


**GARIMPO ILEGAL, CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS E DESMATAMENTO NA  
AMAZÔNIA LEGAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

**ILLEGAL MINING, SOCIO-ENVIRONMENTAL CONFLICTS AND  
DEFORESTATION IN THE LEGAL AMAZON: A SYSTEMATIC LITERATURE  
REVIEW**

**MINERÍA ILEGAL, CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES Y DEFORESTACIÓN  
EN LA AMAZONÍA LEGAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA  
LITERATURA**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n9-095>

**Data de submissão:** 09/08/2025

**Data de publicação:** 09/09/2025

**Washington Aleksander Savaris dos Santos**

Mestrando em Tecnologia, Recursos Naturais e Sustentabilidade na Amazônia

Instituição: Universidade do Estado do Pará

E-mail: alex.uepa@gmail.com

**Alberto Carlos de Melo Lima**

Doutor em Hidráulica e Saneamento

Instituição: Universidade do Estado do Pará

E-mail: acmlima@uepa.br

**Hebe Morganne Campos Ribeiro**

Doutora em Engenharia Elétrica com Ênfase em Hidrelétricas

Instituição: Universidade do Estado do Pará

E-mail: hebemcr@gmail.com

**Éder Silva de Oliveira**

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade do Estado do Pará

E-mail: ederso@uepa.br

**Marco Valério de Albuquerque Vinagre**

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia

Instituição: Universidade da Amazônia

E-mail: valeriovinagre@gmail.com

---

**RESUMO**

A mineração ilegal consolidou-se como vetor relevante do desmatamento na Amazônia Legal, produzindo impactos ambientais e sociais que incluem contaminação por mercúrio, fragmentação de habitats, conflitos territoriais e pressão sobre Unidades de Conservação e Terras Indígenas. Esta revisão sistemática seguiu as diretrizes PRISMA e avaliou a qualidade metodológica dos estudos pelo checklist do Joanna Briggs Institute (JBI). A busca foi realizada nas bases SciELO, Scopus, Web of Science e Google Scholar, com recorte temporal de 2008 a 2022. Foram identificados 2.664 registros; após triagem e leitura de títulos e resumos, 66 artigos avançaram para leitura na íntegra, dos quais 21 atenderam aos critérios de inclusão. Os resultados evidenciam efeitos diretos e indiretos da mineração

ilegal sobre o desmatamento, destacando o papel de estradas de acesso, mercados do ouro e fragilidade da fiscalização. A síntese aponta a necessidade de políticas públicas integradas, fortalecimento da fiscalização e alternativas econômicas sustentáveis para reduzir a dependência do garimpo. Conclui-se que a intensificação recente da mineração ilegal está associada a picos de desmatamento e a riscos à saúde pública decorrentes da exposição ao mercúrio.

**Palavras-chave:** Mineração Ilegal. Garimpo. Desmatamento. Mercúrio. Amazônia Legal.

## **ABSTRACT**

Illegal mining has established itself as a significant driver of deforestation in the Legal Amazon, producing environmental and social impacts that include mercury contamination, habitat fragmentation, territorial conflicts, and pressure on Conservation Units and Indigenous Lands. This systematic review followed PRISMA guidelines and assessed the methodological quality of the studies using the Joanna Briggs Institute (JBI) checklist. The search was conducted in SciELO, Scopus, Web of Science, and Google Scholar, covering the period 2008 to 2022. A total of 2,664 records were identified; after screening and reading titles and abstracts, 66 articles were selected for full-text reading, 21 of which met the inclusion criteria. The results highlight the direct and indirect effects of illegal mining on deforestation, highlighting the role of access roads, gold markets, and weak enforcement. The summary highlights the need for integrated public policies, strengthened oversight, and sustainable economic alternatives to reduce dependence on mining. It concludes that the recent intensification of illegal mining is associated with spikes in deforestation and public health risks resulting from mercury exposure.

**Keywords:** Illegal Mining. Mining. Deforestation. Mercury. Legal Amazon.

## **RESUMEN**

La minería ilegal se ha consolidado como un factor clave de deforestación en la Amazonía Legal, generando impactos ambientales y sociales que incluyen contaminación por mercurio, fragmentación del hábitat, conflictos territoriales y presión sobre Unidades de Conservación y