas também ocasionou/ocasiona os problemas socioambientais mais graves em diversos pontos do município relacionados à contaminação dos sedimentos, da água e de alimentos como o pescado, o que resulta em danos à saúde humana e ao equilíbrio ambiental. No Mapa 02 é possível visualizar a amplitude do problema ambiental, pelas vastas áreas com revolvimento de sedimentos e que tem desencadeado o assoreamento de um importante afluente do rio Gurupi, o riacho Cachoeira, aqui inserido com um dos locais de coleta de amostras de sedimentos e de água.

**Mapa 01:** Localização no município de Centro Novo do Maranhão



Fonte: Autoria própria, 2025.



**Mapa 02:** Localização dos povoados Cipoeiro e Chega-Tudo em Centro Novo do Maranhão



Fonte: Menezes, 2024.

## **2.3 Etapas da pesquisa**

### **2.3.1 Revisão bibliográfica**

Foi realizada pesquisa em sítios eletrônicos de revistas científicas, universidades e órgãos de pesquisa por meio de ferramentas de busca como o Google Acadêmico e a Science Direct e bancos de dados com do Ministérios de Meio Ambiente, Ministério da Saúde e IBGE sobre garimpagem, contaminação ambiental e riscos à saúde humana e equilíbrios dos ecossistemas. A revisão bibliográfica priorizou artigos científicos publicados em revista de melhor qualificação e alto impacto e de teses de doutorado e dissertações de mestrado, dando ênfase ao garimpo e seus impactos ambientais e legais e os danos à saúde humana na Amazônia brasileira.

### **2.3.2 Aplicação de questionários em comunidades do entorno dos garimpos**

Foram aplicados questionários (Apêndice 01) com 49 moradores dos povoados Chega-Tudo (44, no total), que possui a maior parte dos garimpos do município de Centro Novo do Maranhão e da Quadra 35 (5, no total) que está situada às margens do riacho Cachoeira, à jusante do garimpo. Os questionários foram aplicados durante as expedições e não foram realizadas entrevistas em Cipoeiro porque no ano de 2024 houve operação da Polícia Federal no garimpo que resulta na destruição de muitos equipamentos e máquinas que estavam nas cavas de mina e, em 2025, haviam boatos de realização de nova operação, o que deixou os moradores em situação de alerta e pouco receptivos a quaisquer pessoas estranha ao povoado, o que inviabilizou a aplicação de questionário.

As questões do instrumento de pesquisa eram fechadas e incluíram informações sobre: o perfil socioeconômico do entrevistado; a importância do garimpo como fonte de renda; o uso de mercúrio; a quantidade utilizada e os níveis de exposições dos trabalhadores e; a existência de sintomatologia típica de contaminação com estas substâncias, a exemplo de anemias, problemas no sistema nervoso e de circulação dentre outras.

A pesquisa incluiu homens e mulheres de idade entre 18 e 76 anos, escolhidos aleatoriamente utilizando-se como critério apenas a disponibilidade de responder ao questionário nos dias de aplicação do questionário.

Os questionários foram aplicados em dois períodos distintos que coincidiram com as coletas de amostras (dezembro de 2024 e julho de 2025) e contou com a participação de 03

alunos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC da Universidade Federal do Maranhão.

### 2.3.3 Coleta de amostras de solos e de água

Foram coletadas 4 amostras de sedimentos e 4 de água nos mesmos pontos selecionados em dois períodos distintos, totalizando 8 amostras de sedimentos, 8 amostras de água (4 para cada período) e uma de peixe na segunda coleta (Figura 01).

**Figura 01:** Amostras de água e sedimentos coletadas



Fonte: Dados da pesquisa/Junho de 2025

As amostras foram coletadas no final de dezembro de 2024 que coincide com o ápice da estiagem e vazão mínima dos rios locais e no final do mês de junho de 2025, que coincide com o final do período chuvoso e com o maior volume de água nos rios. Os sedimentos foram coletados com trado e acondicionados em sacos plásticos e depois identificados com etiquetas (Figura 02). As amostras de águas foram coletadas em frascos de 500 mL esterilizados e identificados com pincéis marcadores permanentes.

**Figura 02:** Procedimento de coleta de amostras de sedimentos



Fonte: Dados da pesquisa, dezembro de 2024.

As amostras de água foram coletadas logo abaixo da superfície da água, excluindo-se materiais flutuantes (Figura 03).



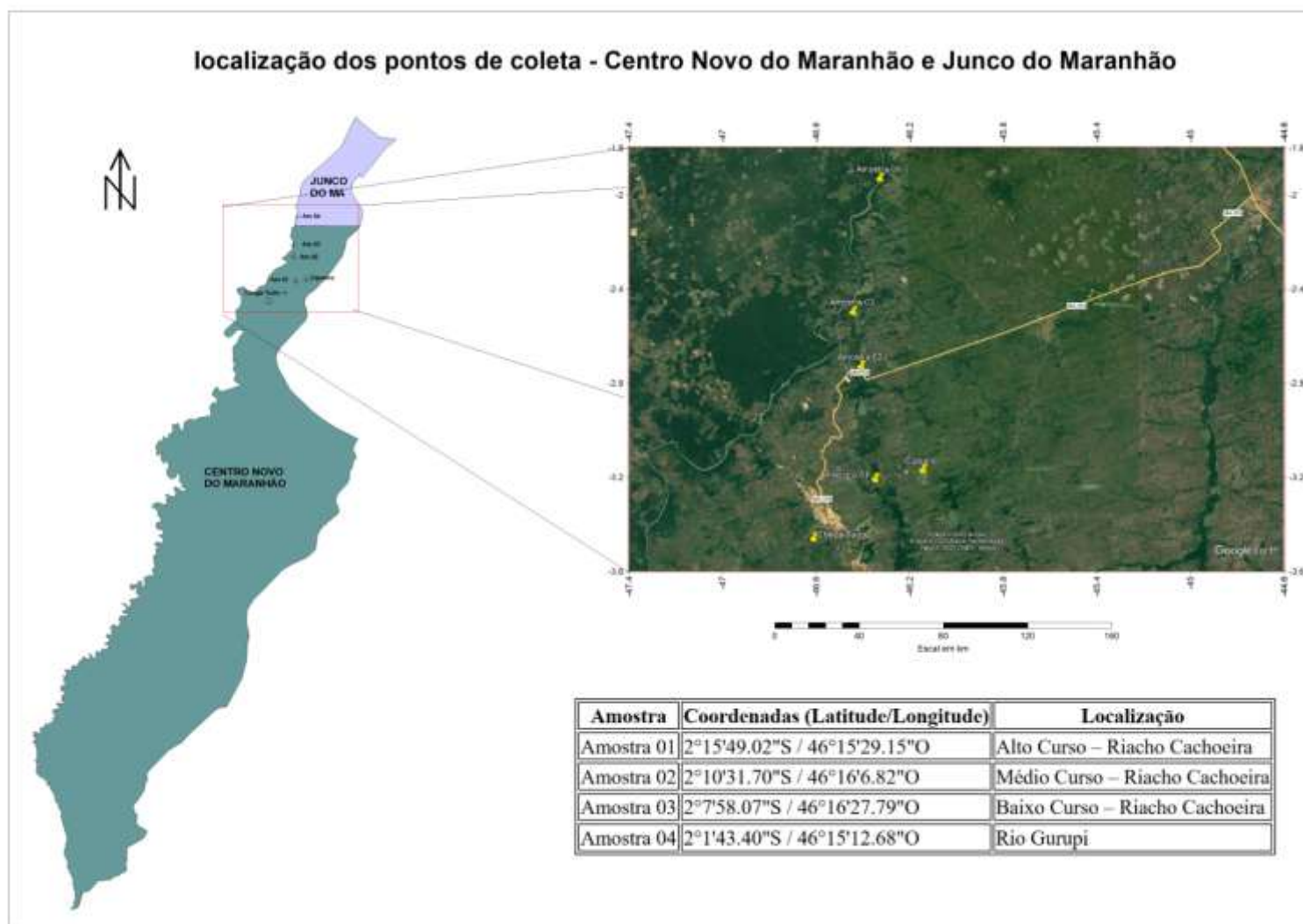
**Figura 03:** Procedimento de coleta de água no Riacho Cachoeira



Fonte: Dados da pesquisa/Dezembro de 2024

No riacho Cachoeira, foram coletadas 3 amostras, sendo uma coletada no alto curso, próximo aos garimpos, uma no médio curso e outra no baixo curso, próximo à desembocadura, no encontro com o rio Gurupi. A quarta amostra foi coletada no rio Gurupi, próximo ao povoado Jutaitiua, composto principalmente de pescadores. (Mapa 03).

**Mapa 03:** Mapa de localização dos quatro pontos de coleta – Centro Novo do Maranhão e Junco do Maranhão



Fonte: Autoria própria, 2025.

As amostras encaminhadas para análise, foram submetidas aos protocolos estabelecidos pelo Laboratório de Biogeoquímica Ambiental (LBGqA) da Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR.

A determinação do mercúrio total em amostras de água pluvial e de sedimentos de fundo de rio requer o cumprimento rigoroso de protocolos de amostragem, preservação e análise, de modo a garantir a confiabilidade dos resultados e a representatividade das condições ambientais investigadas. A amostra foi acidificada com ácido nítrico ultrapuro até o pH atingir níveis inferiores a 2 para evitar a adsorção do mercúrio nas paredes do recipiente e a sua volatilização. As amostras são mantidas sob refrigeração, a 4 °C, e protegidas da luz até o momento da análise, respeitando um prazo máximo de 28 dias, conforme orientações da norma brasileira ABNT NBR 9898 (1987) e das recomendações do método USEPA 1631 (2002).

No caso dos sedimentos de fundo de rio as amostras foram coletadas na camada superficial (0 a 5 cm), onde ocorre maior acúmulo de material orgânico. O material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno de alta densidade previamente descontaminados com solução ácida e mantidos sob refrigeração até o processamento. Diferentemente das amostras líquidas, os sedimentos não devem ser acidificados antes da digestão, a fim de evitar perda de frações metálicas voláteis. Em laboratório, as amostras foram secas em estufa a 40 °C, peneiradas para obtenção da fração inferior a 63 µm — que é a mais representativa da contaminação — e submetidas a digestão ácida. Essa digestão foi realizada com a mistura de ácido nítrico e ácido clorídrico ou, de forma mais limpa e controlada, com a combinação de ácido nítrico e peróxido de hidrogênio em sistema fechado por micro-ondas, conforme o método USEPA 3051A (2007).

As amostras de água também foram submetidas a uma etapa de digestão oxidativa, que visa converter todas as formas de mercúrio presentes na amostra em íons mercúricos solúveis. Para isso, foram adicionados ácidos nítrico e sulfúrico concentrados à amostra e procede-se ao aquecimento controlado em bloco digestor a cerca de 95 °C, até a redução do volume.

Após o resfriamento, o volume é completado com água ultrapura e a amostra é encaminhada à etapa instrumental. Tanto para a matriz líquida quanto para a sólida, a determinação do mercúrio total foi realizada por espectrometria de absorção atômica por vapor frio (CV-AAS). Os procedimentos seguiram as diretrizes estabelecidas nos métodos USEPA 1631 (2002) e 3051A (2007) e nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, em especial a NBR 9898 (1987) e a NBR ISO 5667-3 (2012).

Para análise dos níveis de contaminação de sedimentos e de água, os dados foram comparados aos parâmetros legais (Resolução CONAMA n. 375/2005 - conforme Anexo 01,

Decisão de Diretoria CETESB n. 125/2021 de 09 de dezembro de 2021 - Anexo 02 e Resolução - RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013), uma vez que o mercúrio ocorre naturalmente na Amazônia, porém, em pequenas concentrações, e tem sido liberado para a superfície e corpos hídricos em decorrência das queimadas e erosão.

Durante as atividades de coleta, foi realizado registro das coordenadas dos pontos de coleta, bem como o registro fotográfico das práticas de garimpagem e dos problemas ambientais.

#### **2.3.4 Coleta de amostra de tecido animal para análise de contaminação por mercúrio**

Além das amostras de sedimentos e de água foi coletada uma amostra de peixe (no caso, de surubim - *Pseudoplatystoma sp.*) para análise de contaminação por mercúrio, no segundo período de coleta. No primeiro período de coleta não foi coletada amostra de peixe porque já era período de defeso no rio Gurupi<sup>1</sup> e a captura de pescado estaria em desacordo com a legislação e porque no referido período a captura dos indivíduos é pouco comum.

A espécie de teste foi o surubim, bagre de maior porte que possivelmente acumula maiores resíduos de mercúrio por estar no topo da cadeia alimentar e por manter estreita relação com os sedimentos dos fundos dos rios (Figura 05).

**Figura 05:** Surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) capturado para extração de amostras



Fonte: Dados da pesquisa/Junho de 2025.

---

<sup>1</sup> Conforme Instrução Normativa Interministerial n. 13, de 25 de outubro de 2011, o período de defeso para os rios da bacia do Gurupi abrange o período de 01 novembro a 28 de fevereiro.



O espécime utilizado para extração das amostras foi capturado com anzol, sendo um adulto jovem, com aproximadamente 6 kg, com tamanho autorizado para captura pelo IBAMA. A escolha da espécie amostrada também se justifica por ser muito apreciada na culinária local e pelo fato da principal via de contaminação do ser humano por mercúrio ser por ingestão de peixe. A amostra foi conservada em gelo seco e encaminhada para o Laboratório de Biogeoquímica Ambiental (LBGqA) da Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR para identificação de presença e dos teores de mercúrio.

### **3 A PAISAGEM E A ANÁLISE AMBIENTAL APLICADAS ÀS ÁREAS DE GARIMPOS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

A compreensão do que é Geografia reforça a necessidade de que os estudos dessa ciência sejam cada vez mais difundidos em diferentes áreas do Planeta, especialmente naquelas mais vulneráveis. Mesmo assim, existem áreas pouco estudadas, seja pelo seu isolamento, seja em decorrência das forças econômicas e das relações de poder intrínsecas a cada atividade produtiva.

A Geografia possui como objeto de estudo o espaço geográfico, cuja constituição e dinâmica se produzem mediante a relação sociedade-natureza. Assim, a relação entre sociedade e natureza avança, muda e se transforma em acordo com cada sociedade em seu processo histórico (Almeida; Martins; Sousa, 2019, p.16). Isso permite mencionar que, para que se conheça as várias geografias existentes é necessário que se faça um estudo aprofundado da origem e dinâmica de cada porção do espaço, normalmente, ficam às margens dos estudos científicos.

Uma das temáticas atualmente em evidência no Brasil, especialmente na Geografia, são os problemas socioambientais gerados pela mineração ilegal do ouro tendo em vista as várias mazelas noticiadas na mídia nacional e internacional sobre o garimpo ilegal em terras indígenas na Amazônia Brasileira, com ênfase ao caso dos povos Yanomami.

A Geografia, enquanto disciplina, possui diversas categorias analíticas que permitem compreender as dinâmicas entre a sociedade e a natureza. A paisagem é uma dessas categorias essenciais, sendo um conceito que sintetiza as relações entre os elementos naturais e sociais, refletindo as transformações que o território sofre ao longo do tempo, assumindo caráter profícuo na análise das alterações ambientais ocasionadas pela garimpagem. Na abordagem geográfica, a paisagem não é apenas uma visão estática do ambiente, mas um campo dinâmico, em constante modificação, resultado das interações entre os seres humanos e o meio natural.

O conceito de paisagem na Geografia evoluiu ao longo do tempo, mas uma das definições mais influentes é a proposta por Carl Sauer (1925), que entendia a paisagem como um produto das interações entre a natureza e as atividades humanas. Para o referido autor, a paisagem era uma “superfície da terra” modificada pelas práticas culturais, um espaço socialmente construído, mas que preserva as marcas do ambiente natural original.

Para Milton Santos (2002), a paisagem é também um reflexo das relações de poder e da organização social, com um olhar crítico sobre as transformações provocadas pelas atividades humanas no ambiente. No ambiente modificado pela garimpagem, a paisagem se altera de acordo com o potencial de exploração dos garimpeiros, com o uso de métodos mais industriais ou artesanais, do momento político e da ocorrência de fiscalizações, que resultam temporariamente em forte redução das práticas de exploração de ouro.

Dessa maneira, a paisagem não deve ser vista apenas como categoria que depende de um conjunto de elementos físicos ou naturais, mas como o espaço em que as relações sociais se materializam e se expressam. Para a análise geográfica da garimpagem, a paisagem é uma categoria analítica valiosa para entender as transformações espaciais e os impactos ambientais das atividades mineradoras, particularmente a garimpagem ilegal de ouro.

A garimpagem de ouro no Maranhão é um exemplo claro de como as atividades humanas podem reconfigurar a paisagem, especialmente em áreas de alta biodiversidade e importância ambiental. O processo de garimpo é frequentemente marcado pelo uso de métodos artesanais, mas que podem causar impactos ambientais graves e duradouros no território, principalmente porque no processo extrativista se utiliza mercúrio. Esses impactos tendem a se tornarem mais intensos, quando máquinas e equipamentos mais elaborados começam a ser utilizados, como no caso de Centro Novo do Maranhão em que dragas e retroescavadeiras são usuais nas cavas abertas, acelerando as transformações da paisagem.

O conceito de paisagem pode ser particularmente útil para compreender como a mineração afeta a estrutura física do território (desmatamento, alteração de cursos d'água, remoção do solo) e, ao mesmo tempo, como essas mudanças são vivenciadas pelas comunidades locais (modificação da organização social, deslocamento forçado, mudanças nos modos de vida). Dessa forma, a análise da paisagem permite examinar de forma integrada tanto os aspectos naturais quanto os sociais das transformações causadas pela mineração.

A paisagem é um dos primeiros elementos visíveis da degradação ambiental provocada pela garimpagem de ouro. A modificação da paisagem envolve tanto a destruição física do ambiente quanto a transformação dos modos de vida das populações que habitam essas áreas, seja pela supressão da vegetação, revolvimento de grandes quantidades de sedimentos ou

mesmo no desaparecimento de pequenos cursos d'água. A garimpagem afeta a paisagem de diversas maneiras, como é o caso do desmatamento em que a remoção da vegetação para a abertura de novos garimpos gera grandes áreas de desmatamento. O uso de maquinaria pesada para escavar o solo provoca um impacto direto na cobertura florestal e pode levar à destruição de ecossistemas inteiros, como os rios de várzea e florestas inundáveis.

Após a abertura das cavas, a poluição e contaminação ambiental são inevitáveis, seja pelo carregamento de sedimentos e pelo uso indiscriminado de mercúrio, que assoreiam e contaminam os rios e outros corpos d'água da região, o que altera radicalmente a paisagem hídrica. Essa contaminação das águas pode ser observada pela presença de camadas metálicas visíveis nos rios, mudando a qualidade da água e impactando os ecossistemas aquáticos e qualidade dos alimentos, afetando fortemente a vida das populações ribeirinhas que dependem diretamente da pesca.

A escavação do subsolo para a mineração provoca erosão, remove a camada fértil e leva ao empobrecimento do solo. Desse modo, essa alteração no solo reflete uma transformação na paisagem que afeta diretamente a capacidade de regeneração do ambiente.

Além das modificações físicas, a paisagem da Amazônia também é modificada em um sentido cultural. As comunidades locais, como os ribeirinhos, indígenas e agricultores, que historicamente viveram em harmonia com o meio ambiente, passam a enfrentar transformações em suas formas de vida, resultantes da chegada do garimpo. Essas comunidades, que muitas vezes dependem diretamente dos recursos naturais para sua subsistência, enfrentam a perda de suas fontes de alimento e de sustento, alterando as dinâmicas sociais e culturais da região. Para além da perda de fonte de alimentos, perde-se também o alimento saudável proveniente da pesca e as áreas de lazer, devido à contaminação.

A presença de migrantes e garimpeiros ilegais nas áreas de mineração cria uma nova configuração social e econômica, com a introdução de práticas de trabalho e consumo que modificam a paisagem cultural. Essas mudanças podem ser observadas na própria organização dos assentamentos humanos, no aumento da violência e nos conflitos fundiários resultantes da disputa por terras e recursos naturais. Exemplo claro dessa realidade pode ser observado em Chega Tudo, cuja população foi formada por migrantes de diversas regiões do País e que, por muitos anos, teve como marca a violência e a ausência de identidade cultural, dadas as relações humanas frágeis e às diversas raízes culturais imbricada no local (Silva et al., 2017).

A paisagem também pode ser entendida como um campo de resiliência e recuperação. Embora os danos causados pela mineração de ouro sejam severos, a paisagem pode também ser vista sob uma ótica de regeneração. Alguns estudos de restauração ecológica, como os

realizados por Cunha (2018) e Silva et al. (2020), apontam que, com o tempo, áreas mineradas podem começar a se regenerar, desde que haja esforços de recuperação e mitigação dos impactos. Em Centro Novo do Maranhão, esse processo sofre avanços e retrocessos constantes, dadas as fases de intensificação e redução da garimpagem em decorrência de operações de combate à atividade, que implicam em intensificação e redução da mineração do ouro. Entretanto, as operações de mineração nunca cessaram desde que foram iniciadas.

Para Fearnside (2005), a categoria paisagem é utilizada para examinar como a expansão da mineração afeta o uso do solo e o desmatamento na Amazônia. Ele observa a rápida transformação da paisagem e argumenta que, sem uma gestão mais eficaz, a Amazônia enfrentará perdas irreparáveis de sua biodiversidade.

Já para Le Tourneau (2010), a modificação da paisagem por meio da mineração promove a fragmentação dos ecossistemas e a desestruturação das paisagens naturais, mas também resultam em tensões sociais geradas pela presença de garimpeiros e o impacto que isso tem nas comunidades locais.

Silva et al. (2017) adota a paisagem como uma categoria chave para entender o impacto da garimpagem nas bacias hidrográficas da Amazônia, especialmente em relação à poluição por mercúrio. A pesquisa sugere que o monitoramento das paisagens aquáticas pode fornecer dados importantes para a recuperação da saúde ecológica dessas áreas.

### **3.1 A Mineração Ilegal de Ouro na Amazônia e seus reflexos sobre a qualidade de vida das populações tradicionais**

A mineração ilegal de ouro na Amazônia brasileira tem se intensificado e se tornado motivo de preocupação, especialmente em áreas remotas e de difícil fiscalização, como terras indígenas, unidades de conservação e território de outras comunidades tradicionais, como as de quilombolas e pescadores. Embora a atividade tenha origens históricas, nas últimas décadas ela se intensificou significativamente, com a exploração de grandes áreas com extração ilegal, o que leva a uma série de consequências ambientais e sociais devastadoras.

A mineração ilegal de ouro é uma atividade que ocorre, muitas vezes, em áreas de difícil acesso e sem controle adequado, o que a torna difícil de ser combatida pelas autoridades. O difícil acesso e a quase ausência de fiscalização permite que técnicas e materiais com elevado potencial de degradação ambiental sejam aplicados, resultando em catástrofes ambientais e graves problemas sociais.

A atuação de garimpeiros ilegais em áreas protegidas, como terras indígenas e unidades de conservação, tem sido uma característica central dessa prática. A falta de fiscalização eficaz, aliada à demanda crescente por ouro e ao aumento do preço do metal no cenário mundial, torna a região alvo para a exploração ilegal. Fearnside (2005) e Alves (2016) já haviam apontado que o garimpo ilegal é uma das maiores causas de desmatamento na Amazônia.

Segundo Fearnside (2005), o garimpo ilegal expande-se como uma mancha, destruindo ecossistemas e alterando a biodiversidade local, além de provocar fragmentação dos habitats e perda de biodiversidade. Porém, dentre os problemas ocasionados pelo garimpo, o desmatamento parece ser um dos menores, visto que é seguido da perfuração de imensas cavas e do revolvimento de imensas quantidades de sedimentos que vão parar nos rios, assoreando e contaminando esses importantes recursos ambientais. Além disso, em todos os garimpos ilegais se utiliza o mercúrio para separação do ouro dos sedimentos e os seus resíduos contaminam solos, rios, alimentos, os garimpeiros e grande número de pessoas e animais que têm contato com o ambiente e alimentos contaminados.

Barreto et al. (2020), confirmam que, mesmo com o aumento da fiscalização nos últimos anos, a mineração ilegal ainda é responsável por um alto índice de desmatamento na região amazônica, especialmente no estado do Pará, onde grande parte da mineração ilegal é concentrada. Esses pesquisadores afirmam que as ações de fiscalização são limitadas pela ausência de estratégias coordenadas e pela fragilidade das políticas públicas. No Maranhão, a realidade é semelhante, ainda que a garimpagem ilegal ocorra em áreas mais acessíveis e muito próximo de grandes povoados, o que pode agravar ainda mais os problemas gerados por essa atividade, devido à proximidade das habitações, ao uso dos rios com fonte de lazer e ao consumo de pescado oriundo dos rios que banham a região, como o riacho Cachoeira e o rio Gurupi.

Apesar dos graves problemas ambientais ocasionados pelo garimpo ilegal, não se pode deixar de discutir a sua importância socioeconômica, visto que existem inúmeras famílias que dependem do trabalho no garimpo para sobreviverem, sendo necessária uma ampla discussão para a resolução dos problemas por meio de políticas que sejam razoáveis a este público e que possam reduzir os problemas socioambientais originados por essa prática.

Desse modo, a relação entre políticas públicas e a expansão da mineração ilegal de ouro na Amazônia é um tema que tem sido amplamente discutido na literatura. Le Tourneau (2010) e Hecht (2013) destacam que a ausência de políticas públicas eficazes contribui para a perpetuação e expansão da mineração ilegal, argumentando que, além da falta de regulação, a

fragmentação institucional entre diferentes esferas de governo (Federal, estaduais e municipais) dificulta o desenvolvimento de ações efetivas para controlar a atividade garimpeira. Isso é problemático porque, sem uma fiscalização adequada, as atividades de garimpo continuam a se expandir para novas áreas, com uma crescente degradação do meio ambiente.

A discussão contemporânea sobre a regulação da mineração ilegal também envolve a mecanização do garimpo, uma tendência crescente que agrava ainda mais os impactos ambientais. Barreto et al. (2020) mostram que, ao contrário dos métodos tradicionais de garimpo, que dependem mais da força de trabalho manual, a mecanização utiliza escavadeiras, dragas e outros equipamentos pesados que agravam a destruição do solo, a erosão e a contaminação dos corpos hídricos, além de aumentarem a quantidade de mercúrio e outros produtos tóxicos no ambiente. O uso desses equipamentos acelera os processos de degradação do ambiente e ampliam tensões sociais, uma vez que os órgãos governamentais possuem autorização pela Lei 9.605/1998 e Decreto 6.514/2008 para destruírem bens apreendidos em operações de fiscalização ambiental e geram perdas milionárias aos garimpeiros, causando revolta e, muitas vezes, retaliação por parte da população.

Para além dos crimes ambientais, estudos mais recentes destacam a relação entre a mineração ilegal e redes criminosas. Conforme Rosa et al. (2022), as milícias e organizações criminosas operam em áreas de garimpo, muitas vezes com apoio logístico e financiamento para garantir que a atividade ilegal se mantenha lucrativa, financiando outras operações ligadas ao tráfico de drogas. Essas redes criminosas não só controlam a extração de ouro, mas também se envolvem em exploração de mão de obra e atividades paralelas, como o tráfico de armas e drogas. O impacto social dessa presença é devastador, pois além de prejudicar a segurança das comunidades locais, ela também contribui para o aumento de violência e conflitos territoriais, como demonstrado por Costa et al. (2021).

A mineração ilegal de ouro na Amazônia não afeta apenas o meio ambiente, mas também tem impactos profundos sobre as comunidades locais, tanto do ponto de vista social quanto econômico. Muitas dessas comunidades são tradicionais, compostas por povos indígenas, quilombolas, ribeirinhos e agricultores familiares, sendo diretamente afetadas pela migração de garimpeiros ilegais para a região, que alteram o ambiente, as dinâmicas sociais e territoriais. Esses garimpeiros muitas vezes entram em confronto com a população local, resultando em violência e na expropriação de terras. No caso dos garimpos de Centro Novo do Maranhão, muitos garimpeiros são moradores das próprias comunidades afetadas, pois alguns dos povoados surgiram em decorrência da exploração do ouro, como são os casos do Chega-Tudo e de Cipoeiro e não se desfizeram com as oscilações cíclicas da exploração do ouro.

Para Azevedo et al. (2020), a mineração ilegal altera profundamente o modo de vida das populações locais, pois os recursos naturais, como rios e florestas, são modificados ou destruídos. Além disso, o garimpo ilegal gera uma economia paralela baseada no uso de mercúrio e outras substâncias tóxicas, o que impacta a saúde da população e da fauna local, como observou Hennessey et al. (2018).

A solução para o problema da mineração ilegal na Amazônia não passa apenas pelo aumento da fiscalização, mas também pela promoção de alternativas sustentáveis para a geração de emprego e renda nas comunidades afetadas. Neste sentido, Assis e Santos (2021) propõem que a promoção da economia verde, como a Agroecologia, o ecoturismo e a produção sustentável de recursos naturais, pode ser uma alternativa viável ao modelo predatório da mineração ilegal.

No entanto, ainda persiste uma grande dificuldade política para a implementação de tais alternativas, já que a pressão política e econômica em favor da mineração ilegal continua forte, especialmente diante da demanda global por ouro. Desse modo, embora haja avanços em termos de fiscalização e regulamentação, como mostra o combate a esta atividade no território do povo Yanomâmi, o problema continua a crescer, alimentado pela falta de políticas públicas eficazes, pela presença de redes criminosas e pela contínua demanda por ouro no mercado global.

### **3.2 O Uso do Mercúrio na Garimpagem e Seus Impactos Ambientais e à Saúde Humana**

A garimpagem de ouro é uma atividade amplamente disseminada na Amazônia brasileira, onde milhões de pessoas dependem diretamente dos recursos naturais dessa região. Contudo, a prática de mineração artesanal de ouro, conforme Seccatore et al. (2014), ocorre frequentemente de forma rudimentar, com o uso de tecnologias obsoletas, o que torna a atividade extremamente prejudicial ao meio ambiente e à saúde pública. Além de infrações legais, o garimpo de ouro utiliza produtos altamente tóxicos, sendo o mercúrio o principal, o que acarreta em graves problemas ambientais e de saúde.

O mercúrio é amplamente utilizado como reagente na extração do ouro, sendo responsável por mais de 2.000 toneladas liberadas anualmente no meio ambiente (UNEP, 2020). A mineração artesanal de ouro é a principal fonte de contaminação por mercúrio em muitas regiões, com efeitos devastadores sobre a fauna e flora aquáticas, bem como sobre as comunidades humanas que dependem desses recursos naturais.

O mercúrio é um metal pesado altamente tóxico e, quando utilizado na garimpagem de ouro, é frequentemente liberado diretamente nos corpos d'água, contaminando sedimentos aquáticos e afetando a biodiversidade local, pois a lavagem de sedimentos com processo de decantação do ouro potencializa a chegada do Hg às áreas mais baixas e aos canais. A principal forma de disseminação do mercúrio nos ecossistemas aquáticos ocorre por meio da transformação do metal em metilmercúrio, uma forma ainda mais tóxica e bioacumulativa, que tende a se concentrar nos organismos ao longo da cadeia alimentar (Andrade et al., 2021). Esse processo de bioacumulação e biomagnificação resulta em níveis elevados de mercúrio em peixes e outros animais aquáticos, tornando-os fontes de envenenamento alimentar para as comunidades que dependem dessas fontes para subsistência.

Ramos et al. (2019) destacam que as populações ribeirinhas, em particular, são vulneráveis ao consumo de peixes contaminados, que frequentemente apresentam concentrações alarmantes de mercúrio, especialmente as espécies no topo da cadeia alimentar, como os bagres.

Além do impacto na fauna aquática, o mercúrio utilizado no garimpo tem efeitos devastadores sobre a saúde humana. Quando o mercúrio é ingerido, ele é facilmente absorvido pelo corpo, com uma maior afinidade pelo sistema nervoso central, resultando em sérios danos neurológicos. A exposição prolongada ao mercúrio pode causar sintomas como tremores, distúrbios de memória, dificuldades motoras, insônia e mudanças comportamentais. Os efeitos neurotóxicos são especialmente graves em crianças e mulheres grávidas, que são mais suscetíveis à intoxicação por mercúrio (Andrade et al., 2021).

Gomes et al. (2020) e Costa et al. (2018) associam a exposição ao mercúrio ao aumento de doenças neurológicas, como atrasos no desenvolvimento cognitivo de crianças, e doenças mentais em adultos. Além disso, as populações expostas ao mercúrio apresentam uma prevalência crescente de doenças cardiovasculares e distúrbios renais, o que compromete ainda mais a qualidade de vida dessas comunidades.

As comunidades indígenas e ribeirinhas são as mais afetadas pela contaminação por mercúrio, devido à sua dependência direta dos recursos naturais da região, especialmente de peixes. Rosa et al. (2022) apontam que essas populações enfrentam dificuldades em acessar informações sobre os riscos do mercúrio, além de carecerem de infraestrutura adequada de saúde para tratar as consequências dessa exposição. A situação é particularmente crítica em áreas de difícil acesso, onde as comunidades não têm acesso fácil a serviços médicos especializados. Esse cenário de vulnerabilidade é agravado pela falta de políticas públicas eficazes para combater a mineração ilegal e promover alternativas sustentáveis ao garimpo.



Outro ponto crítico é a contaminação do solo e de sedimentos, que ocorre quando o mercúrio é liberado na terra durante as atividades garimpeiras. Rocha et al. (2023) destacam que o mercúrio, devido às suas propriedades químicas, tende a se acumular nos solos e nos sedimentos fluviais, especialmente no horizonte B, onde ele é armazenado por longos períodos e liberado novamente em eventos de erosão ou incêndios florestais. Isso resulta na persistência do metal no ambiente, aumentando o risco de contaminação a longo prazo.

A bioacumulação do mercúrio nos organismos aquáticos e terrestres leva a um ciclo contínuo de contaminação, afetando não só os peixes, mas também plantas aquáticas e outros recursos naturais consumidos pelas populações locais (Silva; Oliveira, 2018).

A biomagnificação do mercúrio também é um fator relevante a ser considerado. Quando organismos contaminados por mercúrio ocupam um nível inferior na cadeia alimentar, seus predadores absorvem esse metal, resultando em concentrações mais altas nos níveis tróficos superiores. Isso é particularmente preocupante em espécies como o surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), que serve como bioindicador de contaminação (Rocha et al., 2023). Assim, a ingestão de alimentos contaminados por mercúrio é uma preocupação constante nas comunidades ribeirinhas, que dependem desses recursos para sua sobrevivência.

A fiscalização deficiente e a falta de alternativas econômicas para as populações locais tornam a situação ainda mais complexa. Le Tourneau (2010) observa que a fiscalização nas áreas de garimpo ilegal é insuficiente para controlar o uso de mercúrio e combater a mineração ilegal de forma eficaz. Além disso, a ausência de políticas públicas que promovam práticas de mineração mais sustentáveis contribui para a perpetuação desse ciclo de contaminação. A escassez de alternativas de desenvolvimento sustentável para as populações que vivem nessas regiões torna mais difícil a transição para formas de exploração de recursos naturais menos destrutivas, o que, por sua vez, perpetua os danos ambientais e à saúde humana.

### **3.3 Impactos Ambientais da Garimpagem de Ouro**

A mineração em áreas de novas jazidas remove inicialmente a camada orgânica do solo, o que altera suas propriedades físicas e químicas, gera processos de instabilidade, esteriliza a área e aumenta a erosão (Murad, 2022). Em várias áreas da Amazônia, como em Centro Novo do Maranhão, jazidas antigas são reativadas e os sedimentos revolvidos desencadeiam transporte de materiais com concentrações elevadas de mercúrio decorrentes de atividade anterior, expondo os garimpeiros e populações tradicionais como ribeirinhos e quilombolas a riscos mais severos.

Os sedimentos revolvidos no garimpo são transportados e depositados nas áreas mais baixas, afetando os corpos d'água próximos que sofrem com a introdução de agentes tóxicos (Murad, 2022), contaminando todos os ecossistemas aquáticos dos quais são extraídos alimentos, como peixes, moluscos e crustáceos. Quando depositados em rios e lagos, várias espécies de peixes são contaminados e quando estes são carnívoros apresentam altos níveis de metilmercúrio, expondo o homem ao mercúrio por meio do consumo de peixes (Pinheiro et al., 2003).

Os impactos ambientais da garimpagem mais notórios e preocupantes incluem o desmatamento, a degradação dos corpos d'água, a contaminação do solo e a perda de biodiversidade, conforme Pereira et al. (2016) e Vieira et al. (2019). Os rios da Amazônia são particularmente afetados pela contaminação por mercúrio, prejudicando tanto a vida aquática quanto as comunidades que dependem desses recursos.

Estudos como o de Barbieri et al. (2017) e Furtado et al. (2020) demonstram que a contaminação por mercúrio tem um impacto direto na saúde humana, com efeitos neurológicos, renais e cardiovasculares. Além disso, a exposição ao mercúrio tem efeitos nocivos no desenvolvimento infantil, afetando a capacidade cognitiva e motoras de crianças que vivem em áreas de contaminação. Esses estudos revelam que a contaminação por mercúrio tem aumentado consideravelmente nas regiões mais afetadas pela garimpagem ilegal, sendo uma das principais causas de doenças relacionadas à intoxicação por metais pesados, especialmente em comunidades ribeirinhas e indígenas.

Além dos danos à saúde e à cadeia alimentar, o garimpo ilegal tem gerado impactos ambientais de grande magnitude. Uma das principais consequências dessa atividade é o desmatamento, com a supressão da vegetação nativa. A prática do garimpo, principalmente em áreas de floresta tropical, exige a abertura de grandes espaços para a instalação de acampamentos e a movimentação de maquinário pesado, o que resulta na destruição da vegetação nativa. As árvores são derrubadas, o que provoca uma perda significativa da biodiversidade local e compromete o equilíbrio ecológico dos ecossistemas florestais. Esse problema já é bastante visível nos pequenos cursos d'água que passam pelas áreas garimpadas, como é o caso do riacho Cachoeira, que já apresenta claros sinais de assoreamento.

Conforme Furtado et al. (2020), o assoreamento dos rios, consequência direta do garimpo ilegal, ocorre quando sedimentos e partículas do solo, removidos da terra durante a atividade garimpeira, são carregados pelas águas para os cursos d'água por meio da erosão. Esse processo reduz a profundidade dos rios e altera seu fluxo, prejudicando a qualidade da água por material em suspensão ou por contaminantes e a saúde dos organismos aquáticos, especialmente

dos peixes. O assoreamento também afeta a fauna aquática, pois reduz a quantidade de oxigênio disponível para os organismos e destrói habitats essenciais para a reprodução de muitas espécies de peixes. Além disso, o aumento da turbidez da água compromete a filtragem natural dos rios e afeta diretamente as populações que dependem dessa água para o consumo e para atividades de pesca.

Para Murad (2022), os impactos do garimpo ilegal sobre os rios resultam no seu assoreamento, afetando também a capacidade de regeneração dos ecossistemas fluviais. A poluição das águas por mercúrio e a destruição das margens dos rios compromete o ciclo natural dos ambientes aquáticos, levando à perda de espécies e ao desequilíbrio ecológico. A degradação dos rios, que são os principais recursos hídricos e fontes de alimento para muitas populações, pode resultar na extinção de espécies endêmicas e na degradação de paisagens naturais de grande importância para a conservação da biodiversidade.

Além disso, a prática de garimpo ilegal frequentemente ocorre em áreas de difícil fiscalização, o que dificulta a implementação de medidas de proteção ambiental e de controle. O isolamento dessas regiões e a falta de infraestrutura adequada para monitoramento tornam a tarefa de combater o garimpo ilegal ainda mais complexa. A presença do garimpo ilegal também agrava os conflitos sociais e territoriais, já que as comunidades tradicionais, como indígenas e ribeirinhas, muitas vezes se veem confrontadas pela expansão das atividades garimpeiras em seus territórios. Isso resulta em tensões sobre o uso dos recursos naturais e sobre a posse da terra, além de gerar impactos negativos sobre a saúde e a qualidade de vida dessas populações.

Os efeitos do garimpo ilegal vão além da simples contaminação por mercúrio e afetam profundamente a dinâmica ambiental e social das regiões mais vulneráveis. O desmatamento, o assoreamento e a poluição dos rios comprometem os recursos naturais e prejudicam a capacidade de regeneração dos ecossistemas fluviais, tornando ainda mais difícil a preservação da biodiversidade e o bem-estar das populações que dependem desses recursos. A solução para esses problemas exige uma atuação conjunta de diversos setores da sociedade, incluindo órgãos governamentais, organizações não governamentais e as próprias comunidades afetadas. Além disso, é crucial que as políticas públicas e as estratégias de gestão ambiental se concentrem em formas de combater o garimpo ilegal, promover alternativas sustentáveis à exploração de recursos naturais e garantir a proteção dos ecossistemas essenciais para a manutenção da vida na região Amazônica (Pereira et al., 2016).

### **3.4 Uso do Mercúrio em Áreas de Garimpo: implicações legais e infrações**

O uso de mercúrio na atividade garimpeira, especialmente na mineração ilegal de ouro, continua sendo um dos maiores desafios para a legislação ambiental e de saúde pública no Brasil. A presença do mercúrio, utilizado de forma indiscriminada nos garimpos, tem gerado sérios impactos tanto para o meio ambiente quanto para as comunidades que dependem dos recursos naturais da Amazônia. O mercúrio se acumula nos rios, solos e na fauna local, comprometendo os ecossistemas e colocando em risco a saúde de milhões de pessoas que vivem nessa região. Embora a legislação brasileira proíba o uso de mercúrio na mineração, o descumprimento das normas tem resultados devastadores, observados na contaminação ambiental, na saúde pública e nas desigualdades sociais das populações locais.

O uso de mercúrio na mineração de ouro é regulamentado pela Lei nº 9.605/1998, a "Lei de Crimes Ambientais", que tipifica como crime ambiental o uso de substâncias tóxicas sem o devido controle e sem práticas adequadas para evitar a contaminação. A lei prevê penas que incluem detenção e multas para aqueles que causam danos ambientais. O Código de Mineração (Decreto nº 1.355/1915) e outras normas de proteção ambiental, como a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), visam limitar o uso de substâncias poluentes nas atividades mineradoras para proteger a fauna, flora e recursos hídricos. Contudo, a realidade é alarmante: a utilização do mercúrio nos garimpos de ouro é uma prática comum, especialmente nas áreas de mineração ilegal na Amazônia e em regiões como Centro Novo do Maranhão, onde o uso da substância é rotineiro.

O descumprimento das normas legais é ampliado pela crescente informalidade e ilegalidade das atividades mineradoras na região. A mineração ilegal de ouro, particularmente em áreas de difícil acesso, como as terras indígenas e unidades de conservação, continua sendo um problema de difícil solução. A fiscalização ambiental nessas áreas é extremamente deficiente, como observa Le Tourneau (2010), que aponta que o poder público muitas vezes não consegue monitorar adequadamente essas regiões devido à falta de recursos, infraestrutura precária e dificuldades de acesso. Este cenário contribui para a proliferação do uso de mercúrio, sem a devida supervisão ou regulação.

As implicações do uso indiscriminado do mercúrio são evidentes nas elevadas taxas de contaminação por mercúrio observadas em diversas regiões da Amazônia. De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em algumas áreas, como no rio Tapajós, a concentração de mercúrio nos sedimentos pode superar 30 vezes os limites considerados seguros pela Organização Mundial de Saúde (OMS). A contaminação dos peixes, principal

fonte de proteína para as comunidades ribeirinhas, atinge níveis extremamente altos, com registros de até 100 vezes os níveis de mercúrio estabelecidos como seguros para o consumo humano (Costa et al., 2018).

Além disso, a contaminação por mercúrio afeta diretamente a saúde das populações locais, gerando doenças neurológicas e sistêmicas graves. Em comunidades ribeirinhas da Amazônia, os níveis de mercúrio no sangue de indivíduos expostos ao consumo de peixes contaminados são alarmantes. Em alguns casos, mais de 40% dos moradores apresentam níveis de mercúrio no sangue acima do limite de segurança estabelecido pela OMS, o que resulta em problemas como tremores, perda de memória e falhas no desenvolvimento cognitivo, especialmente em crianças e mulheres grávidas (Andrade et al., 2021).

Assim, é possível afirmar que o impacto ambiental da mineração ilegal afeta diretamente o futuro econômico dessas regiões, que, em vez de desenvolverem alternativas sustentáveis, como o ecoturismo ou a agricultura, continuam dependendo da mineração, com seus efeitos prejudiciais a longo prazo. De acordo com Seccatore et al. (2014), a mineração artesanal de ouro, embora represente uma importante fonte de renda para milhões de trabalhadores, resulta na destruição de ecossistemas e no empobrecimento dos solos e biodiversidade.

O governo brasileiro tem se comprometido internacionalmente a combater o uso de mercúrio, especialmente após a ratificação da Convenção de Minamata, no Japão, que visa reduzir a utilização dessa substância tóxica em todo o mundo. No entanto, a implementação de políticas públicas concretas ainda enfrenta dificuldades estruturais, como a escassez de recursos e a corrupção local, que dificultam a fiscalização e o controle efetivo das atividades mineradoras. A falha nas políticas públicas de gestão ambiental contribui para um quadro de impunidade, permitindo que a mineração ilegal continue a prosperar sem as devidas consequências legais (MMA, 2025).

Além disso, o descumprimento da legislação ambiental alimenta um ciclo vicioso de violência e exclusão social. O garimpo ilegal é frequentemente controlado por grupos criminosos, que impõem sua autoridade sobre as populações locais, tornando mais difícil o acesso dessas comunidades a direitos básicos, como saúde, educação e segurança. Em muitas áreas da Amazônia, como as terras indígenas Yanomâmi, o garimpo ilegal não só tem contaminado os recursos naturais com mercúrio, mas também gerado um clima de violência, com mortes e doenças relacionadas à intoxicação por mercúrio e outras substâncias tóxicas (Rosa et al., 2022).

As implicações do descumprimento da legislação vão além da simples violação das leis. O impacto direto na qualidade de vida das populações afetadas é evidente na saúde pública, na economia local e no futuro ambiental da região. A falha do Estado em proteger os direitos das populações mais vulneráveis, como as comunidades indígenas e ribeirinhas, expõe ainda mais as desigualdades sociais e econômicas dessas áreas.

#### **4 ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS DA GARIMPAGEM EM CENTRO NOVO DO MARANHÃO**

O município de Centro Novo do Maranhão, localizado na Mesorregião Oeste Maranhense, integra o contexto amazônico do estado, caracterizado por elevada diversidade geológica, ecológica e social. Seu território está assentado sobre formações pertencentes ao Cráton de São Luís e ao Cinturão Gurupi, unidades geotectônicas datadas entre o Paleoproterozoico e o Neoproterozoico, que concentram rochas metamórficas e ígneas com forte potencial aurífero (IMESC, 2019). Essa configuração geológica favorece a ocorrência de jazidas de ouro e explica a presença histórica da garimpagem artesanal, atividade que tem moldado a paisagem e as relações socioeconômicas locais desde meados do século XX. Além do ouro, a região apresenta solos argilosos e baixa fertilidade natural, limitando o desenvolvimento agrícola e reforçando a dependência das populações locais em relação à extração mineral (MATOS, 2025).

A geodiversidade da área se reflete em uma morfologia composta por relevos suavemente ondulados, cobertos por florestas ombrófilas densas, intercaladas por áreas de vegetação secundária em regeneração. A hidrografia é marcada por pequenos cursos d'água que integram a bacia do rio Gurupi, servindo tanto ao abastecimento humano quanto às atividades garimpeiras. No entanto, essas mesmas características ambientais vêm sendo severamente alteradas pela ação antrópica. A retirada da cobertura vegetal, a escavação intensiva do solo e o uso indiscriminado de produtos químicos como o mercúrio resultaram em processos de assoreamento de rios, degradação do solo e contaminação das águas superficiais e subterrâneas, comprometendo a qualidade ambiental e os modos de vida das comunidades ribeirinhas e rurais (IMESC, 2019; Matos, 2025).

O município de Centro Novo do Maranhão, possui área territorial de aproximadamente 8.401 km<sup>2</sup> e população estimada em 16.267 habitantes (IBGE, 2025). Com uma densidade demográfica de 1,94 hab/km<sup>2</sup>, o município apresenta forte predominância rural, uma vez que cerca de 69% dos moradores vivem fora da sede municipal (SERVIÇO GEOLÓGICO DO

BRASIL – SGB, 2022). Essa estrutura territorial e demográfica reflete o isolamento geográfico e as limitações de infraestrutura, que dificultam o acesso a serviços públicos, ao transporte e à integração produtiva com outros municípios da região amazônica maranhense.

O vasto território, a diversidade ambiental e geologia ricas em minerais preciosos contrasta com os baixos indicadores sociais. Do ponto de vista econômico, Centro Novo do Maranhão apresenta baixo dinamismo produtivo e elevada dependência da administração pública, responsável por aproximadamente 52 % do valor adicionado bruto municipal. O setor de serviços responde por 23,1 %, enquanto a agropecuária participa com 22,6 % e a indústria representa apenas 2,4 %. O PIB per capita municipal é de R\$ 9.129,00, valor inferior à média estadual (R\$ 17.542,00), o que indica baixa capacidade de geração de renda. Além disso, o município contabiliza cerca de 1.400 empregos formais, com variação negativa recente no saldo de contratações (IBGE, 2025). Esses dados demonstram a fragilidade da base econômica local, que depende de atividades informais e do funcionalismo público para sustentar a renda das famílias.

No campo social, observa-se baixo nível educacional e altos índices de pobreza. Segundo o Relatório Diagnóstico Municipal do SGB (2022), 54,5 % da população vive abaixo da linha da pobreza e 40,0 % em situação de indigência. O analfabetismo atinge 42 % dos habitantes com mais de sete anos de idade, revelando um quadro de vulnerabilidade social e educacional persistente (SGB, 2022). A predominância de uma população jovem e de baixa escolaridade reforça a necessidade de políticas públicas de qualificação profissional, ampliação do ensino médio e incentivo a atividades produtivas sustentáveis. Esses desafios estruturais evidenciam o papel estratégico da pesquisa científica e da gestão territorial na formulação de estratégias de desenvolvimento regional voltadas à inclusão socioeconômica e à sustentabilidade ambiental.

Diante do quadro social, a atividade garimpeira que está concentrada, principalmente, nas localidades de Chega Tudo e Cipoeiro, ambas reconhecidas pela tradição na extração artesanal de ouro, figura como uma das poucas alternativas econômicas.

Segundo Matos (2025), o garimpo de Chega Tudo teve início na década de 1950, tornando-se um polo de atração populacional e um importante eixo de formação territorial. O crescimento da comunidade se deu em torno da economia do ouro, que passou a representar o principal meio de subsistência para centenas de famílias. Em Chega Tudo, a paisagem é marcada por extensas cavas, pilhas de rejeitos e tanques de decantação, compondo um cenário de intensa modificação antrópica. A ausência de fiscalização ambiental e a informalidade predominante fazem com que os garimpeiros utilizem técnicas rudimentares, com escavações

manuais, uso de água corrente e aplicação de mercúrio metálico para amalgamar o ouro, prática altamente tóxica e persistente no ecossistema.

No povoado de Cipoeiro (Figura 06), o garimpo mantém características semelhantes, embora com menor densidade populacional e maior uso de maquinário para trituração das rochas. As atividades são realizadas em “barrancos”, operados por pequenos grupos de trabalhadores que atuam em condições precárias, sem Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e sem vínculo formal de trabalho. O controle da produção, no entanto, é exercido por donos de barrancos — geralmente oriundos de outros municípios ou estados — que concentram os lucros e definem as formas de remuneração, normalmente em ouro bruto. Essa relação evidencia a desigualdade social e econômica presente na estrutura garimpeira, onde os trabalhadores locais assumem os maiores riscos ambientais e de saúde, enquanto os ganhos financeiros permanecem concentrados nas mãos de poucos (Matos, 2025).

**Figura 06:** Configuração de cava de mina oriunda de extração de ouro em Cipoeiro, Centro Novo do Maranhão



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.



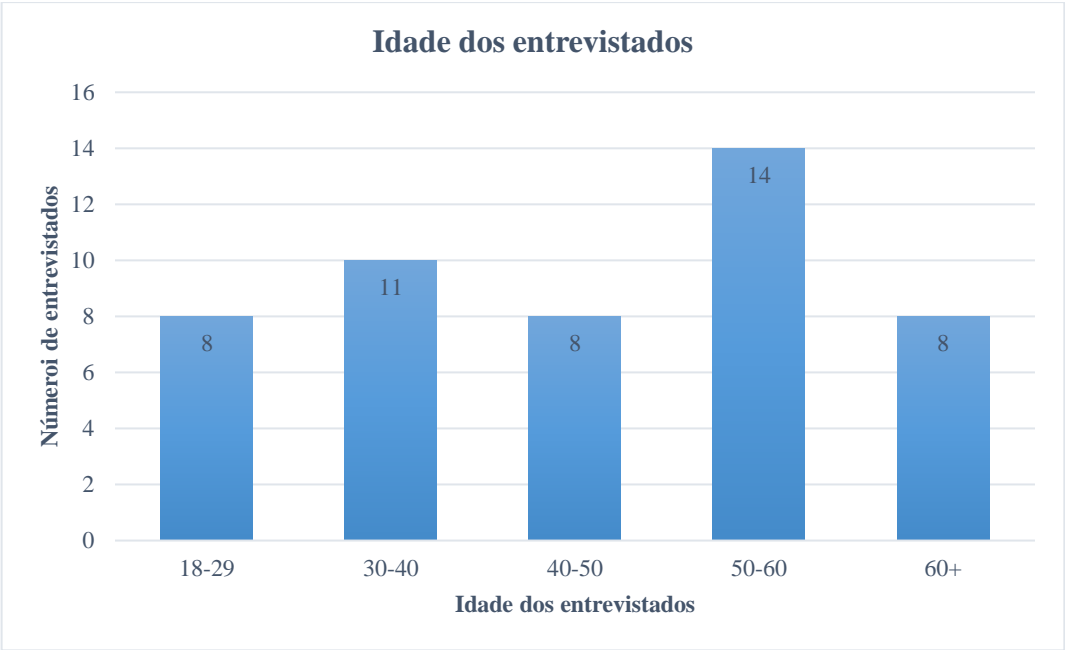
A configuração espacial dessas comunidades revela uma paisagem fragmentada, marcada por contrastes entre as áreas florestadas e os espaços degradados pela mineração. O avanço da garimpagem promoveu o desmatamento das margens dos igarapés, ampliando os processos erosivos e a sedimentação nos cursos d'água. Em consequência, a fauna aquática sofreu declínio significativo, e o uso da água para consumo humano tornou-se problemático, devido à presença de metais pesados e lama oriunda da lavagem dos minérios. Essas transformações reforçam a interdependência entre degradação ambiental e vulnerabilidade social, pois as populações que dependem do garimpo para sobreviver são as mesmas que enfrentam os impactos negativos gerados por essa atividade (IMESC, 2019; Matos, 2025).

Portanto, o garimpo em Centro Novo do Maranhão expressa um fenômeno socioambiental complexo, que articula pobreza, desigualdade e degradação ambiental. Embora proporcione meios de sobrevivência imediata para centenas de famílias, ele não se converte em desenvolvimento local sustentável. Os indicadores sociais do município permanecem baixos, com renda per capita inferior à média estadual e precário acesso a políticas públicas. A análise da paisagem e das práticas produtivas demonstra que a extração aurífera artesanal continua sendo um elemento estruturador do território, tanto na dimensão física quanto na social, reforçando a dependência econômica e o ciclo de vulnerabilidade das comunidades locais (Matos, 2025).

#### **4.1 Aspectos Sociais dos Povoados Analisados e Sua Relação com a Garimpagem**

Dentre os entrevistados predominam pessoas com mais de 30 anos de idade, totalizando 41 pessoas (Gráfico 01). A maturidade da população a permitiu observar os processos cíclicos dos garimpos, desde a pujança até fases de declínios, principalmente porque grande parte dos entrevistados vive há mais de 10 anos na região.

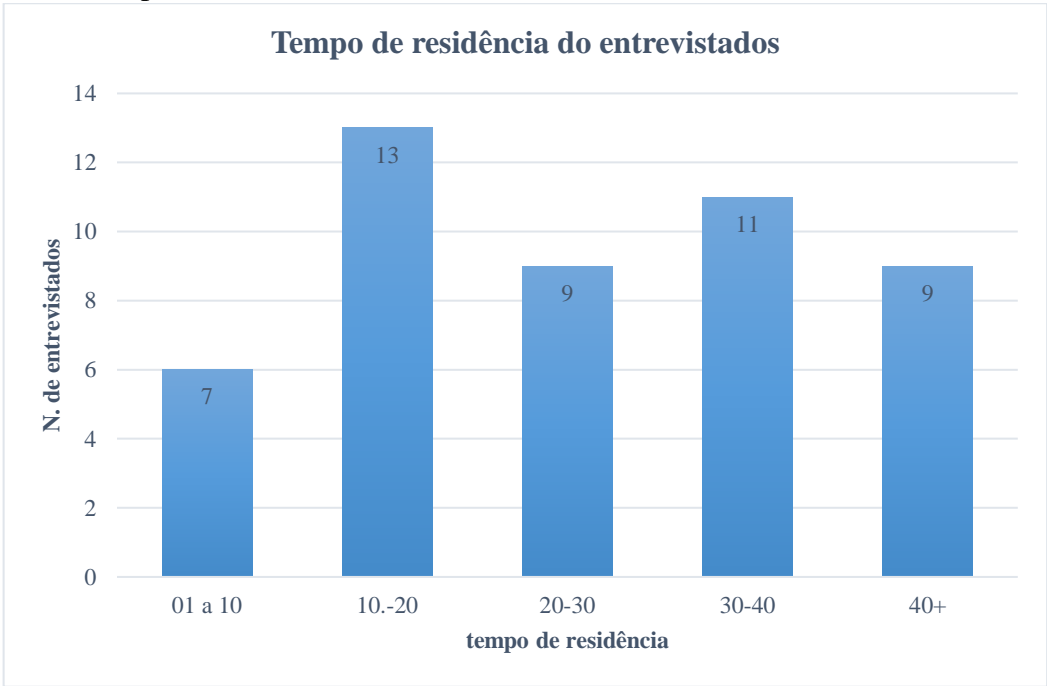
**Gráfico 01:** Idade dos entrevistados



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Dos 49 entrevistados, parte significativa da população reside há mais de 10 anos (42 entrevistados), sendo que apenas sete pessoas entrevistadas residem há menos nas duas comunidades (Gráfico 02).

**Gráfico 02:** Tempo de residência dos entrevistados

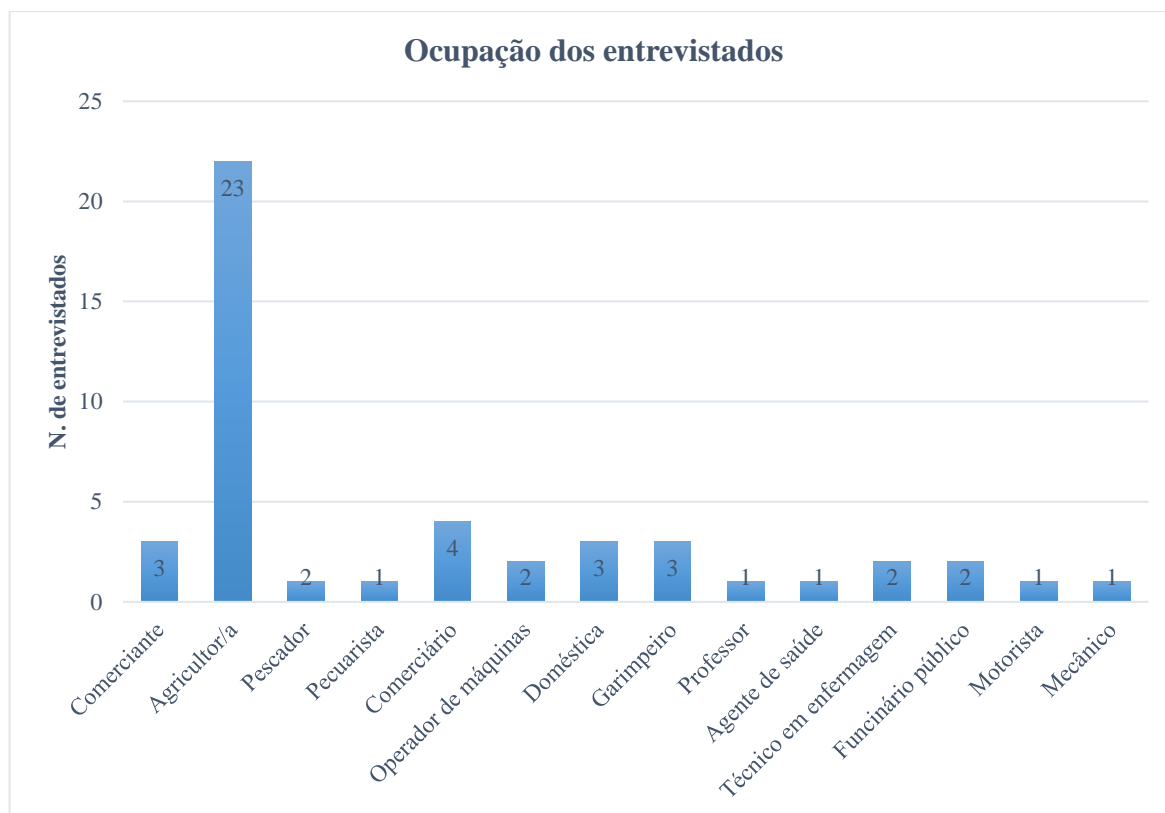


Fonte: Dados da pesquisa/Julho de 2025

Ressalta-se que o tempo de moradia dos entrevistados exerce papel fundamental na compreensão dos problemas ambientais associados ao garimpo de ouro em áreas adjacentes aos povoados, bem como na percepção da importância econômica dessa atividade para as comunidades locais. Indivíduos que residem por períodos mais prolongados nessas regiões tendem a possuir um conhecimento mais aprofundado das transformações ambientais provocadas pelo garimpo, tais como o desmatamento, a contaminação por mercúrio, o aumento da turbidez dos rios e a degradação da fauna e flora locais. Essa compreensão advém da convivência contínua com os impactos dessas práticas, que se manifestam ao longo do tempo e são assimilados através das experiências acumuladas dos moradores.

Observa-se nas comunidades analisadas uma dualidade na percepção dos moradores mais antigos, que ao mesmo tempo reconhecem os danos ambientais significativos e valorizam o garimpo pela relevância econômica que proporciona. Essa relação complexa evidencia a necessidade de abordagem integrada que considere tanto os aspectos socioeconômicos quanto ambientais, ressaltando a importância do tempo de moradia como indicador para formulação de políticas públicas que busquem mitigar os impactos ambientais sem desconsiderar as dependências econômicas locais. Portanto, o entendimento dos problemas ambientais e da importância econômica do garimpo está diretamente vinculado ao tempo em que os entrevistados vivem na região, influenciando suas percepções, atitudes e demandas por alternativas que conciliem desenvolvimento sustentável e preservação ambiental.

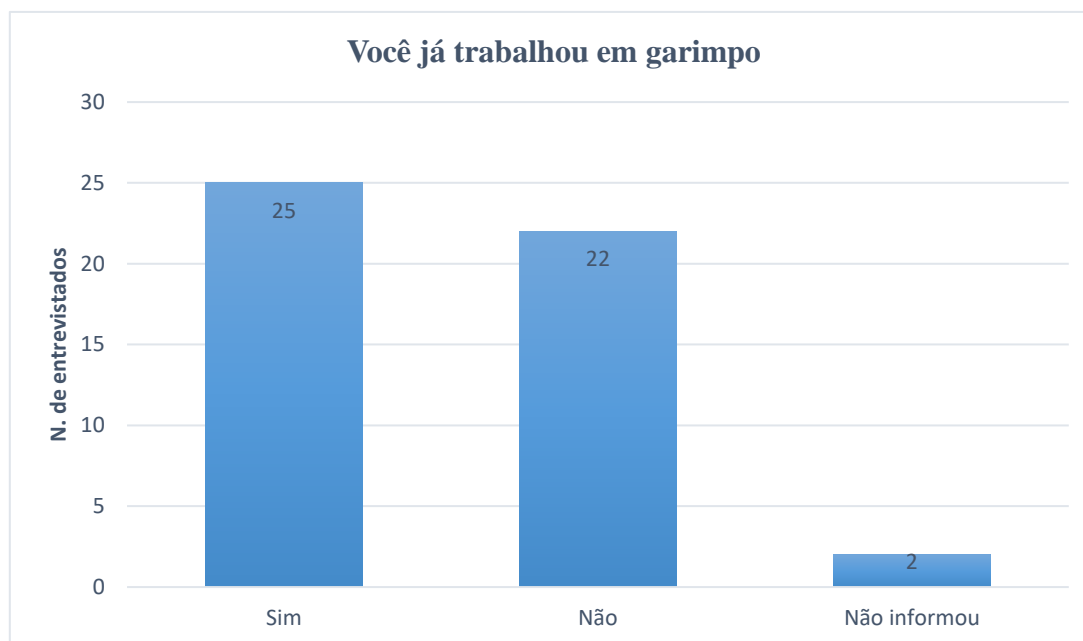
Quando se compara o tempo de moradia com as profissões/ocupações dos entrevistados, percebe-se que grande parte da população possui ocupações de baixa remuneração, fato que potencializa ainda mais o garimpo como fonte de renda (Gráfico 03).

**Gráfico 03:** Profissão/ocupação dos entrevistados

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A análise das profissões mencionadas pelos entrevistados revela uma correlação significativa entre a baixa remuneração das atividades desempenhadas e a potencialização do garimpo como fonte de renda alternativa. A predominância da profissão de agricultor entre os informantes (23 pessoas) destaca-se não apenas pela sua representatividade, mas também pelas características específicas que contribuem para a pouca viabilidade econômica dessa atividade na região. A baixa produtividade agrícola observada está diretamente relacionada à falta de assistência técnica adequada e à pobreza intrínseca dos solos amazônicos, que limitam a capacidade produtiva das áreas cultivadas. Essas condições, associadas à insuficiência de recursos e infraestrutura, resultam em rendimento baixo e instável para os agricultores, incentivando a busca por atividades complementares ou alternativas que possam garantir a automanutenção familiar.

Ressalta-se que muitos dos entrevistados já participaram do garimpo, ou seja, 51% dos entrevistados (Gráfico 04), mas atualmente não desenvolve a atividade, ocupando outras profissões. Por outro lado, é comum encontrar garimpeiros que não declaram praticar garimpagem por medo de represálias em operações de fiscalização. Ou seja, o medo de se declarar garimpeiro pode ter mascarado os resultados.

**Gráfico 04:** Já trabalhou em garimpo

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Nesse contexto, o garimpo de ouro emerge como uma das principais opções para complementar a renda, devido à sua capacidade de gerar ganhos mais imediatos, mesmo que de forma informal e em condições muitas vezes precárias. A baixa remuneração das profissões tradicionais, como a agricultura, funciona como um fator impulsionador para o envolvimento com o garimpo, atividade que, embora promova impactos ambientais significativos, representa para muitos moradores uma oportunidade econômica crucial em um cenário marcado pela escassez de alternativas lucrativas. Assim, a relação entre ocupações de baixa remuneração e o garimpo configura-se como uma dinâmica social complexa, em que a precariedade econômica e a limitação da agricultura familiar fomentam a dependência do garimpo como meio de sobrevivência, evidenciando a urgência de intervenções que promovam a diversificação produtiva, a assistência técnica agrícola eficaz e o desenvolvimento sustentável, minimizando os impactos socioambientais dessa atividade na região.

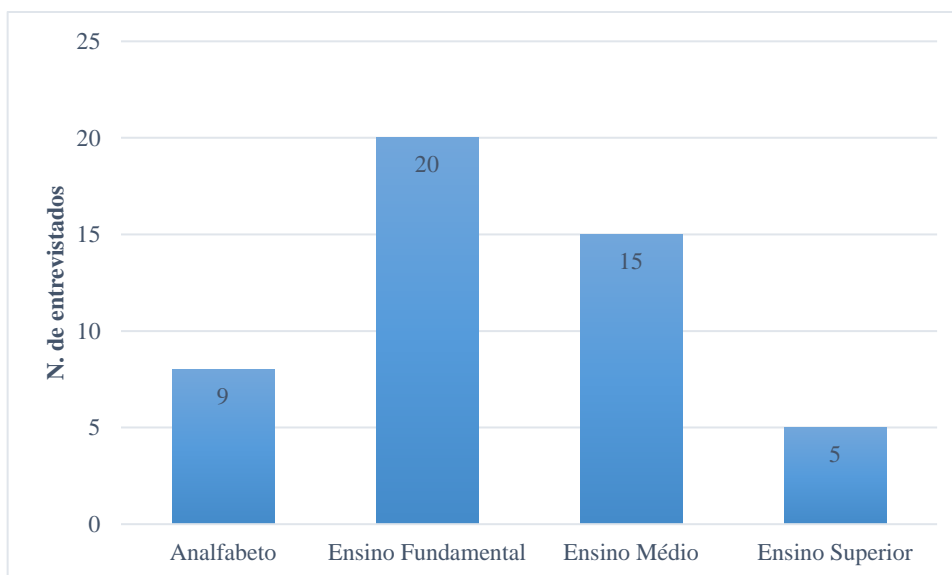
Ressalta-se, por outro lado, que a garimpagem tende a influenciar negativamente a agricultura, pecuária e pesca, seja pela remoção da camada arável dos solos, pelo desencadeamento de processo erosivos que resultam no soterramento de áreas de planícies e no assoreamento dos rios e na contaminação de rios e sedimentos.

As profissões mencionadas pelos entrevistados predominantemente não demandam por elevado escolaridade, a exceção dos funcionários públicos e professores. A baixa

escolaridade, por sua vez, restringe o acesso da maioria da população aos cargos de melhor remuneração disponíveis no município que tem como característica o analfabetismo e/ou a baixa escolarização da população mais velha residente nas áreas rurais. Assim, a conjunção de baixa escolaridade e domínio de profissões de baixa remuneração conduzem à baixa remuneração, o que permite que o garimpo apareça como uma alternativa econômica atrativa, visto que é comum garimpeiros relatarem remuneração superior a R\$ 6000,00 mensais.

Entre os entrevistados, o analfabetismo ainda é frequente (9 pessoas) e a baixa escolarização (Ensino Fundamental, no caso de 20 entrevistados) ainda é dominante (Gráfico 05), o que força a população adulta vislumbrar o garimpo como atividade econômica viável, mesmo diante dos riscos e da pequena consistência dos ganhos.

**Gráfico 05:** Grau de escolaridade dos entrevistados



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2025

Por outro lado, a baixa escolaridade reduz a possibilidade dos moradores de compreenderem o real risco do garimpo nos processos de contaminação e degradação ambiental frente ao uso do mercúrio.

A análise dos dados do gráfico 04 associada aos indicadores educacionais do município de Centro Novo do Maranhão revela um cenário que potencializa a adoção do garimpo ilegal como alternativa econômica. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), a taxa de escolarização de crianças entre 6 e 14 anos no município foi de 87,7% em 2010, e o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) em 2023 indicou valores relativamente baixos, com 4,5 nos anos iniciais e 3,7 nos anos finais do ensino fundamental. Esses dados gerais do município não se refletem na população adulta entrevistada,

visto que 28 dos 49 entrevistados possuem até o Ensino Fundamental e desse total, 8 são analfabetos.

Tal condição educacional representa um fator limitante para o acesso a empregos formais, elevando a vulnerabilidade econômica dos moradores frente às poucas alternativas de renda disponíveis. É válido lembrar que nos povoados analisados não há muitas oportunidades de trabalho e os moradores são forçados a desenvolverem atividades econômicas de baixa remuneração, como a agricultura itinerante.

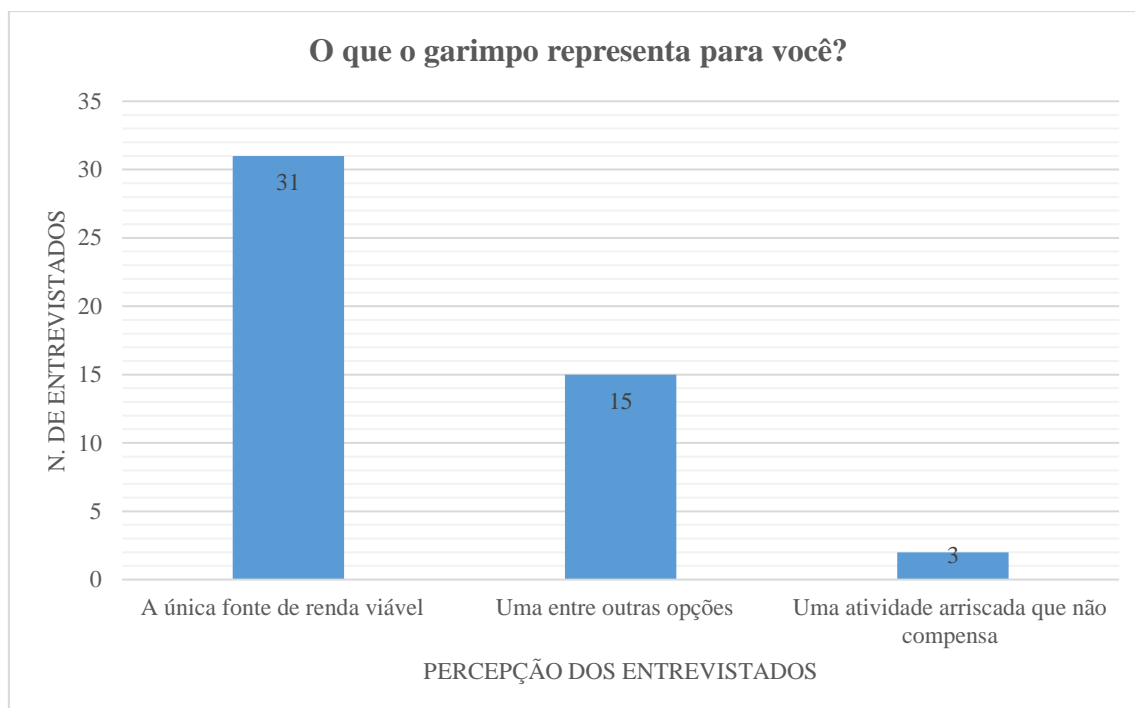
Essa vulnerabilidade é agravada pela correlata dificuldade no entendimento dos riscos associados à contaminação por mercúrio, efeito nocivo do garimpo, cuja divulgação e absorção das informações dependem diretamente dos níveis de escolarização e acesso ao conhecimento técnico-científico. A baixa escolaridade reduz a capacidade crítica dos moradores para avaliarem plenamente as consequências ambientais e sanitárias da atividade garimpeira, resultando em uma aceitação maior e adoção continuada do garimpo ilegal como estratégia de subsistência, mesmo diante dos riscos.

A informação acima pode ser confirmada quando os entrevistados foram perguntados sobre os danos ocasionados pelo uso contínuo do mercúrio.

#### **4.2 Aspectos legais, importância econômica do garimpo e operações de fiscalização**

A população de Centro Novo do Maranhão, mesmo diante dos problemas advindos do garimpo, ainda percebe essa atividade como uma fonte de renda importante. Entre os entrevistados, mais de 63% percebem o garimpo como única fonte de renda viável (Gráfico 06), o que revela uma preocupação, visto que isto pode representar uma forte tendência de crescimento da atividade e desencadear uma série de problemas socioambientais.

**Gráfico 06:** Como você percebe o garimpo do ouro no cenário econômico do povoado?



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A análise do Gráfico 06, quando relacionada à baixa escolaridade, analfabetismo e suas consequências socioeconômicas, evidencia elementos que reforçam a complexa relação entre as condições educacionais e econômicas da população de Centro Novo do Maranhão e a adoção do garimpo ilegal como alternativa econômica. Os dados do gráfico destacam aspectos relacionados à vulnerabilidade econômica estrutural, que, associada aos indicadores educacionais anteriormente mencionados, intensifica a pouca diversificação das fontes de renda e o predomínio de atividades informais e precarizadas, como o garimpo.

Esta realidade encontra respaldo nos indicadores econômicos do município, que apresentam, conforme dados do IBGE (2025), um PIB per capita relativamente baixo, avaliado em R\$ 9.104,32 em 2021, posicionando Centro Novo do Maranhão na 113ª colocação entre os 217 municípios maranhenses em termos de PIB per capita. A economia local é significativamente dependente do setor público, que representa cerca de 52% do valor adicionado no PIB municipal, seguido por outros setores pouco diversificados economicamente, o que reflete as limitadas oportunidades de emprego formal e renda sustentável para a população. Essa concentração da economia pública, somada a um salário médio mensal dos trabalhadores formais equivalente a aproximadamente 1,9 salários mínimos em 2022 e uma população ocupada de apenas 9,25%, demonstra o cenário de restrição

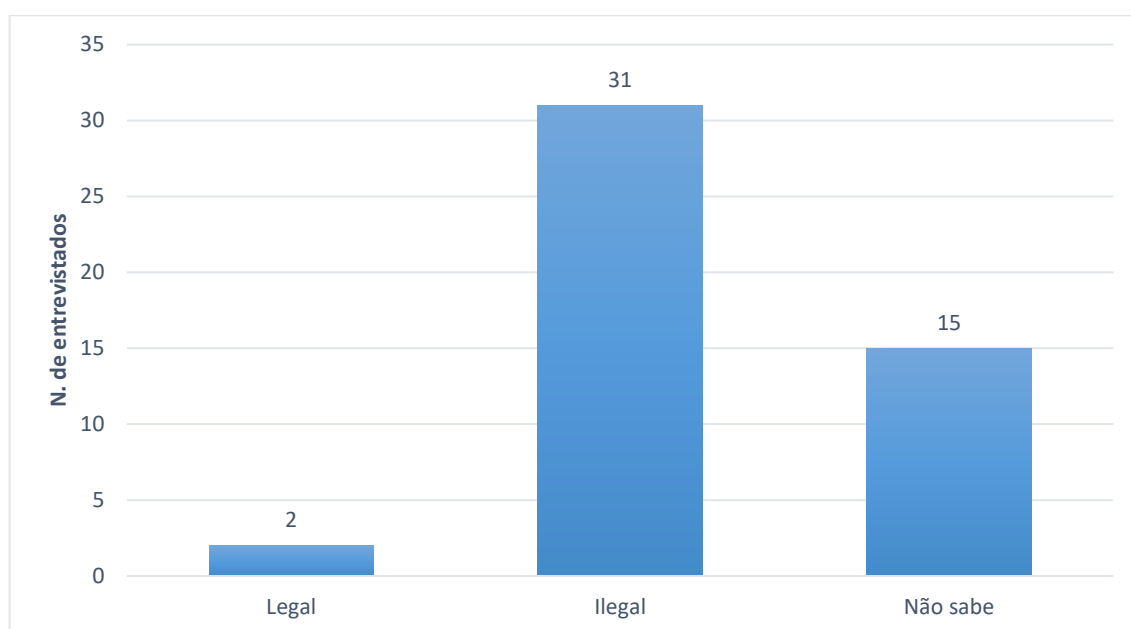


econômica que fomenta a dependência do garimpo como fonte de renda alternativa (IBGE, 2025).

Este cenário evidencia a necessidade urgente de políticas públicas que promovam o desenvolvimento econômico diversificado, melhoria da educação e acesso à informação ambiental, buscando romper os ciclos de vulnerabilidade socioeconômica e ambiental da região.

Por outro lado, a garimpagem, realizada eminentemente com o uso de mercúrio e cianeto de forma ilegal é claramente assim percebida pela maior parte da população (Gráfico 07).

**Gráfico 07:** Aspectos legais da mineração na percepção dos moradores



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

Com base nas respostas dos 49 moradores entrevistados, observa-se que 31 (63,3%) percebem a atividade como ilegal, 3 (6,1%) como legal e 15 (30,6%) não souberam responder. Essa distribuição revela um predomínio de percepção alinhada à legislação, mas também evidencia um contingente significativo de desinformação. O tempo de moradia exerce papel relevante nesse processo: moradores antigos, por acumularem vivências sobre mudanças ambientais, como degradação de cursos d'água, assoreamento, perda de biodiversidade e contaminação, tendem a reconhecer com maior clareza a relação entre garimpo e impactos socioambientais, reforçando a compreensão de sua ilegalidade. Já aqueles com menor tempo de

residência, muitas vezes atraídos por oportunidades econômicas imediatas, podem apresentar menor consciência crítica, relativizando ou desconhecendo os aspectos jurídicos envolvidos.

A importância econômica do garimpo para povoados adjacentes é um fator que complexifica essa percepção, pois mesmo reconhecendo impactos negativos, a dependência de empregos e renda direta ou indireta ligados à mineração ilegal contribui para a tolerância social à atividade.

A baixa escolaridade, comum no Maranhão e particularmente acentuada em comunidades rurais, está associada à limitação no acesso e na compreensão de informações técnicas ou normativas, o que ajuda a explicar a incerteza manifestada pelos 15 entrevistados que não souberam opinar. Nesse contexto, a ausência de esclarecimento sobre a legalidade do garimpo não se restringe à falta de informação formal, mas também se relaciona à carência histórica de políticas públicas de educação ambiental e inclusão socioeconômica, fatores que perpetuam a vulnerabilidade das populações locais e dificultam a adoção de posturas críticas frente a atividades ilegais que afetam diretamente o território em que vivem.

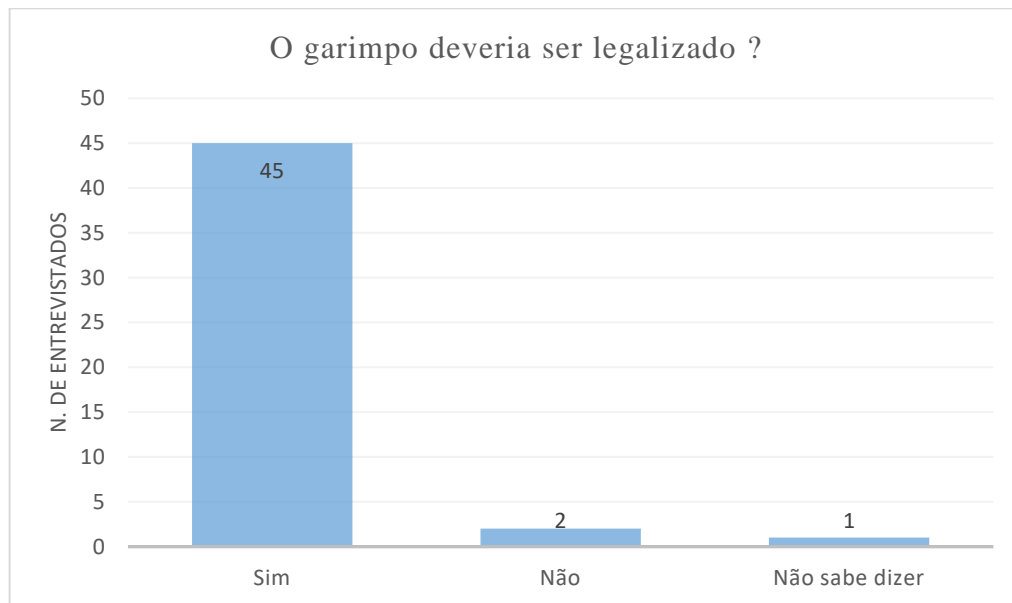
Para Matos (2025, p. 13), a mineração ilegal mantém relação direta com a perda de qualidade de vidas das populações tradicionais, pois causam impactos severos na qualidade ambiental e nos recursos naturais utilizados por estas.

Para a referida autora,

A mineração, especialmente a ilegal, por ser uma atividade de grande potencial degradante ao meio ambiente e às populações tradicionais, apresenta-se como um desafio para adequação das condições socioambientais para o governo brasileiro, visto que é uma atividade praticada por inúmeras pessoas sem as condições básicas de segurança no trabalho e de salubridade, sendo atrativa devido a possibilidade de ganho e da perspectiva de melhoria de vida. (Matos, 2025, p. 13).

A constatação de que o garimpo de ouro é ilegal nos povoados não coincide com a percepção dos moradores de que a referida atividade deve ser proibida. Ao contrário, os entrevistados em sua maioria (45 dos entrevistados) apontaram que o garimpo precisa ser legalizado e não extinto (Gráfico 08), reforçando a importância da mineração no local.

**Gráfico 08:** Percepção dos moradores sua a extinção ou legalização da mineração do ouro nos povoados



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

É válido ressaltar que o processo de legalização de lavra garimpeira é lento e burocrático, dependendo exclusivamente de autorização e liberação de entes legislativos (Viana et al., 2024, p. 113).

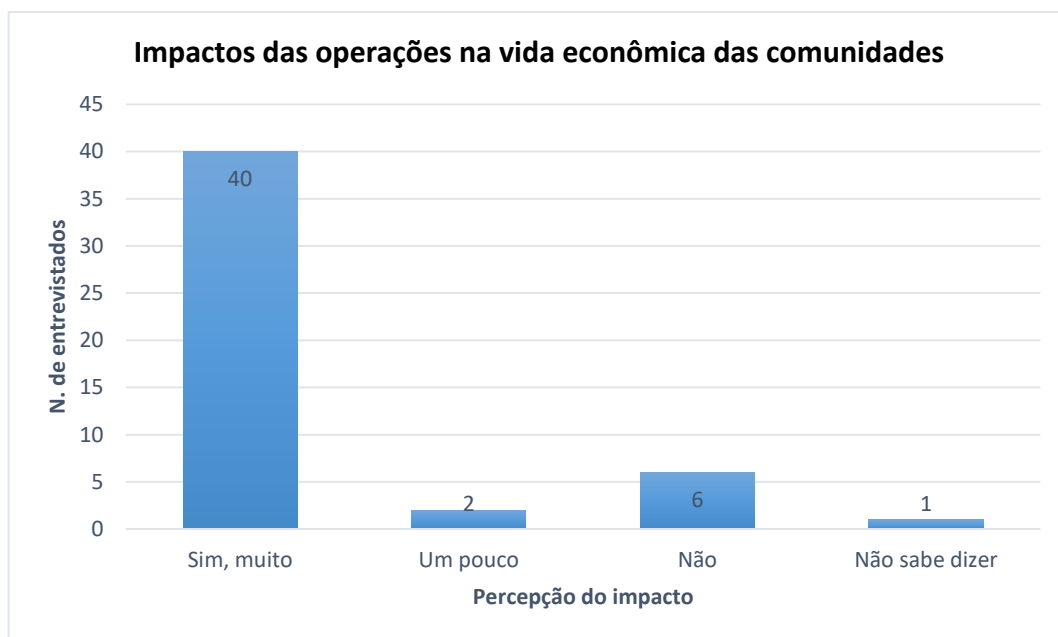
A complexidade de legalização de atividade minerária por garimpeiros é gigantesca, o que pode ser observado pelas inúmeras normativas suprimidas e adicionadas na Portaria n. 155 do Ministério de Minas e Energia (MME, 2016) que dispõe sobre os regimes de aproveitamento dos recursos minerais. O pagamento de inúmeras taxas, a exigência de vários documentos e estudos, conduzem a atividade mineradora em pequena escala para a ilegalidade.

Ressalta-se que, mesmo diante da ilegalidade predominante, a importância social e econômica que os pequenos mineradores individuais e as empresas mineradoras de pequena escala têm, é incontestável para a economia no Brasil (Viana et al., 2024, p. 113). Tal afirmativa pode ser confirmada com a realidade de Centro Novo do Maranhão em que a atividade comercial, as construções e a dinâmica de produção agropecuária possuem relação direta ou indireta com a mineração.

O fato de o garimpo ser predominantemente ilegal em Centro novo do Maranhão torna os garimpeiros vulneráveis frente as constantes fiscalização e ações dela derivadas. Essas operações são necessárias e em conformidade com a legislação, mas muitas vezes os agentes

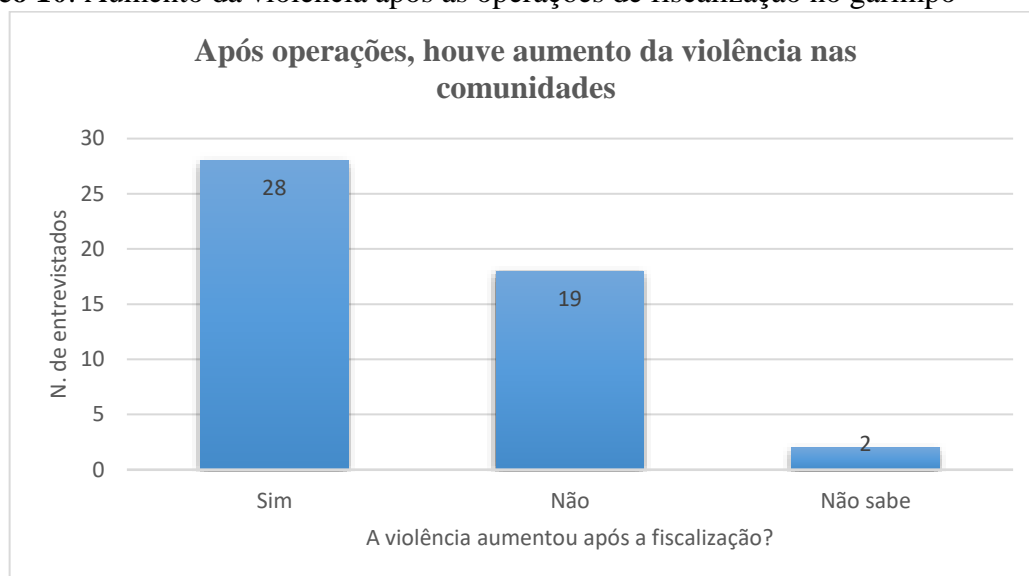
destroem equipamentos e máquinas que resultam em fortes impactos negativos (Gráfico 09) na vida econômica do município e no aumento da violência nos povoados.

**Gráfico 09:** As operações de fiscalização de combate aos garimpos ilegais impactam negativamente as comunidades?



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

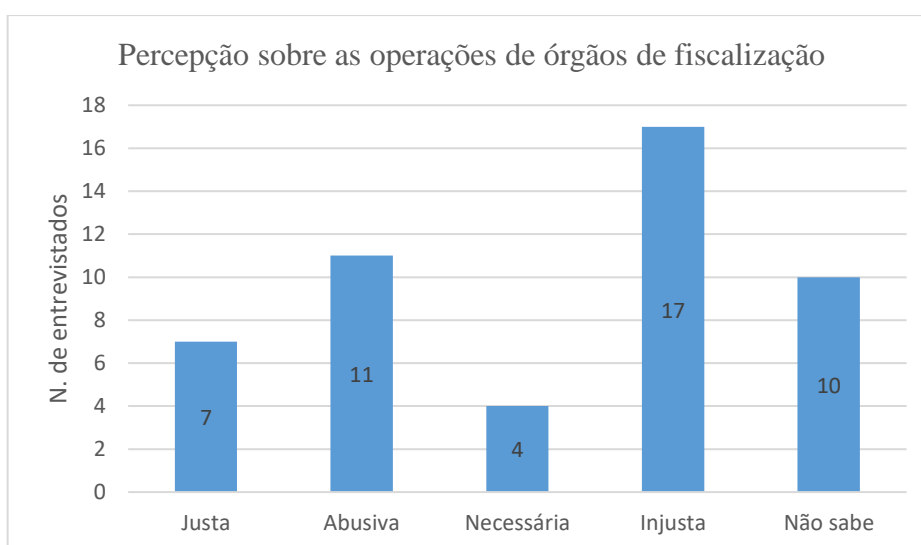
Dentre os principais problemas relatados pelos entrevistados estão a redução da renda na comunidade, a perda de equipamentos e o aumento do medo e revolta em relação aos órgãos de fiscalização que, na visão da população, mesmo respaldados pela lei, cometem abuso de poder e violência. As ações de fiscalização coincidem com o aumento da violência nos povoados (Gráfico 10) e com a intensificação da mineração no período pós-fiscalização, visto que os garimpeiros tentam se recuperar dos prejuízos aumentando o tempo e o número de equipamentos após a saída do IBAMA e da Polícia Federal da área.

**Gráfico 10:** Aumento da violência após as operações de fiscalização no garimpo

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

O aumento da violência possui relação direta com a intensificação da extração do ouro seja pelo maior fluxo de pessoas alheias aos povoados, seja com o incremento de processos de endividamentos e cobranças geradas pela inatividade temporária dos garimpos que representam a maior fonte de renda, ainda que não declarada, para os povoados analisados.

A percepção acima é ratificada pelos entrevistados quando são questionados sobre como veem as operações de fiscalização (Gráfico 11), revelando que, mesmo sabendo que o garimpo é ilegal, a maioria acredita que as operações sejam injustas.

**Gráfico 11:** Como você julga as operações de fiscalização no garimpo

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

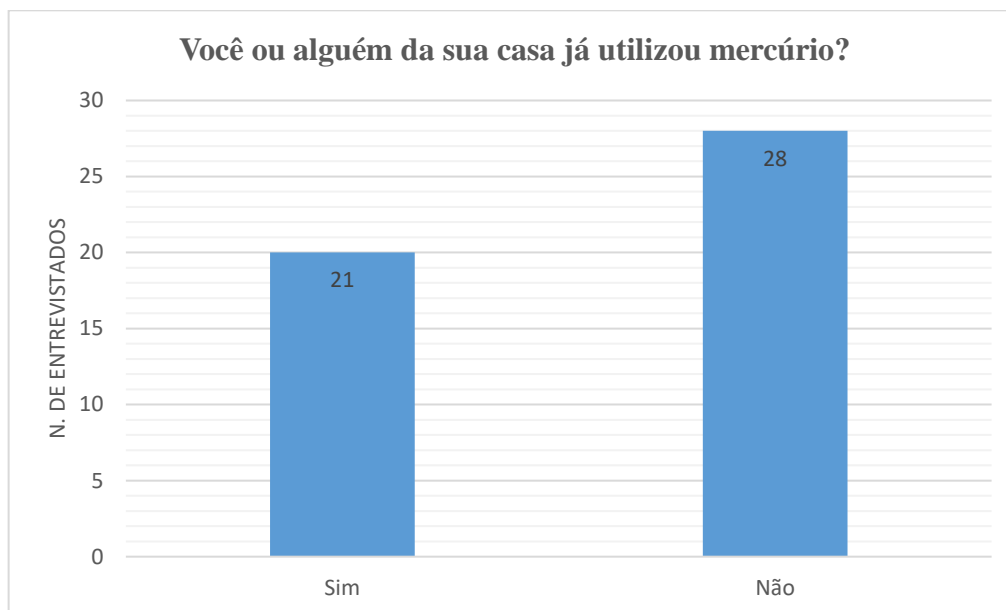
A análise do Gráfico 11 revela uma predominância de avaliações negativas em relação às operações de fiscalização realizadas por órgãos como a Polícia Federal e o IBAMA. De acordo com o Gráfico 11, a maioria dos entrevistados considera essas operações “injustas” ou “abusivas”, com 16 e 11 respostas respectivamente, enquanto apenas uma minoria as classificou como “justas” (7 respostas) ou “necessárias” (4 respostas). Além disso, nota-se um número significativo de entrevistados que afirmaram “não saber” como avaliar essas ações (10 respostas), o que pode ser um indicativo do medo da população em se manifestar livremente por medo de represálias. Esses dados evidenciam um cenário de desconfiança e insatisfação dos moradores diante das intervenções estatais, particularmente pelo impacto negativo que tais operações exercem sobre a economia local e o aumento da violência nas comunidades. A tendência de percepção desfavorável pode ser interpretada como reflexo da ausência de alternativas econômicas sustentáveis e do distanciamento entre o poder público e as necessidades cotidianas da população local, indicando a importância de políticas públicas que conciliem fiscalização ambiental com inclusão social e diálogo comunitário.

Essa percepção negativa talvez esteja diretamente associada ao abuso de poder por parte de alguns agentes públicos que utilizam a permissão legal contida no Decreto nº 6.514/2008 para destruírem máquinas, equipamentos e estruturas que servem ao garimpo e acabam agindo com violência, destruindo equipamentos e máquinas que dizem não utilizados na extração do ouro, mesmo estando em áreas acessíveis das comunidades como ruas e quintais. Ressalta-se que “o agente ambiental deverá, sempre que optar pela destruição ou pela inutilização, respeitar os procedimentos previstos na Instrução Normativa nº 19 de 02 de junho de 2023” (MMA, 2023), o que quase sempre resulta em perdas econômicas severas aos garimpeiros e, em geral, reduz o potencial de extração de ouro deles por algum tempo, especialmente daqueles que possuem poder aquisitivo mais baixo.

#### **4.3 Uso do mercúrio e impactos sobre a população**

O uso do mercúrio é prática comum nos garimpos de ouro da Amazônia brasileira e, em Centro Novo do Maranhão, quase todos os garimpeiros utilizam o referido produto, sem quaisquer cuidados inerentes à contaminação. Entre os entrevistados, 42,86% já usaram e tiveram alguém da família que utilizaram mercúrio em atividade garimpeira (Gráfico 12).

**Gráfico 12:** Já utilizou ou conhece alguém da família que utiliza mercúrio em atividade garimpeira.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

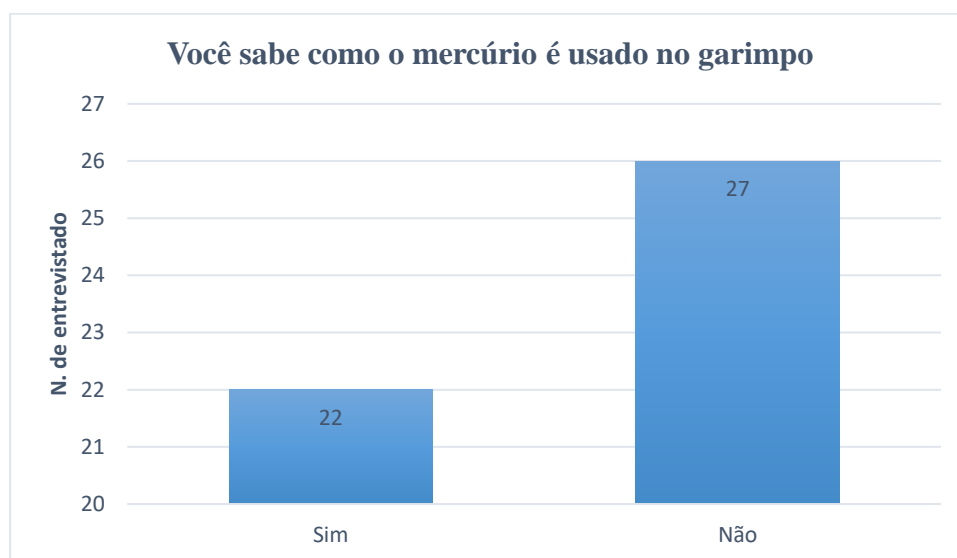
O Gráfico 12 permite analisar o nível de exposição da população local aos riscos de contaminação por mercúrio. Os índices apresentados evidenciam a presença significativa de rotas de contaminação tanto ocupacionais, pela inalação de vapores de mercúrio metálico durante a queima da amálgama, quanto domésticas, pelo transporte de poeira e resíduos em roupas e utensílios, além das vias ambientais, pela dispersão do contaminante em solos e cursos d'água. Estudos em diferentes áreas amazônicas mostram que o garimpo artesanal e em pequena escala tem sido responsável por liberar grandes quantidades de mercúrio, configurando um dos principais vetores de poluição química na região (Veiga; Hinton, 2002).

É válido lembrar que a exposição ao Hg pode ter consequências graves. A inalação direta dos vapores de mercúrio emitidos durante a queima do amálgama na extração do ouro provoca efeitos neurotóxicos, que vão desde tremores e alterações de memória até déficits motores e cognitivos persistentes, afetando especialmente trabalhadores que realizam a queima de amálgama em condições precárias (Santos-Sacramento et al., 2021). Por outro lado, o despejo do metal em sedimentos e ambientes aquáticos favorece a transformação do mercúrio metálico em metilmercúrio, altamente tóxico e capaz de se bioacumular na cadeia alimentar. (Meneses et al., 2022).

É válido lembrar que os dados obtidos em Centro Novo do Maranhão inserem-se em um padrão regional de vulnerabilidade socioambiental, caracterizado pela sobreposição entre pobreza, dependência econômica do garimpo e fragilidade institucional de fiscalização e acompanhamento em saúde. A elevada proporção de entrevistados com histórico de contato com mercúrio reforça a necessidade de implementação urgente de ações de vigilância epidemiológica e ambiental. Essas medidas dialogam diretamente com recomendações da Convenção de Minamata e com experiências de saúde coletiva já conduzidas em áreas amazônicas, nas quais se buscou reduzir a exposição e mitigar danos (Vasconcellos et al., 2021).

Outro dado preocupante é que, mesmo diante de forte exposição ao mercúrio, 27 entrevistados não sabem como o mercúrio é utilizado, sendo expostos indiretamente aos riscos do uso do mercúrio (Gráfico 13)

**Gráfico 13:** Você conhece as formas de uso do mercúrio no garimpo?



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A falta de conhecimento sobre o tema acentua a vulnerabilidade de populações ribeirinhas e indígenas, que convivem cotidianamente com a contaminação, pelo uso indiscriminado do produto.

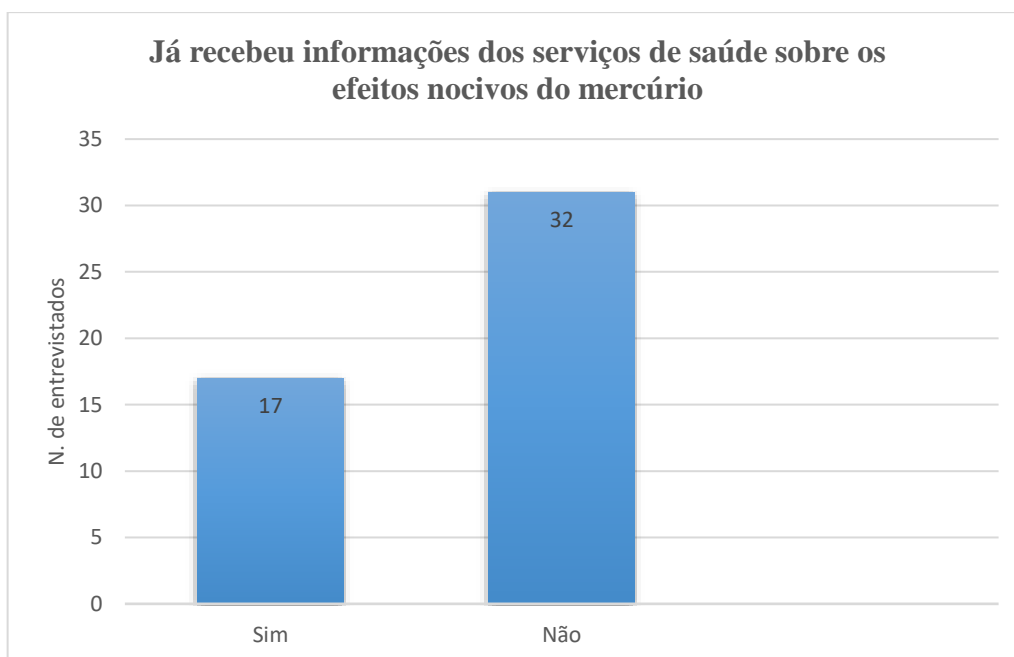
As consequências ambientais do uso indiscriminado do mercúrio no garimpo são igualmente preocupantes. A contaminação não se limita às áreas de extração, mas se propaga pelos rios e sub-bacias hidrográficas, atingindo a fauna aquática e comprometendo a segurança alimentar de populações tradicionais.



Em Centro Novo do Maranhão, não há estudos sobre contaminação ambiental ou de pessoas por mercúrio. Entretanto, relatórios da Fiocruz demonstram que aldeias indígenas apresentam índices alarmantes de contaminação, chegando a 92% dos indivíduos em algumas localidades (Basta et al., 2021) na Amazônia, mesma realidade ambiental do município em questão. A WWF-Brasil também identificou que as bacias dos rios Tapajós, Xingu, Mucajaí e Uraricoera apresentam risco extremamente alto de contaminação, afetando não apenas espécies aquáticas, mas também comunidades humanas que dependem do pescado como principal fonte de proteína (WWF-Brasil, 2022).

Apesar do uso indiscriminado do mercúrio nos garimpos de Centro Novo do Maranhão, parte significativa da população não tem acesso às informações sobre os riscos de contaminação em áreas influenciadas pelo garimpo disponibilizadas pelos serviços de saúde (Gráfico 14).

**Gráfico 14:** Acesso às informações sobre riscos de contaminação por mercúrio em áreas de garimpo



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Em 62,35% das respostas, os entrevistados relataram que nunca receberam informações dos serviços de saúde sobre os riscos de contaminação por mercúrio. Essa constatação revela uma falha crítica na cadeia de proteção à saúde pública que amplia tanto a exposição quanto a vulnerabilidade de indivíduos e famílias. A ausência de comunicação ativa

por parte dos serviços de saúde impede a adoção de medidas preventivas simples e efetivas — por exemplo, orientação sobre espécies de peixe com menores teores de metilmercúrio, práticas seguras de manuseio e armazenamento de amálgamas e a necessidade de evitar a queima de amálgama em ambientes domiciliares — e, por conseguinte, favorece a manutenção de padrões de consumo e comportamento que aumentam a dose interna de mercúrio na população exposta (WHO, 2024).

Além dos impactos diretos à saúde da população, a lacuna informacional compromete a detecção e a resposta institucional, o que reduz a capacidade de planejar biomonitoramento, estratégias de mitigação e comunicação de risco contextualizada. Essa desconexão entre pesquisa/monitoramento e os sistemas de informação em saúde já foi destacada em estudos na Amazônia e reduz a efetividade de programas vinculados à Convenção de Minamata e às recomendações da OMS (Basu et al., 2023).

A falta de informações fornecidas por serviços de saúde contribui para a perpetuação de mitos, estigmas ou mensagens insuficientes veiculadas por fontes não técnicas (redes sociais, correio de boca), o que pode retardar a adoção de práticas seguras. Nos garimpos de Centro Novo do Maranhão, é comum visualizar garimpeiro manipulação mercúrio sem nenhum EPI e até oferecem o produto aos visitantes para manipularem a título de curiosidade ou lazer.

#### **4.4 Legalização, atividade empresarial e possíveis benefícios à população de Centro Novo do Maranhão**

A garimpagem do ouro inegavelmente é importante fonte de renda para parte da população no Brasil e na Amazônia em particular. Entretanto, parte significativa dessa atividade é realizada ilegalmente, sem autorizações. É válido lembrar que a exploração de recursos minerais no Brasil está condicionada não apenas à obtenção dos direitos minerários junto à Agência Nacional de Mineração (ANM) — que regulamenta a outorga de autorizações, permissões e concessões previstas no Código de Mineração (Decreto-Lei n.º 227/1967) — como também ao cumprimento do procedimento de licenciamento ambiental estruturado em três fases clássicas (Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação) e regulado por normas federais e estaduais competentes. Os recursos minerais são de domínio da União e, por esta razão, necessitam de aval do Governo Federal.

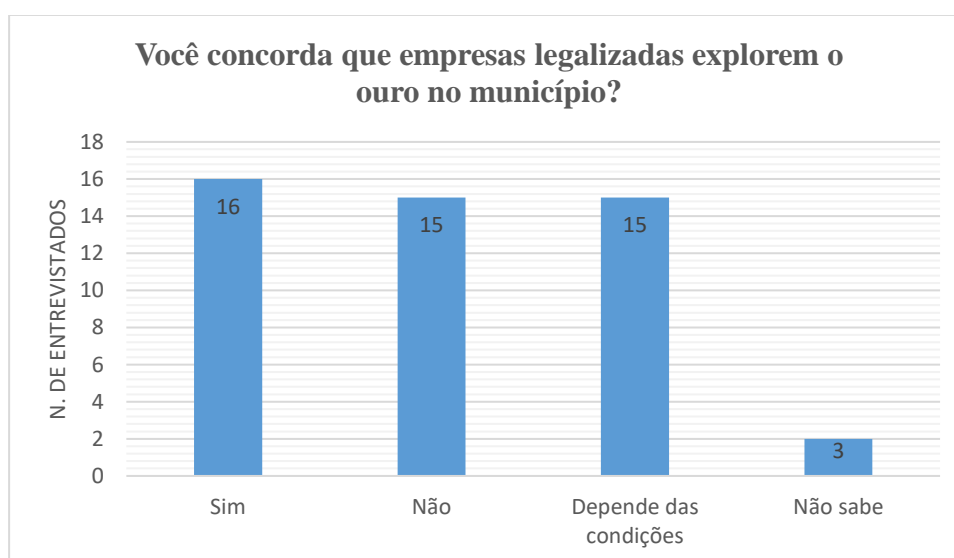
A exigência de licenciamento decorre do princípio constitucional da proteção do meio ambiente e da competência dos órgãos ambientais para condicionar o exercício de atividades potencialmente poluidoras a estudos técnicos (EIA/RIMA quando exigidos) e a condicionantes

de mitigação, compensação e recuperação de áreas degradadas; ademais, a regulação setorial e os procedimentos administrativos recentes reiteram que a conformidade ambiental é requisito para a exploração regular de jazidas, não sendo substituível pela mera obtenção do direito minerário.

No Maranhão, entretanto, a realidade prática revela uma dicotomia entre o arcabouço normativo e a efetividade da fiscalização, especialmente a mineração do ouro. Dessa forma, a persistência de frentes de garimpo clandestino demonstra que grande parte da atividade aurífera na porção noroeste e em áreas amazônicas adjacentes ocorre sem licença ambiental, sem controles sobre o uso de mercúrio e sem as exigidas salvaguardas técnicas e sociais, o que pode ser atestada pela realidade de Cipoeiro e Chega-Tudo.

A realidade acima descrita, pode ser compreendida a partir dos dados do Gráfico 15, quando 16 dos 49 entrevistados concorda que as empresas explorem o ouro no município.

**Gráfico 15:** A atividade de mineração deve ser realizada por empresas no município?



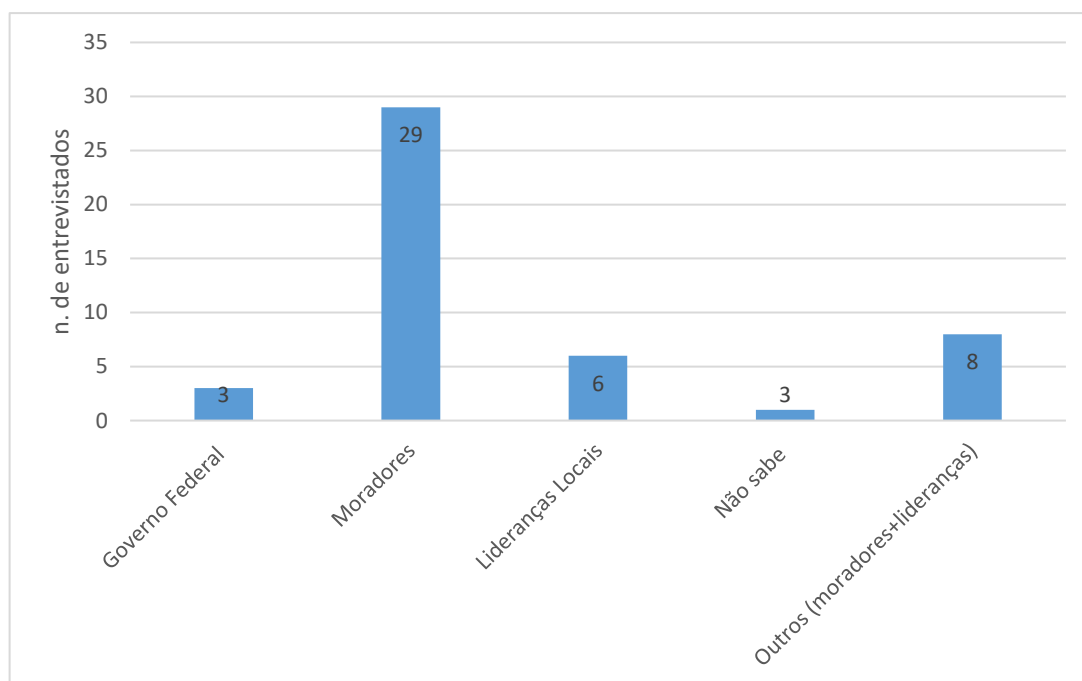
Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Quando interpretado de outro ângulo, 15 dos entrevistados não concordam que as empresas explorem o ouro na região, o que mostra que a legalização enfrentaria resistência, mesmo sendo uma exigência legal. Essa negativa pode ter relação direta com o envolvimento de alguns dos entrevistados no garimpo que percebem a atividade industrial como um impedimento à extração do ouro por eles, à perda dos seus territórios e à extinção da sua única fonte de renda.

Percebe-se também que 15 entrevistados informam que poderiam concordar com a entrada de empresas para exploração do ouro, a depender das condições. Essa informação atesta que falta um trabalho informativo por parte dos entes governamentais na divulgação das exigências legais e dos benefícios da legalização da atividade, o que representa o potencial para a implantação de um programa de Educação Ambiental.

A falta de informação dos moradores pode ser atestada pelos dados contidos no Gráfico 16, em que 29 dos entrevistados relataram que são os moradores os responsáveis por autorizar a entrada de empresas para exploração do ouro no município. Ressalta-se, porém, que o ente responsável por autorizar a exploração mineral é a União, por meios dos seus órgãos de mineração e ambientais.

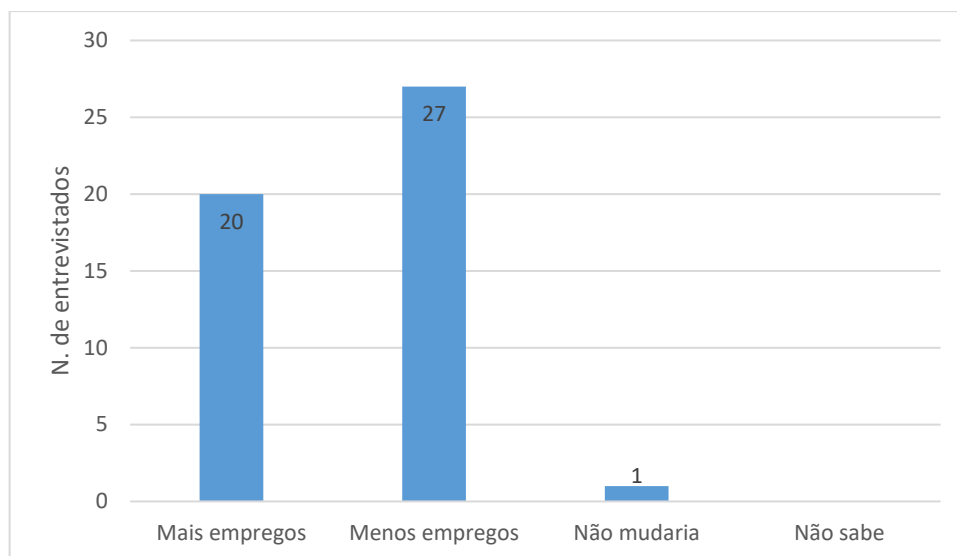
**Gráfico 16:** Quem é responsável por autorizar a entrada de empresas para explorar o ouro no município?



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Apesar de 62,5% dos entrevistados concordarem plenamente ou condicionalmente com a entrada de empresas para a exploração de ouro, 27 dos entrevistados acreditam que as empresas resultarão em menos empregos para os moradores locais (Gráfico 17).

**Gráfico 17:** A entrada de empresas na exploração de ouro influenciaria de que modo?

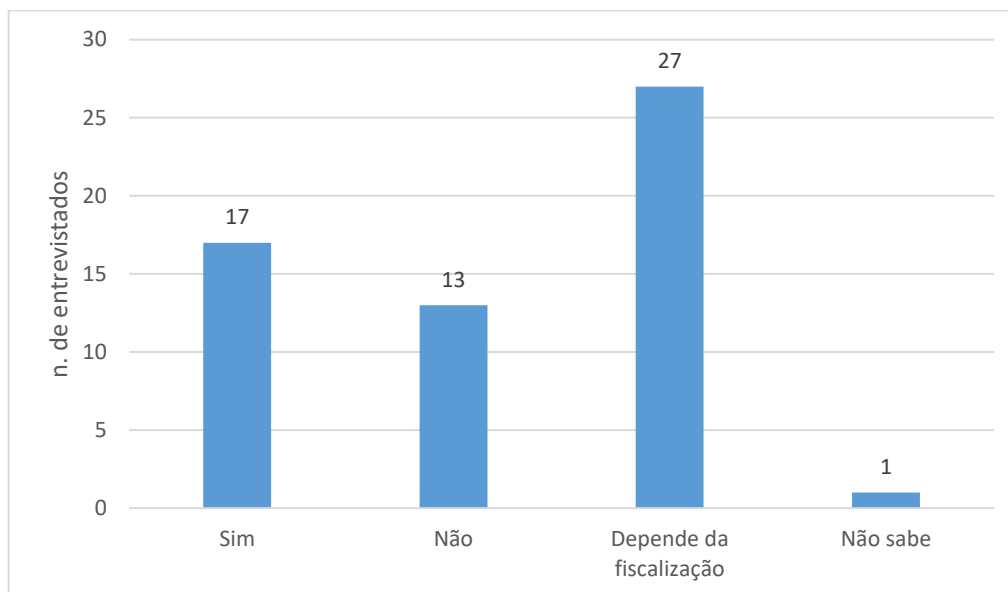


**Fonte:** Dados da pesquisa, 2025

A preocupação dos moradores é real, uma vez que atividades industriais, mesmo aquelas mais braçais, exigem níveis de formação escolar e técnica incompatíveis com aquelas informadas pela maioria dos moradores.

Outra preocupação dos moradores diz respeito aos possíveis problemas ambientais e sociais que surgirão ou se intensificarão com a instalação de empresas mineradoras no município (Gráfico 18). Ressalta-se aqui que o número maior de respostas quando comparados ao número de entrevistados relaciona-se com resposta positivas, condicionadas à existência de fiscalização.

**Gráfico 18:** As empresas respeitariam os ambientes e as comunidades, se instaladas em Centro Novo do Maranhão?



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Para a maioria dos entrevistados (56,25% dos casos), o respeito ao ambiente e às comunidades dependeria diretamente da fiscalização. Ressalta-se, porém, que as fiscalizações em áreas de empresas mineradoras de ouro no Brasil têm sido alvo de críticas recorrentes que apontam para sua fragilidade, intermitência e, muitas vezes, conivência com a expansão de práticas irregulares, especialmente na Amazônia Legal, onde o avanço de grandes projetos e de garimpos ilegais ocorre em territórios próximos ou sobrepostos a comunidades tradicionais.

Do ponto de vista das comunidades tradicionais, a percepção dominante é de que as fiscalizações, quando ocorrem, são episódicas e insuficientes para conter a degradação, não contemplando mecanismos de consulta e participação previstos na Convenção 169 da OIT e tampouco garantem reparação dos danos sociais e culturais provocados pela mineração, gerando um sentimento de vulnerabilidade e invisibilidade institucional (Zhourri; Laschefski; Basta et al., 2021). Tal realidade gera a desconfiança dos moradores e apontam para conflitos futuros quando da instalação de empreendimentos industriais na região.

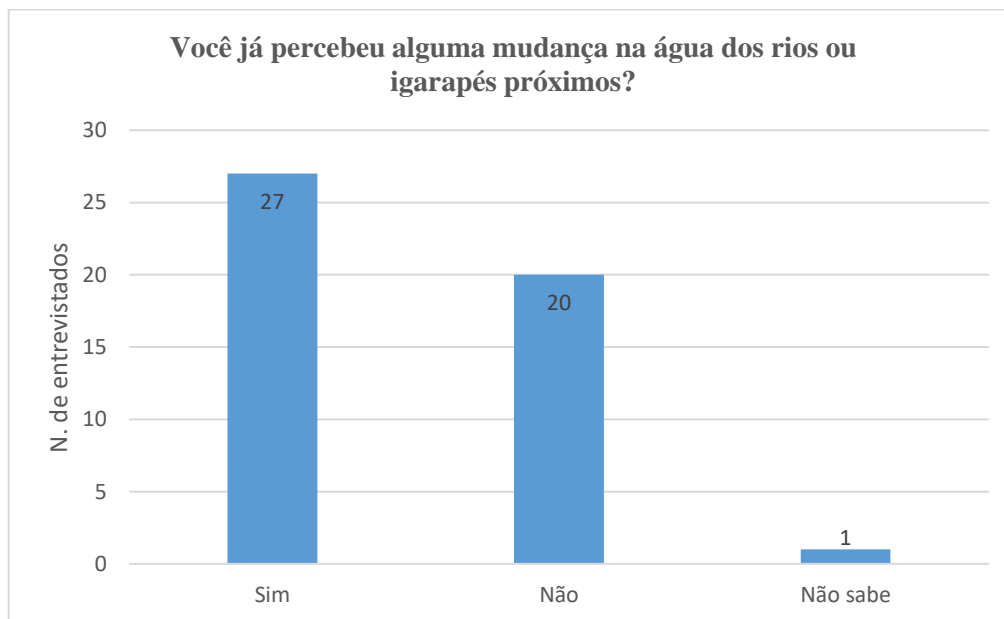
#### **4.5 Contaminação de água e sedimentos fluviais em decorrência da exploração do ouro em Chega-Tudo e Cipoeiro na percepção dos moradores**

O garimpo de ouro, sobretudo em sua forma artesanal e de pequena escala, é reconhecido como uma das principais fontes de contaminação de águas e sedimentos fluviais

na Amazônia, em razão da liberação direta de mercúrio metálico e do revolvimento intensivo de solos e margens de rios. Esse processo provoca tanto a suspensão de partículas e o assoreamento dos cursos d'água quanto a transformação do mercúrio inorgânico em metilmercúrio, forma altamente tóxica e bioacumulável, que compromete a qualidade da água, os ecossistemas aquáticos e a saúde das populações ribeirinhas e indígenas que dependem da pesca para sua subsistência (Lacerda, 1997; Malm, 1998).

Em áreas de garimpo em Centro Novo do Maranhão, mesmo que a pesquisa científica acerca da influência da exploração do ouro na qualidade ambiental e saúde da população seja incipiente, a população já percebe mudanças na qualidade das águas dos cursos d'água na região (Gráfico 19).

**Gráfico 18:** Já percebeu alguma mudança na água dos rios?



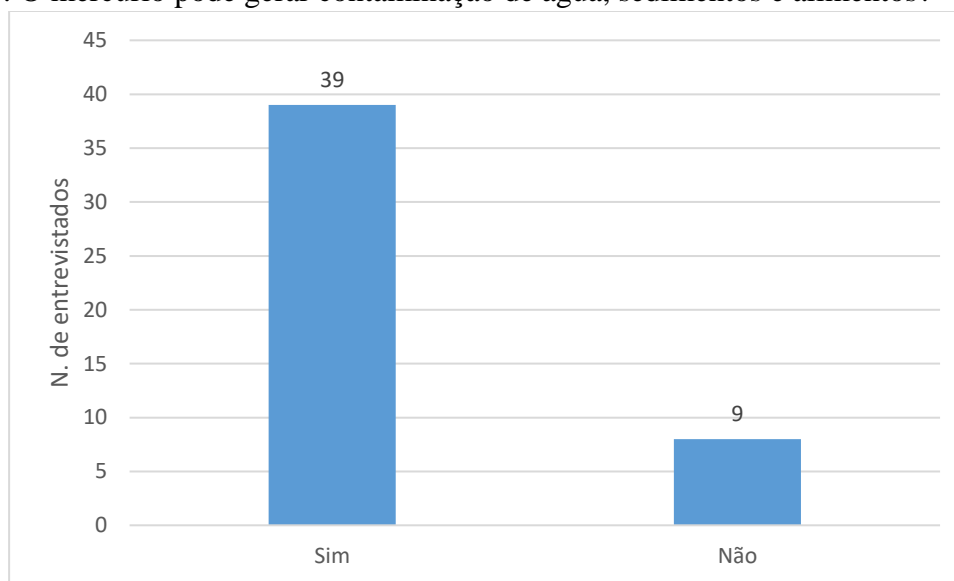
**Fonte:** Dados da pesquisa. 2025

A percepção de 56,5% dos entrevistados de que as águas dos rios têm perdido qualidade nas áreas de influência dos garimpos têm perdido qualidade mantém relação direta coma poluição e assoreamento gerados pelo carreamento dos sedimentos revolvidos pelo garimpo e transportados, seja pela água das chuvas ou por água extraída do subsolo é dragada para fora das cavas das minas. Esse aspecto é percebido claramente pela mudança na cor da água, especialmente nas zonas próximas às cavas das minas.

É importante lembrar que água e sedimentos lançados de dentro das jazidas para o exterior da mina são potencialmente contaminados por Hg utilizado na separação do ouro. Isso foi constatado por análise de sedimentos e água, cujos dados serão discutidos posteriormente.

Apesar dos entrevistados relatarem ter poucas informações sobre o uso do mercúrio nos garimpos, 39 deles entendem que o referido produto pode gerar contaminação ambiental e à saúde humana (Gráfico 20).

**Gráfico 20:** O mercúrio pode gerar contaminação de água, sedimentos e alimentos?



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

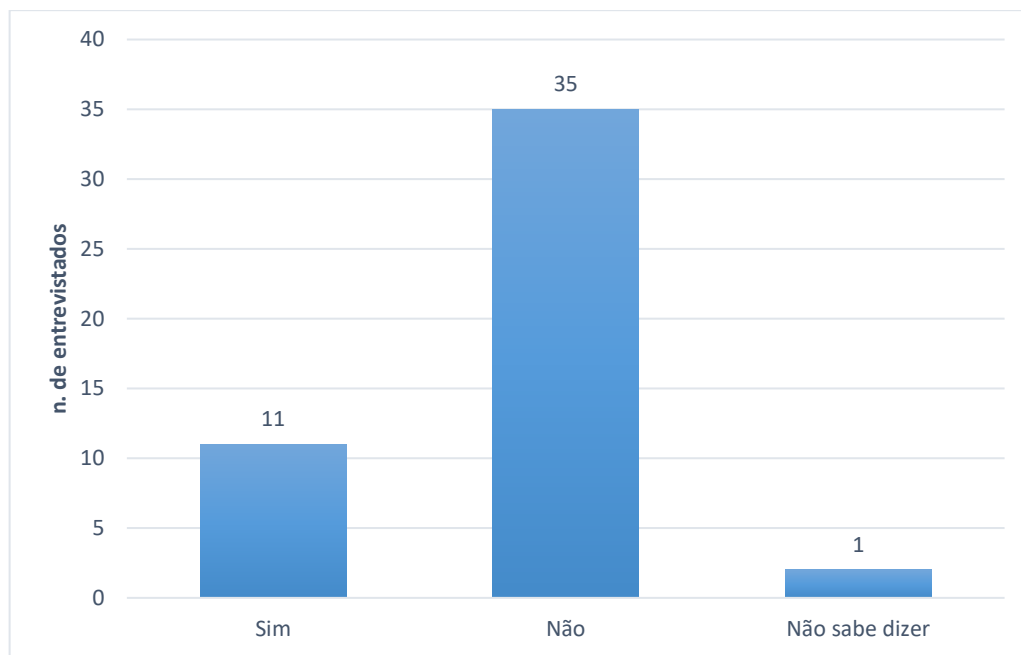
A percepção de contaminação ambiental por mercúrio em Centro Novo do Maranhão revela uma preocupação significativa da população local com os impactos da mineração de ouro artesanal e de pequena escala sobre o meio ambiente e a saúde humana. Dos 49 entrevistados, 39 indivíduos (79,59%) identificaram que o mercúrio não apenas contamina rios, solos e sedimentos, mas também se acumula em alimentos, especialmente peixes, constituindo uma via importante de exposição para a população.

Essa percepção está alinhada com estudos na Amazônia que demonstram que o mercúrio liberado durante o garimpo se transforma em metilmercúrio nos ambientes aquáticos, sendo altamente tóxico e bioacumulável, com efeitos neurológicos e cardiovasculares em adultos, além de prejudicar o desenvolvimento neurológico de crianças e fetos (Basta et al., 2021). Além disso, a contaminação ambiental gera impactos indiretos na subsistência das comunidades, afetando a pesca, a qualidade da água e a segurança alimentar, evidenciando a interconexão entre degradação ambiental e saúde pública.



Porém, quando questionados sobre a evidência de processos de contaminação sobre a fauna, especialmente de peixes, os moradores pouco percebem essas mudanças (Gráfico 21).

**Gráfico 21:** Você já presenciou ou ouviu relato sobre a morte de peixes decorrente de contaminação dos rios por mercúrio.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

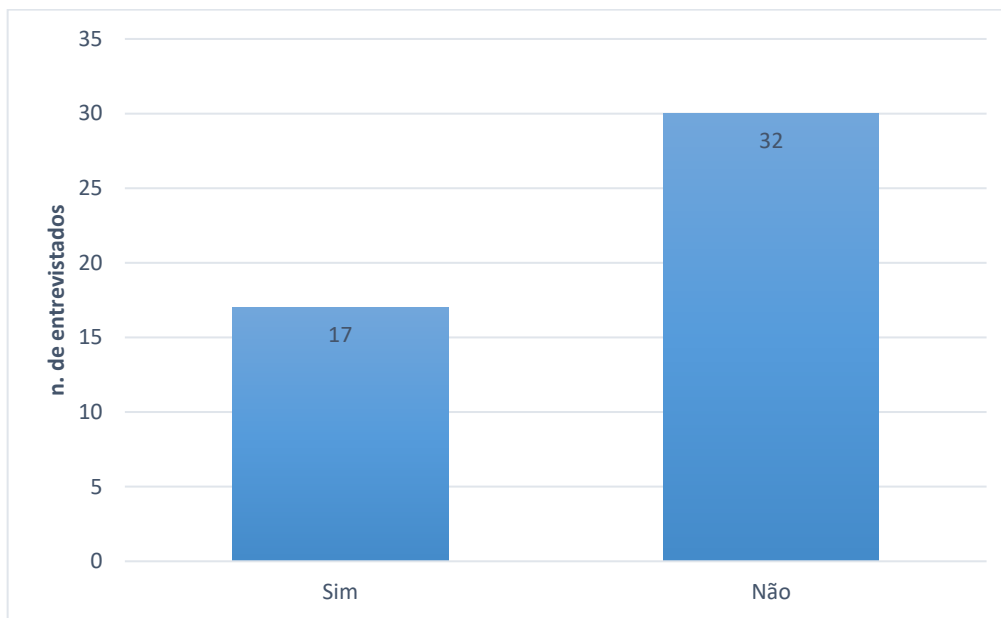
A percepção ambiental limitada da população de Centro Novo do Maranhão em relação à mortalidade de peixes nos rios sob influência da atividade garimpeira evidencia um grave hiato entre a realidade ecológica e o conhecimento comunitário. Dos 49 entrevistados, 35 (71,43%) afirmaram nunca ter percebido mortandade de peixes, ainda que eventos desse tipo tenham sido registrados de forma recorrente em rios da região impactados pela contaminação por mercúrio e pelo assoreamento resultante da atividade mineradora.

O fato de parte significativa da população não identificar tais eventos revela não apenas a limitação do conhecimento local acerca dos impactos ambientais do garimpo, mas também a vulnerabilidade a riscos indiretos que comprometem a segurança alimentar, uma vez que os peixes são a principal fonte de proteína animal para muitas comunidades amazônicas. É válido lembrar que o riacho Cachoeira e o rio Gurupi, que estão sob influência direta dos garimpos, são frequentemente visitados para a pesca e para o lazer pela população local.

O consumo de pescado e exposição à poeira, sedimentos e água contaminada por mercúrio podem resultar em fortes problemas de saúde. A população local, porém, não

relaciona os problemas de saúde à contaminação por mercúrio (Gráfico 22) em sua maioria, visto que dos 49 entrevistados 32 não veem relação direta.

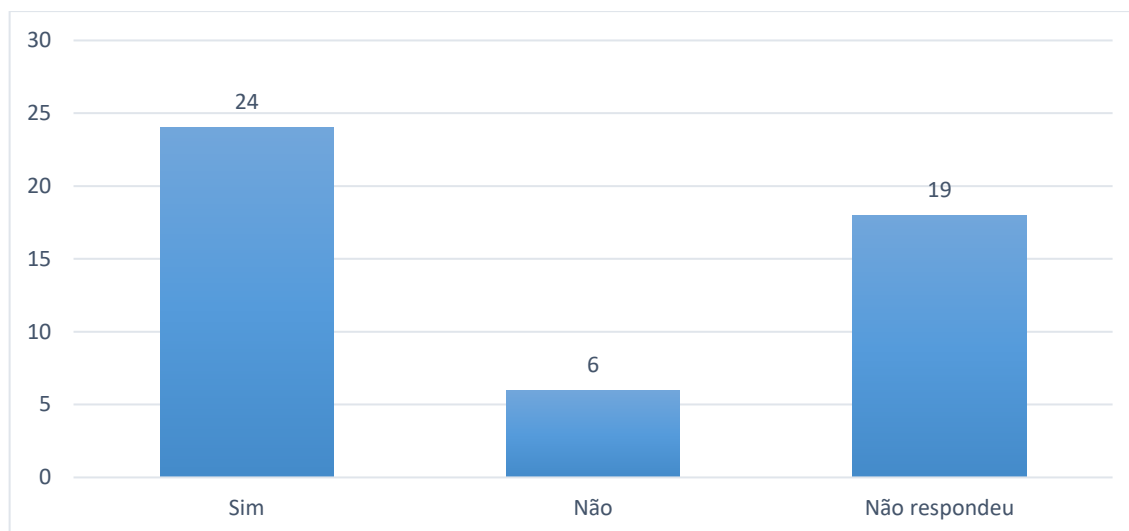
**Gráfico 22:** Já teve ou tem problema de saúde relacionado à contaminação por mercúrio?



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Essa falta de percepção ambiental está diretamente relacionada à ausência de informações efetivas disponibilizadas pelos serviços públicos de saúde e pelas instâncias ambientais e pelo baixo nível de escolarização da população. A invisibilidade de ações educativas sobre os riscos do mercúrio reforça a negligência do poder público na prevenção e no monitoramento da exposição humana e ambiental, favorecendo a continuidade da exploração predatória.

Conforme destacam Costa Junior et al. (2018), a ausência de políticas de educação em saúde voltadas para populações ribeirinhas expostas ao mercúrio agrava a subnotificação de sintomas clínicos relacionados à intoxicação e limita a capacidade das comunidades de compreender a relação entre degradação ambiental e adoecimento. Essa afirmativa reforça a necessidade de programas de Educação Ambiental e isso coaduna com a informação de 50% dos entrevistados de que teriam interesse em participar desse tipo de atividade (Gráfico 23).

**Gráfico 23:** Interesse dos entrevistados em participarem de programa de Educação Ambiental

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Ainda que metade dos moradores entrevistados tenha apontado interesse em participar de atividades vinculadas à Educação, 19 não responderam ao questionamento, o que revela insegurança, medo ou mesmo falta de esclarecimento sobre a importância da Educação Ambiental para a solução dos problemas vivenciados nos povoados.

#### **4.5 Contaminação ambiental por mercúrio em água, sedimentos e pescado nas áreas sob influência de garimpos em Centro Novo do Maranhão**

A análise das concentrações de mercúrio nas águas superficiais revelou variações expressivas ao longo da bacia no período de estiagem (primeira coleta). No riacho Cachoeira, no alto curso (AM 01), o valor de  $0,6 \mu\text{g.L}^{-1}$  situa-se abaixo do limite recomendado pela Organização Mundial da Saúde ( $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), porém excede em 200% o limite máximo estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente ( $0,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), indicando risco ambiental relevante. No médio curso (AM 02), a concentração registrada foi de  $0,32 \mu\text{g.L}^{-1}$ , igualmente inferior ao parâmetro da OMS, mas ainda 60% acima do valor nacional. Já no baixo curso, na desembocadura do riacho (AM 03), o teor de  $0,23 \mu\text{g.L}^{-1}$  ultrapassou em 15% o limite estabelecido pelo CONAMA (Tabela 01).

No Rio Gurupi (AM 04), a concentração de  $0,012 \mu\text{g.L}^{-1}$  encontra-se dentro dos padrões de qualidade do CONAMA, evidenciando condições de menor comprometimento ambiental nesse ponto. Esses resultados indicam que o Riacho Cachoeira apresenta maior vulnerabilidade à contaminação por mercúrio, especialmente nos trechos de maior acúmulo,

reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e de medidas de mitigação para reduzir riscos à biota aquática e à saúde humana (OMS, 2011; CONAMA, 2005; Boischio et al., 2014; Veiga et al., 2016).

**Tabela 01:** Teores de Hg nas amostras de água coletadas comparados aos parâmetros nacionais

| Amostras                               | Concentração<br>( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) | Valor CONAMA<br>( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) | Excesso/déficit<br>(%) | Situação         |
|--|---|---|------------------------|------------------|
| <b>Período de estiagem</b>             |   |   |                        |                  |
| AM 01 – Riacho Cachoeira (alto curso)  | 0,60  | 0,2   | <b>+200%</b>           | Acima do limite  |
| AM 02 – Riacho Cachoeira (médio curso) | 0,32  | 0,2   | <b>+60%</b>            | Acima do limite  |
| AM 03 – Riacho Cachoeira (baixo curso) | 0,23  | 0,2   | <b>+15%</b>            | Acima do limite  |
| AM 04 – Rio Gurupi                     | 0,012   | 0,2   | <b>−94%</b>            | Abaixo do limite |
| <b>Período chuvoso</b>                 |   |   |                        |                  |
| AM 01 – Riacho Cachoeira (alto curso)  | 0,41  | 0,2   | <b>+105%</b>           | Acima do limite  |
| AM 02 – Riacho Cachoeira (médio curso) | 0,22  | 0,2   | <b>10%</b>             | Acima do limite  |
| AM 03 – Riacho Cachoeira (baixo curso) | 0,19  | 0,2   | <b>−5%</b>             | Abaixo do limite |
| AM 04 – Rio Gurupi                     | 0,017   | 0,2   | <b>−91,5%</b>          | Abaixo do limite |

Fonte: dados da pesquisa, 2025.

Ao comparar os valores obtidos no período chuvoso nas quatro amostras com os parâmetros estabelecidos pelo CONAMA para qualidade da água, observa-se uma variação significativa entre os pontos amostrados. A amostra AM 01 apresentou valor de 0,41, ou seja, 105% acima do limite de 0,20 fixado pela norma, indicando forte indício de contaminação e comprometimento da qualidade hídrica. A AM 02, também ultrapassou o valor máximo permitido, registrando 0,22 — cerca de 10% acima do limite, o que revela continuidade da influência de fontes poluidoras ao longo do curso d'água. Em contrapartida, a AM 03, no baixo curso, apresentou 0,19, ficando 5% abaixo do limite, possivelmente devido à diluição ou à autodepuração do corpo hídrico. Por fim, a amostra AM 04, coletada no Rio Gurupi, apresentou o menor valor (0,017), estando 91,5% abaixo do parâmetro estabelecido, o que indica uma condição ambiental mais preservada e compatível com os padrões de qualidade exigidos pelo CONAMA (Resolução nº 357/2005).

Ao comparar os resultados obtidos nos dois períodos sazonais, observa-se uma variação expressiva nas concentrações registradas nas mesmas amostras, refletindo a influência direta das condições hidrológicas sobre a qualidade da água. Durante o período de estiagem, todas as amostras do Riacho Cachoeira (AM 01, AM 02 e AM 03) apresentaram valores acima do limite de  $0,20 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  estabelecido pelo CONAMA (Resolução nº 357/2005), com destaque para a AM 01 (alto curso), que atingiu  $0,60 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , equivalente a 200% acima do permitido, indicando maior concentração de contaminantes possivelmente devido à menor vazão e à consequente redução da capacidade de diluição. No período chuvoso, essas concentrações diminuíram de forma significativa: a AM 01 reduziu de  $0,60$  para  $0,41 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , a AM 02 de  $0,32$  para  $0,22 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  e a AM 03 de  $0,23$  para  $0,19 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , evidenciando um processo de diluição natural provocado pelo aumento do volume de água nos cursos hídricos. Já o Rio Gurupi (AM 04) manteve-se abaixo do limite em ambos os períodos, variando apenas de  $0,012 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estiagem para  $0,017 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  no período chuvoso, o que representa um leve acréscimo, mas ainda dentro dos padrões aceitáveis de qualidade ambiental.

As implicações desses resultados são particularmente graves para a qualidade do pescado e, conseqüentemente, para a saúde das populações ribeirinhas de Centro Novo do Maranhão. Estudos demonstram que a bioacumulação de mercúrio em peixes ocorre principalmente pela conversão em metilmercúrio, forma altamente tóxica, capaz de atingir concentrações milhares de vezes superiores às registradas na água (Malm, 1998; Basta et al., 2021). O consumo regular de pescado contaminado pode gerar efeitos neurotóxicos, distúrbios cardiovasculares, imunológicos e prejuízos ao desenvolvimento fetal (WHO, 2017; Costa Júnior et al., 2018). A situação identificada nos dados analisados reforça que a contaminação hídrica ultrapassa apenas uma dimensão ambiental, configurando uma crise de saúde pública, já que afeta diretamente a segurança alimentar, os modos de vida tradicionais e o bem-estar das comunidades ribeirinhas.

Com relação aos sedimentos, os valores de mercúrio nos sedimentos do Riacho Cachoeira apresentam níveis muito superiores ao limite de referência da CETESB ( $0,486 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ ), indicando contaminação crítica em praticamente toda a extensão monitorada, a exceção do ponto monitorado no rio Gurupi.

Ao analisar os valores obtidos para os sedimentos nos dois períodos (estiagem e chuvoso), tomando como referência os limites estabelecidos pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), observa-se uma acentuada discrepância entre os pontos de amostragem, especialmente durante o período de estiagem. Nesse intervalo, as amostras do Riacho Cachoeira apresentaram concentrações muito superiores ao valor de referência ( $0,486$

mg·Kg<sup>-1</sup>), indicando acúmulo significativo de contaminantes nos sedimentos. A AM 01 (alto curso) destacou-se com 19,00 mg·Kg<sup>-1</sup>, representando um aumento de 3.808% acima do limite, seguida pela AM 02 (médio curso) com 13,00 mg·Kg<sup>-1</sup> (+2.576%) e pela AM 03 (baixo curso) com 8,00 mg·Kg<sup>-1</sup> (+1.546%), o que evidencia uma forte contaminação ao longo de todo o curso do riacho, ainda que em intensidade decrescente no sentido montante–jusante. Esses resultados sugerem que, na estiagem, a menor vazão e o aumento da deposição de partículas finas favorecem a concentração de metais ou outros poluentes nos sedimentos.

Por outro lado, o Rio Gurupi (AM 04) apresentou comportamento oposto, com 0,16 mg·Kg<sup>-1</sup>, valor 67% abaixo do limite da CETESB, indicando melhor qualidade ambiental e menor influência antrópica. Espera-se que, no período chuvoso, as concentrações apresentem tendência de redução nos pontos do Riacho Cachoeira, em função do maior volume de água e da consequente diluição e remobilização dos sedimentos, enquanto o Rio Gurupi possivelmente manterá níveis dentro dos padrões de referência. Essa comparação evidencia a influência direta do regime hidrológico sobre a dinâmica de acúmulo e dispersão de contaminantes, ressaltando a vulnerabilidade dos corpos hídricos de menor porte em períodos de seca prolongada.

**Tabela 2** – Concentração de mercúrio em sedimentos no Riacho Cachoeira e Rio Gurupi (Centro Novo do Maranhão) comparadas ao valor de efeito provável (US EPA, 1997)

| Ponto de amostragem                    | Valor encontrado (mg·Kg <sup>-1</sup> ) | Valor de referência CETESB (mg·Kg <sup>-1</sup> ) | Diferença (%) | Situação         |
|--|---|---|---------------|------------------|
| <b>Período de estiagem</b>             |   |   |               |                  |
| AM 01 – Riacho Cachoeira (alto curso)  | 19,00                                   | 0,486   | +3.808 %      | Acima do limite  |
| AM 02 – Riacho Cachoeira (médio curso) | 13,00                                   | 0,486   | +2.576 %      | Acima do limite  |
| AM 03 – Riacho Cachoeira (baixo curso) | 8,00                                    | 0,486   | +1.546 %      | Acima do limite  |
| AM 04 – Rio Gurupi                     | 0,16                                    | 0,486   | –67 %         | Abaixo do limite |
| <b>Período de chuvoso</b>              |   |   |               |                  |
| AM 01 – Riacho Cachoeira (alto curso)  | 13,00                                   | 0,486   | +2.576 %      | Acima do limite  |
| AM 02 – Riacho Cachoeira (médio curso) | 7,40                                    | 0,486   | +1.422 %      | Acima do limite  |
| AM 03 – Riacho Cachoeira (baixo curso) | 7,20                                    | 0,486   | +1.382 %      | Acima do limite  |
| AM 04 – Rio Gurupi                     | 0,16                                    | 0,486   | –67 %         | Abaixo do limite |

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2025; CETESB (2021).

Conforme a Tabela 2, durante o período chuvoso, as concentrações observadas nos sedimentos mantiveram-se acima dos valores de referência da CETESB em quase todas as amostras do Riacho Cachoeira, embora com redução significativa em relação à estiagem. No alto curso (AM 01), o valor encontrado foi de  $13,00 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ , representando 2.576% acima do limite, o que ainda indica alta contaminação, mas inferior ao valor registrado na estiagem ( $19,00 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ). No médio curso (AM 02), a concentração caiu para  $7,40 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ , o que corresponde a 1.422% acima do limite, e no baixo curso (AM 03), foi de  $7,20 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ , equivalendo a 1.382% acima, mostrando uma tendência de redução gradual ao longo do curso do riacho. Essa diminuição geral das concentrações no período chuvoso está associada ao aumento do volume de água e ao processo de diluição e dispersão dos sedimentos contaminados, que reduzem a retenção de metais ou compostos químicos no leito fluvial.

É válido ressaltar que a manutenção de valores elevados de mercúrio para sedimentos, quando comparado aos valores da substância na água mantém relação direta com a densidade do mercúrio e com a contaminação contínua mais acentuada no riacho Cachoeira, por abrigar em sua microbacia os dois maiores garimpos do município de Centro Novo.

Em contrapartida, o Rio Gurupi (AM 04) manteve valores muito abaixo do limite estabelecido, com  $0,16 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ , ou seja, 67% inferior ao valor de referência, reafirmando sua melhor condição ambiental e menor influência de fontes poluidoras locais. Assim, a comparação entre os pontos revela que, embora as concentrações tenham diminuído em relação à estiagem, o Riacho Cachoeira permanece impactado por fontes de contaminação persistentes, ao passo que o Rio Gurupi se mantém dentro dos padrões aceitáveis definidos pela CETESB, evidenciando uma contraposição entre ambientes mais antropizados e áreas de melhor preservação ambiental.

A comparação entre os dois períodos — estiagem e chuvoso — revela contrastes marcantes entre os pontos de maior e menor concentração de contaminantes nos sedimentos. Durante a estiagem, o valor mais elevado foi registrado na AM 01 (Riacho Cachoeira – alto curso), com  $19,00 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ , o que representa um acréscimo de 3.808% em relação ao limite de referência da CETESB ( $0,486 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ). Esse resultado indica uma forte concentração de poluentes, possivelmente decorrente da redução da vazão hídrica, que intensifica o acúmulo de metais e resíduos no leito do riacho. Em contraste, o menor valor foi observado no Rio Gurupi (AM 04), com  $0,16 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ , equivalente a 67% abaixo do limite, evidenciando uma condição ambiental mais preservada e menor influência de atividades antrópicas.

No período chuvoso, manteve-se o mesmo padrão de extremos: o maior índice continuou sendo o da AM 01, com  $13,00 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$  (+2.576% acima do limite), enquanto o menor valor permaneceu na AM 04, com  $0,16 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$  (-67% abaixo do limite). A redução do valor máximo entre os dois períodos indica o efeito da diluição provocada pelas chuvas, que diminuem a concentração de contaminantes, embora sem eliminar o problema. Dessa forma, os resultados demonstram uma grande disparidade entre o Riacho Cachoeira e o Rio Gurupi, reforçando que os maiores níveis de contaminação ocorrem em áreas de maior impacto humano, enquanto os valores mais baixos correspondem a ambientes com maior integridade ecológica e capacidade natural de autodepuração.

Os impactos potenciais desse quadro são expressivos, uma vez que sedimentos contaminados atuam como reservatórios de mercúrio, liberando o metal para a coluna d'água em processos de ressuspensão e promovendo a formação de metilmercúrio em ambientes aquáticos tropicais (Basta et al., 2021). O metilmercúrio, altamente tóxico, acumula-se em peixes de maior porte e maior tempo de vida, atingindo concentrações até milhares de vezes superiores às do meio ambiente. Populações ribeirinhas que dependem da pesca artesanal, como ocorre em Centro Novo do Maranhão, tornam-se assim as principais vítimas desse ciclo, estando sujeitas a sérios riscos neurológicos, imunológicos e cardiovasculares (WHO, 2017; Costa Júnior et al., 2018). Dessa forma, os dados revelam uma contaminação persistente que extrapola a dimensão ambiental e configura ameaça concreta à saúde pública e à segurança alimentar das comunidades tradicionais.

As concentrações de mercúrio na água, nos sedimentos e no pescado revela uma relação direta entre os níveis ambientais desse metal e seu acúmulo na biota aquática. Os dados mostram que, durante o período de estiagem, as concentrações de mercúrio na água e nos sedimentos atingem seus valores máximos, com destaque para o Riacho Cachoeira (AM 01), onde foram registrados  $0,60 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  na água e  $19,00 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$  nos sedimentos, ambos muito acima dos limites de referência estabelecidos pelo CONAMA (Resolução nº 357/2005) e pela CETESB. Essa elevada concentração ambiental favorece a bioacumulação e biomagnificação do mercúrio na cadeia trófica, especialmente em espécies de peixes carnívoros, como o surubim (*Pseudoplatystoma* sp.), cujo valor encontrado foi de  $0,8 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$ .

Evidencia-se que o valor encontrado na amostra de pescado está abaixo do parâmetro legal que é de  $1,0 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$  (Resolução RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013, da ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Esse valor, porém, está muito próximo de limite legal, indicando um nível sensível de contaminação. O baixo valor pode ser explicado



pela captura do espécime no rio Gurupi, cujos parâmetros da água e dos sedimentos estão dentro daqueles especificados pela legislação.

A persistência de altos níveis de mercúrio na água, nos sedimentos e no pescado evidencia a necessidade de monitoramento ambiental contínuo nos corpos hídricos da região, sobretudo nos trechos impactados por atividades de garimpo. Durante o período de estiagem, quando as concentrações atingem seus valores máximos, o risco de bioacumulação e biomagnificação do mercúrio na cadeia alimentar se intensifica, elevando a exposição de espécies predadoras, como o surubim, que apresentam alto valor comercial e cultural para a população local. O acompanhamento sistemático das concentrações de mercúrio na água, sedimentos e organismos aquáticos permite identificar tendências de contaminação, avaliar a eficácia de medidas de controle e subsidiar políticas públicas voltadas à proteção da saúde humana e da integridade ambiental.

Além do monitoramento, é fundamental que haja fiscalização rigorosa das áreas de garimpo, especialmente aquelas de exploração ilegal ou com práticas inadequadas de manejo, que contribuem diretamente para a deposição de mercúrio nos cursos d'água e a degradação dos ecossistemas. A articulação entre órgãos ambientais, saúde pública e comunidades locais é essencial para prevenir a intensificação da contaminação, restringir a entrada de mercúrio nos sistemas aquáticos e reduzir os riscos de exposição humana. Paralelamente, ações educativas voltadas à sensibilização sobre os perigos do consumo de pescado contaminado e à adoção de práticas pesqueiras sustentáveis podem minimizar os impactos sobre a saúde das populações ribeirinhas e visitantes, garantindo o uso seguro dos recursos naturais e promovendo a preservação ambiental a longo prazo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação teve como objetivo analisar a contaminação de sedimentos fluviais, da água e do pescado em áreas sob influência da garimpagem de ouro no município de Centro Novo do Maranhão, buscando compreender a magnitude dos impactos ambientais e sociais decorrentes do uso de mercúrio e a vulnerabilidade das populações locais. A partir da abordagem geossistêmica e método dialético, foi possível integrar as dimensões naturais e sociais da paisagem, evidenciando que o garimpo configura como uma prática econômica e, ao mesmo tempo, como um fenômeno socioambiental complexo, marcado por contradições entre sobrevivência, degradação ambiental e desproteção social.

Os resultados laboratoriais demonstraram níveis de contaminação expressivos nas amostras analisadas. As concentrações de mercúrio na água variaram entre 0,012 e 0,6  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , superando em até 200% os limites recomendados do CONAMA. Já nos sedimentos fluviais, os teores oscilaram entre 0,016 e 19  $\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ , valores de 1.382% a 3.808% superiores aos padrões estabelecidos, configurando uma situação crítica de poluição ambiental. Esses dados confirmam que o garimpo artesanal e ilegal em Chega-Tudo e Cipoeiro é responsável por liberar quantidades significativas de mercúrio nos ecossistemas aquáticos da bacia do rio Gurupi, comprometendo a qualidade ambiental e a segurança alimentar das comunidades locais.

A dimensão social dos resultados revela um quadro de forte dependência econômica e informacional em relação à garimpagem. Das 49 pessoas entrevistadas, 51% já trabalharam em garimpos, 67% reconhecem o garimpo como principal fonte de renda e 74% o associam a riscos à saúde e à contaminação dos rios. Entretanto, 62,35% nunca receberam orientações dos serviços de saúde sobre os riscos do mercúrio, o que demonstra a ausência de políticas públicas voltadas à comunicação de risco e à mitigação de danos. Essa lacuna institucional amplia a vulnerabilidade social e sanitária, especialmente porque a atividade garimpeira ocorre em um contexto de baixa escolaridade, informalidade laboral e limitada diversificação econômica.

Conclui-se que a garimpagem em Centro Novo do Maranhão constitui uma atividade de alto impacto ambiental e elevado custo social, cujos benefícios econômicos imediatos não compensam as perdas ecológicas e sanitárias. A persistência da mineração ilegal e a inexistência de fiscalização contínua favorecem a manutenção de um ciclo de pobreza, degradação e risco químico. Recomenda-se a implementação de programas integrados de educação ambiental, monitoramento periódico dos níveis de mercúrio em água e pescado e o fortalecimento das políticas de fiscalização e de saúde pública, em consonância com a Convenção de Minamata e as diretrizes da Organização Mundial da Saúde.

Ademais, propõe-se que futuras pesquisas aprofundem a análise da bioacumulação do mercúrio em organismos aquáticos e das condições socioeconômicas das famílias envolvidas com o garimpo, de modo a subsidiar estratégias sustentáveis de desenvolvimento regional e preservação ambiental na Amazônia Maranhense.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9898:1987** — Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 5667-3:2012** — Amostragem de água – Parte 3: Preservação e manuseio de amostras. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). **Orientações sobre registro de licença e regimes de exploração mineral**. Portal Gov.br / ANM. Acesso em: 19 ago. 2025.

ALMEIDA, C. C. T.; MARTINS, E. R.; SILVA, J. L. B. A Ciência Geográfica e o Ensino de Geografia dos anos 1980 aos dias atuais: uma avaliação. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 9, n. 18, p. 5-19, jul./dez. 2019.

ALVES, S. **Mineração e Meio Ambiente na Amazônia**: O caso do garimpo de ouro. Editora Universidade, 2016.

ANDRADE, C. A. et al. Impactos do mercúrio na saúde humana e nos ecossistemas: uma revisão sobre a contaminação nos garimpos da Amazônia. **Revista Brasileira de Saúde e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 125-137, 2021.

ANDRADE, L.; FERREIRA, P.; LIMA, F. **Mercúrio e cianeto no garimpo**: perigos e alternativas. Editora da Amazônia, 2021.

ANDRADE, M. et al. Efeitos da contaminação por mercúrio em comunidades ribeirinhas: um estudo na Amazônia brasileira. **Revista de Saúde Pública**, v. 55, p. 145-156, 2021.

ANDRADE, P. A.; SILVA, J. F.; COSTA, D. L. Impactos do uso de mercúrio na garimpagem de ouro na Amazônia. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, 2021.

APHA; AWWA; WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, **American Water Works Association, Water Environment Federation**, 2017.

BARBIERI, A. et al. Mercúrio, garimpo e impactos na cadeia alimentar amazônica: A contaminação por mercúrio em peixes da Amazônia. **Journal of Environmental Chemistry**, v. 45, n. 3, p. 123-135, 2017.

BASTA, P. C.; VASCONCELLOS, A. C. S. Impactos do mercúrio na saúde indígena da Amazônia. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 11, n. 2, 2020.

BASTA, P. C. et al. Mercury exposure in Indigenous communities in the Brazilian Amazon. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, n. 5, 2021.

BASTA, P. C. et al. Mercury exposure in Mundurucu indigenous communities from Brazilian Amazon: methodological background and an overview of the principal results. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 17, p. 9222, 2021.

BASU, N. et al. Our evolved understanding of the human health risks of mercury. **Ambio**, v. 52, n. 5, p. 877-896, 2023.

BERTRAND, Georges. **Paisagem e Geografia Física Global**: Esboço metodológico. Cadernos de Ciências da Terra, n. 13. São Paulo: USP, 1972.

BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F. O comportamento do mercúrio no ambiente. **Química Nova**, v. 27, n. 4, p. 593–600, 2004.

BORDONI, L. S. et al. Óbitos decorrentes de intoxicação oral por cianeto – análise de 13 casos e dos riscos ocupacionais envolvidos. **Revista Brasileira de Criminologia**, v. 12, n. 2, p. 122-132, 2023.

BRASIL. Decreto-Lei n.º 227, de 28 de fevereiro de 1967. **Código de Mineração**. Acesso em: 19 ago. 2025.

CAMPOS, R. de. Impactos ambientais da mineração em pequena escala na Amazônia brasileira. **Revista de Geografia da UFF**, v. 5, n. 2, p. 45–60, 2013.

CAMPS, A.; LIMA, F. **O impacto do cianeto na mineração de ouro e alternativas mais seguras**. Editora UFPA, 2020.

CUNHA, S. B.; WILSON, R. **Paisagem e ambiente**: teoria, método e aplicação. São Paulo: Contexto, 2011.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Brasília: CGEE, [s.d.]. Acesso em: 19 ago. 2025.

COSTA, J.; ALMEIDA, P.; SILVA, G. Efeitos da exposição ao mercúrio na saúde humana: um estudo de caso na Amazônia. **Revista Brasileira de Saúde Pública**, 2017.

COSTA, M. F. et al. O impacto da mineração ilegal de ouro na saúde das populações da Amazônia: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 20, p. 89-98, 2018.

COSTA JUNIOR, J. M. F. et al. Teores de mercúrio em cabelo e consumo de pescado de comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira, região do Tapajós. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 3, p. 805-812, 2018.

COSTA, S. R. et al. Efeitos da exposição ao mercúrio em populações amazônicas: implicações para a saúde pública. **Saúde em Debate**, v. 42, n. 1, p. 45-58, 2018.

CUNHA, M. Restauração ecológica e regeneração da paisagem: perspectivas para a Amazônia. **Revista de Ecologia e Meio Ambiente**, 2018.

ESDAILE, L. J.; CHALKER, J. M. The mercury problem in artisanal and small-scale gold mining. **Chemistry – A European Journal**, 2018.

FEARNSIDE, P. M. **Desmatamento na Amazônia**: causas e consequências para o meio ambiente. Universidade de Brasília, 2005.

FURTADO, A. P. et al. Efeitos da exposição ao mercúrio em comunidades ribeirinhas da Amazônia: Uma revisão das evidências científicas. **Ciência e Saúde Coletiva**, 25(7), 2675-2686, 2020.

GONÇALVES, L. D. P. **Uso do mercúrio e reflexos socioambientais no garimpo de Caxias (MA)**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, 2017.

GOMES, L. A. et al. Relação entre contaminação por mercúrio e doenças neurológicas em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Revista de Saúde Pública**, v. 54, p. 101-112, 2020.

GOMES, P. S.; RIBEIRO, R. J.; OLIVEIRA, M. L. Mercúrio e a contaminação em bacias hidrográficas da Amazônia. **Revista de Ecologia e Desenvolvimento**, 2020.

GRANDJEAN, P. et al. Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury. **Neurotoxicology and Teratology**, v. 19, n. 6, p. 417-428, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Centro Novo do Maranhão** – Panorama Municipal. IBGE Cidades, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/centro-novo-do-maranhao.html>. Acesso em: 23 out. 2025.

LACERDA, L. D. Global mercury emissions from gold and silver mining. **Química Nova**, v. 20, n. 2, p. 196-199, 1997.

LE TOURNEAU, F. A fiscalização e a mineração ilegal: desafios para a gestão ambiental no Brasil. **Revista de Geografia e Meio Ambiente**, v. 3, p. 22-35, 2010.

LE TOURNEAU, F. A mineração ilegal de ouro e os conflitos sociais na Amazônia. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, 2010.

LIMA, J. S. O uso de mercúrio na mineração ilegal de ouro na Amazônia: Consequências ambientais e políticas públicas. **Revista Brasileira de Estudos Ambientais**, v. 18, p. 201-215, 2022.

LIMA, R. G. **Mercúrio na Amazônia - Cianeto "verde" a partir da mandioca como alternativa ao mercúrio em mineração artesanal e pequena escala (ASM)**. Tese (Doutorado em Biotecnologia) — Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, 2022.

MALM, O. Gold mining as a source of mercury exposure in the Brazilian Amazon. **Environmental Research**, v. 77, n. 2, p. 73-78, 1998.

MATOS, Josiiane Evangelista. **De geologia rica à desigualdade social: garimpagem em Centro Novo do Maranhão e seus reflexos em Maracaçumé, Amazônia Maranhense**. São Luís: PPGeo, 2025. Dissertação de mestrado em Geografia.

MARX, Karl. **O capital: crítica da economia política**. Livro I. São Paulo: Boitempo, 2011.

MENDES, V. A. M. et al. Prevalência e fatores associados à exposição ao mercúrio em comunidades ribeirinhas na Amazônia Ocidental Brasileira. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 73, supl. 5, 2020.

MENÉSES, H. N. de M. et al. Mercury contamination: a growing threat to riverine and urban communities in the Brazilian Amazon. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 3, p. 2816, 2022.

MILANEZ, B.; SANTOS, R. S. Mineração e conflitos ambientais em Mariana (MG). **Revista Pós Ciências Sociais**, v. 12, n. 23, p. 133-164, 2015.

MOTA, Silvio et al. Avaliação dos impactos ambientais do garimpo de ouro sobre os recursos hídricos amazônicos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 4, p. 1245–1260, 2018.

MURAD, A. T. O ciclo do ouro e seus impactos socioambientais. Um drama humano e ecológico que atravessa fronteiras. **Fronteiras**, Recife, v. 5, n. 1, p. 16-41, jan./jun. 2022.

NÓBREGA, L. Alternativas sustentáveis no garimpo de ouro: estudo sobre o uso do mercúrio. **Revista de Tecnologia e Meio Ambiente**, 2015.

OVIEDO, A. F. P.; SENRA, E. B. Modificando a trajetória de degradação do garimpo em Terras Indígenas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 39, n. 11, p. e00111223, 2023.

PEREIRA, T.; LIMA, C.; ALMEIDA, F. Assoreamento e degradação ambiental em áreas de mineração de ouro na Amazônia. **Revista GeoNordeste**, v. 31, n. 2, p. 89–107, 2020.

PEREIRA, J.; LIMA, A.; SOUZA, P. Impactos ambientais da mineração de ouro no Brasil: uma revisão crítica. **Revista Brasileira de Geografia**, 2016.

PFEIFFER, W. C.; LACERDA, L. D. Mercury inputs into the Amazon Region, Brazil. **Environmental Technology Letters**, v. 9, p. 325-330, 1988.

PFEIFFER, W. C. et al. Mercury in the Madeira River ecosystem, Rondônia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 38, n. 1-2, p. 239–245, 1989.

PINHEIRO, M. C. N. et al. Toxicological and epidemiological data on human exposure to mercury in the Tapajós River basin: 1994–1998. **Environmental Science**, v. 10, p. 99-105, 2003.

POLÍCIA FEDERAL; IBAMA. **PF e IBAMA combatem garimpo ilegal em operação no Maranhão**. Comunicação institucional, 11 dez. 2024. Acesso em: 19 ago. 2025.

RAMOS, M. A. et al. Contaminação por mercúrio e impactos na saúde das comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 719-731, 2019.

RAMOS, S. M.; COSTA, F. L.; SOUSA, M. J. Mercúrio na pesca e seus impactos nas populações ribeirinhas da Amazônia. **Revista de Ciências Sociais da Amazônia**, 2019.

ROCHA, C. A. M. **Avaliação da genotoxicidade do cloreto de metilmercúrio em duas espécies de peixes neotrópicos**. Tese (Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular) — Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

ROCHA, C. A. M. et al. **Animais aquáticos como bioindicadores de mercúrio na Amazônia**. In: Amazônia: tópicos atuais em ambiente, saúde e educação. Vol. 2. Ed. Científica Digital, 2023.

RODRIGUE, Jean-Paul. **The Geography of Transport Systems**. 3. ed. New York: Routledge, 2009.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 7. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

ROSA, R. et al. Desafios das populações indígenas e ribeirinhas frente à contaminação por mercúrio na Amazônia. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 7, p. 102-116, 2022.

ROSA, L.; ALMEIDA, P.; COSTA, P. Mineração e saúde: o impacto do mercúrio nas populações ribeirinhas. **Estudos de Saúde Pública e Meio Ambiente**, 2022.

RODRIGUES, A.; LIMA, M.; SANTOS, F. Efeitos da exposição ao mercúrio e cianeto na saúde de trabalhadores da mineração. **Revista de Saúde e Meio Ambiente**, 2019.

SANTOS, M. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. Hucitec, 2002.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS-SACRAMENTO, L. et al. Human neurotoxicity of mercury in the Amazon: a scoping review with insights and critical considerations. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 208, p. 111686, 2021.

SECCATORE, J. et al. The status of artisanal and small-scale mining in Indonesia. **World Bank Technical Paper**, 2014.

SECCATORE, J.; VEIGA, M.; ORIGLIASO, C.; MARIN, T.; DE TOMI, G. An estimation of the artisanal small-scale production of gold in the world. **Science of the Total Environment**, 2014.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). **Relatório diagnóstico municipal: Centro Novo do Maranhão – MA**. Brasília: SGB/Rigeo, 2022. Disponível em: [https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/bitstream/doc/15440/1/rel-centro\\_novo\\_ma.pdf](https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/bitstream/doc/15440/1/rel-centro_novo_ma.pdf). Acesso em: 23 out. 2025.

SILVA, F. R.; OLIVEIRA, J. F. Contaminação por mercúrio em plantas aquáticas na Amazônia: Consequências para a saúde pública. **Ambiente & Saúde**, v. 9, n. 1, p. 24-35, 2018.



SILVA, P. S.; OLIVEIRA, A. S. O uso de mercúrio na garimpagem e seus impactos ambientais. **Revista de Ecologia e Desenvolvimento**, 2018.

SILVA, R.; OLIVEIRA, S. Impactos do uso de mercúrio e cianeto na mineração de ouro. **Revista de Ciências Ambientais**, 2018.

SILVA, P.; LIMA, F.; SOUZA, R. O papel da paisagem na recuperação ecológica de áreas mineradas. Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2020.

SOTCHAVA, Viktor B. O estudo dos geossistemas. Moscou: Academia de Ciências da URSS, 1977. (Trad. para o português em: **Revista do Departamento de Geografia, USP**, n. 2, 1977).

SOARES, M.; SILVA, P. A saúde humana e a contaminação por mercúrio na Amazônia. **Saúde & Ambiente**, 2015.

SPÓSITO, E. S. A propósito dos paradigmas de orientações teórico-metodológicas na Geografia Contemporânea. **Terra Livre**, São Paulo, n. 16, 2001.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Method 1631, Revision E: Mercury in Water by Oxidation, Purge and Trap, and Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry**. Washington, D.C.: Office of Water, U.S. EPA, 2002.

VASCONCELLOS, A. C. S. et al. Health risk assessment of mercury exposure from fish consumption in Munduruku indigenous communities in the Brazilian Amazon. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 15, p. 7940, 2021.

VASCONCELLOS, A. C. S. et al. Mercury exposure and health effects in riverine communities of the Brazilian Amazon. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 22, p. 4502, 2019.

VEGA, C. M. et al. Human mercury exposure in Yanomami Indigenous communities. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, n. 5, 2022.

VEIGA, M. M.; HINTON, J. **Abandoned artisanal gold mines in the Brazilian Amazon**. CASM – The Communities and Small-Scale Mining Initiative, 2002.

VIANNA, A. S. et al. Exposição ao mercúrio e anemia em crianças e adolescentes de seis comunidades da Amazônia Brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 5, p. 1859-1871, 2022.

WASSERMAN, J. et al. O ciclo do mercúrio nos ecossistemas florestais e aquáticos da Amazônia. **Journal of Environmental Sciences**, v. 35, p. 540-552, 2003.

WEINHOUSE, C. et al. A population-based mercury exposure assessment near an artisanal and small-scale gold mining site. **Environmental Research and Public Health**, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for drinking-water quality**. 4. ed. Geneva: WHO, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Mercury and health**. Fact sheet. Geneva: WHO, 24 out. 2024. Acesso em: 19 ago. 2025.

WWF-BRASIL. **Estudo inédito indica potencial de contaminação por mercúrio em quatro bacias da Amazônia**. Brasília: WWF, 2022. Acesso em: 18 ago. 2025.

ZHOURI, A.; LASCHEFSKI, K. **Mineração, violências e resistências**: uma ecologia política dos conflitos ambientais em Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 2017.

**APÊNDICE 01:** Questionário aplicado com moradores da Quadra 35 e Chega-Tudo em Centro novo do Maranhão

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA

**Dados Gerais do Entrevistado**

1. Nome (opcional):
2. Idade:
3. Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino ☐ Outro
4. Tempo de residência no povoado:
5. Ocupação/profissão:
6. Grau de escolaridade:  
☐ Analfabeto ☐ Ensino fundamental ☐ Ensino médio ☐ Ensino superior

**Contaminação Ambiental (Solo, Água e Pescado)**

7. Você já percebeu alguma mudança na água dos rios ou igarapés próximos?  
☐ Sim ☐ Não  
Se sim, descreva:
8. Há relatos ou observações sobre mortandade de peixes, mudança de cor ou cheiro dos peixes?  
☐ Sim ☐ Não ☐ Não sabe dizer  
Se sim, você ainda consome esses peixes? Por quê?
9. Alguém da sua casa planta alimentos no solo da região? ☐ Sim ☐ Não  
Se sim, houve mudanças na qualidade ou quantidade da produção?
10. Você já ouviu falar que o mercúrio pode contaminar a água, o solo e os alimentos?  
☐ Sim ☐ Não

**Saúde da População**

11. Você ou alguém da sua família sente sintomas como tontura, dor de cabeça, tremores, fraqueza ou problemas de memória?  
☐ Sim ☐ Não  
Se sim, esses sintomas começaram há quanto tempo?
12. Procuraram atendimento médico? ☐ Sim ☐ Não  
O que foi diagnosticado?
13. Algum profissional de saúde já falou sobre contaminação por mercúrio com você ou sua família?  
☐ Sim ☐ Não

### **Relações de Trabalho e Economia Local**

14. Você trabalha ou já trabalhou no garimpo? ( ) Sim ( ) Não

Se sim:

- Qual é (ou era) sua função?
- Como você descreveria as condições de trabalho?

15. Você considera que o garimpo é hoje:

- ( ) A única fonte de renda viável
- ( ) Uma entre outras opções
- ( ) Uma atividade arriscada que não compensa
- ( ) Outra (especifique): \_\_\_\_\_

16. Que outros tipos de trabalho são possíveis ou desejáveis no povoado?

### **Violência e Conflitos**

17. Você já presenciou ou ouviu falar de conflitos armados ou agressões relacionadas ao garimpo?

( ) Sim ( ) Não

Se sim, descreva brevemente:

18. Você se sente seguro(a) no seu povoado hoje? ( ) Sim ( ) Não

Se não, o que causa essa insegurança?

### **Percepções sobre a Legalidade da Atividade Garimpeira**

19. Você considera que o garimpo aqui é:

- ( ) Legalizado (com permissão oficial)
- ( ) Ilegal (feito sem permissão)
- ( ) Não sabe dizer

20. Na sua opinião, o garimpo deveria ser legalizado com regras ambientais mais claras?

( ) Sim ( ) Não ( ) Não sabe opinar

21. Você acredita que a fiscalização (IBAMA, Polícia Federal, Exército etc.) age de forma:

( ) Justa ( ) Abusiva ( ) Necessária ( ) Injusta

Comente se quiser:

### **Impactos das Operações de Fiscalização**

22. Você conhece alguém que já teve máquinas, ouro ou bens destruídos ou apreendidos em operação policial?

( ) Sim ( ) Não

Se sim, o que aconteceu?

23. Você acha que essas operações têm impacto na vida econômica do povoado?

( ) Sim, muito ( ) Um pouco ( ) Não

Explique por quê:

24. Após essas operações, houve aumento da tensão, medo ou violência no povoado?  
( ) Sim ( ) Não ( ) Não sabe dizer

### **Cuidados com o Uso de Mercúrio**

25. Você sabe como o mercúrio é usado no garimpo?  
( ) Sim ( ) Não

26. Alguém na sua casa já usou mercúrio diretamente? ( ) Sim ( ) Não  
Se sim, que cuidados foram tomados?

27. Existe orientação por parte de garimpeiros, lideranças ou técnicos sobre os riscos do mercúrio à saúde?  
( ) Sim ( ) Não ( ) Nunca ouvi falar disso

### **Regularização por Empresas de Mineração**

28. Você concorda com a entrada de empresas legalizadas de mineração na região para explorar o ouro?  
( ) Sim ( ) Não ( ) Depende das condições  
Explique sua resposta:

29. Quais seriam, na sua opinião, os benefícios da presença de empresas legalizadas de mineração na região?

30. E quais seriam os riscos ou prejuízos?

31. Você acredita que a entrada dessas empresas traria mais empregos ou tiraria oportunidades dos garimpeiros locais?  
( ) Mais empregos  
( ) Menos empregos  
( ) Não mudaria  
( ) Não sabe dizer

32. Você acha que essas empresas respeitariam o meio ambiente e a comunidade?  
( ) Sim ( ) Não ( ) Depende da fiscalização

33. Na sua opinião, quem deveria decidir sobre a presença de empresas de mineração na região?  
( ) O governo federal  
( ) Os moradores dos povoados  
( ) As lideranças locais  
( ) As próprias empresas  
( ) Outro (especifique): \_\_\_\_\_

### **Considerações Finais**

34. O que você gostaria que fosse feito para melhorar a situação ambiental e social no seu povoado?

35. Você teria interesse em participar de ações de conscientização ou cursos sobre saúde, meio ambiente ou trabalho alternativo ao garimpo?  
( ) Sim ( ) Não

## **ANEXOS**

## Anexo 01: Resolução CONAMA n.357, de 17 de março de 2005.

23/10/2025, 08:31

MMA - Ministério do Meio Ambiente

### Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

(Publicação - Diário Oficial da União –18/03/2005)

O **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e Considerando a vigência da Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;<sup>[1]</sup>

Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria;<sup>[2]</sup>

Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

Considerando que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos;

Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água;

**Anexo 02:** Decisão de Diretoria CETESB n. 125/2021 de 09 de dezembro de 2021



Publicado no Diário Oficial Estado de São Paulo - Caderno Executivo I  
(Poder Executivo, Seção I), edição n° 131 (240) do dia 17/12/2021 Página: 60

**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Referente ao Relatório à Diretoria n.º 19/2021/E, de 03 de dezembro de 2021.**

**Relator:** Carlos Roberto dos Santos

**DECISÃO DE DIRETORIA N.º 125/2021/E, DE 09 DE DEZEMBRO DE 2021.**

Dispõe sobre a Aprovação da Atualização da Lista de Valores Orientadores para Solo e Água Subterrânea.

A Diretoria Colegiada da CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições estatutárias e regulamentares, e considerando o contido no Relatório à Diretoria n.º 19/2021/E, que acolhe, DECIDE:

Artigo 1º - Aprovar a atualização dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2021, constantes do **Anexo Único** que integra esta Decisão de Diretoria, em substituição à Lista de Valores Orientadores aprovada pela Decisão de Diretoria n.º 256/2016/E, de 22 de novembro de 2016, e publicada no Diário Oficial do Estado, de 24 de novembro de 2016.

Artigo 2º - Os valores orientadores de intervenção para águas subterrâneas ficam automaticamente alterados quando houver revisão ou atualização da legislação específica que estabelece os padrões de potabilidade, definidos com base em risco à saúde humana, para as substâncias constantes no Anexo Único.

Artigo 3º - Esta Decisão de Diretoria entra em vigor na data de sua publicação.

Publique-se a presente Decisão de Diretoria e seu Anexo Único no Diário Oficial do Estado, Poder Executivo, Seção I, na parte da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente e no sítio eletrônico da CETESB, na Internet e Intranet.

Diretoria Colegiada da CETESB, em 09 de dezembro de 2021.

ORIGINAL DEVIDAMENTE  
ASSINADO

**PATRÍCIA IGLECIAS**  
Diretora-Presidente

ORIGINAL DEVIDAMENTE  
ASSINADO

**ARUNTHO SAVASTANO NETO**  
Diretor de Gestão Corporativa

ORIGINAL DEVIDAMENTE  
ASSINADO

**GLAUCIO ATTORRE PENNA**  
Diretor de Controle e Licenciamento Ambiental

ORIGINAL DEVIDAMENTE  
ASSINADO

**CARLOS ROBERTO DOS SANTOS**  
Diretor de Engenharia e Qualidade Ambiental

ORIGINAL DEVIDAMENTE  
ASSINADO

**DOMENICO TREMAROLI**  
Diretor de Avaliação de Impacto Ambiental





# COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

## ANEXO ÚNICO

(a que se refere o artigo 1º da Decisão de Diretoria n.º 125/2021/E, de 09 de dezembro de 2021)

| VALORES ORIENTADORES PARA SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA<br>NO ESTADO DE SÃO PAULO - 2021 |            |                                      |       |          |             |                      |                                    |
|--|------------|--------------------------------------|-------|----------|-------------|----------------------|------------------------------------|
| Substância   | CAS Nº     | Solo (mg kg <sup>-1</sup> peso seco) |       |          |             |                      | Água Sub.<br>(µg L <sup>-1</sup> ) |
|  |            | VRQ                                  | VP    | VI       |             |                      |                                    |
|  |            |                                      |       | Agrícola | Residencial | Industrial           | VI                                 |
| INORGÂNICOS  |            |                                      |       |          |             |                      |                                    |
| Antimônio <sup>(1)</sup>   | 7440-36-0  | <0,5                                 | 2     | 5        | 10          | 25                   | 6                                  |
| Arsênio <sup>(1)</sup>   | 7440-38-2  | 3,5                                  | 15    | 35       | 55          | 150                  | 10                                 |
| Bário  | 7440-39-3  | 75                                   | 120   | 500      | 1300        | 7300                 | 700                                |
| Boro   | 7440-42-8  | -                                    | -     | -        | -           | -                    | 2400                               |
| Cádmio   | 7440-43-9  | <0,5                                 | 1,3   | 3,6      | 14          | 160                  | 3                                  |
| Chumbo   | 7439-92-1  | 17                                   | 72    | 150      | 240         | 4400                 | 10                                 |
| Cobalto <sup>(1)</sup>   | 7440-48-4  | 13                                   | 25    | 35       | 65          | 90                   | 70                                 |
| Cobre <sup>(2)</sup>   | 7440-50-8  | 35                                   | 60    | 760      | 2100        | 10000 <sup>(a)</sup> | 2000                               |
| Crômio total <sup>(1)</sup>  | 7440-47-3  | 40                                   | 75    | 150      | 300         | 400                  | 50                                 |
| Crômio hexavalente   | 18540-29-9 | -                                    | -     | 0,4      | 3,2         | 10                   | -                                  |
| Mercúrio   | 7439-97-6  | 0,05                                 | 0,5   | 1,2      | 0,9         | 7                    | 1                                  |
| Molibdênio   | 7439-98-7  | <4                                   | 5     | 11       | 29          | 180                  | 30                                 |
| Níquel <sup>(2)</sup>  | 7440-02-0  | 13                                   | 30    | 190      | 480         | 3800                 | 70                                 |
| Nitrato (como N)   | 14797-55-8 | -                                    | -     | -        | -           | -                    | 10000                              |
| Prata <sup>(1)</sup>   | 7440-22-4  | 0,25                                 | 2     | 25       | 50          | 100                  | 50                                 |
| Selênio  | 7782-49-2  | 0,25                                 | 1,2   | 24       | 81          | 640                  | 40                                 |
| Zinco  | 7440-66-6  | 60                                   | 86    | 1900     | 7000        | 10000 <sup>(a)</sup> | 1800                               |
| HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS VOLÁTEIS  |            |                                      |       |          |             |                      |                                    |
| Benzeno  | 71-43-2    | -                                    | 0,002 | 0,02     | 0,08        | 0,2                  | 5                                  |
| Estireno   | 100-42-5   | -                                    | 0,5   | 50       | 60          | 480                  | 20                                 |
| Etilbenzeno  | 100-41-4   | -                                    | 0,03  | 0,2      | 0,6         | 1,4                  | 300                                |
| Tolueno  | 108-88-3   | -                                    | 0,9   | 5,6      | 14          | 80                   | 30                                 |
| Xilenos  | 1330-20-7  | -                                    | 0,03  | 12       | 3,2         | 19                   | 500                                |
| HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS  |            |                                      |       |          |             |                      |                                    |
| Antraceno  | 120-12-7   | -                                    | 0,3   | 2300     | 4600        | 10000 <sup>(a)</sup> | 900                                |
| Benzo(a)antraceno  | 56-55-3    | -                                    | 0,2   | 1,6      | 7           | 22                   | 0,4                                |
| benzo(b)fluoranteno  | 205-99-2   | -                                    | 0,7   | 2        | 7,2         | 25                   | 0,4                                |
| Benzo(k)fluoranteno  | 207-08-9   | -                                    | 0,8   | 27       | 75          | 240                  | 4,1                                |
| Benzo(g,h,i)perileno <sup>(3)</sup>  | 191-24-2   | -                                    | 0,5   | -        | -           | -                    | -                                  |
| Benzo(a)pireno   | 50-32-8    | -                                    | 0,1   | 0,2      | 0,8         | 2,7                  | 0,4                                |
| Criseno  | 218-01-9   | -                                    | 1,6   | 95       | 600         | 1600                 | 41                                 |
| Dibenzo(a,h)antraceno  | 53-70-3    | -                                    | 0,2   | 0,3      | 0,8         | 2,9                  | 0,04                               |
| Fenantreno <sup>(3,4)</sup>  | 85-01-8    | -                                    | 3,6   | 15       | 40          | 95                   | 140                                |
| Indeno(1,2,3-c,d)pireno  | 193-39-5   | -                                    | 0,4   | 3,4      | 8           | 30                   | 0,4                                |
| Naftaleno  | 91-20-3    | -                                    | 0,7   | 1,1      | 1,8         | 5,9                  | 60                                 |

**Anexo 3:** Resolução RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013, da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária)



**Ministério da Saúde**  
**Agência Nacional de Vigilância Sanitária**

**RESOLUÇÃO - RDC Nº 42, DE 29 DE AGOSTO DE 2013**

***Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos.***

A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso das atribuições que lhe conferem os incisos III e IV, do art. 15 da Lei n.º 9.782, de 26 de janeiro de 1999, o inciso II, e §§ 1º e 3º do art. 54 do Regimento Interno aprovado nos termos do Anexo I da Portaria nº 354 da ANVISA, de 11 de agosto de 2006, republicada no DOU de 21 de agosto de 2006, e suas atualizações, tendo em vista o disposto nos incisos III, do art. 2º, III e IV, do art. 7º da Lei n.º 9.782, de 1999, e o Programa de Melhoria do Processo de Regulamentação da Agência, instituído por meio da Portaria nº 422, de 16 de abril de 2008, em reunião realizada em 16 de agosto de 2013, adota a seguinte Resolução da Diretoria Colegiada e eu, Diretor-Presidente, determino a sua publicação:

Adota a seguinte Resolução da Diretoria Colegiada e eu, Diretor-Presidente, determino a sua publicação:

Art. 1º Fica aprovado o Regulamento Técnico sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos, nos termos do Anexo desta Resolução.

Art. 2º Esta Resolução incorpora ao ordenamento jurídico nacional a Resolução GMC MERCOSUL n. 12/2011.

Art. 3º Revogam-se os limites máximos de arsênio, cádmio, chumbo estanho e mercúrio que constam no Anexo da Portaria SVS nº 685, de 27 de agosto de 1998.

Art. 4º O descumprimento das disposições contidas na presente Resolução e no regulamento por ela aprovado, constitui infração sanitária, nos termos da Lei n. 6.437, de 20 de agosto de 1977, sem prejuízo das responsabilidades civil, administrativa e penal cabíveis.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

**DIRCEU BRÁS APARECIDO BARBANO**

**Diretor-Presidente**

## MERCURIO

| Categorias                | Limite máximo<br>(mg/kg) |
|---------------------------|--------------------------|
| Peixes, exceto predadores | 0,50                     |
| Peixes predadores         | 1,00                     |
| Moluscos cefalópodos      | 0,50                     |
| Moluscos bivalvos         | 0,50                     |
| Crustáceos                | 0,50                     |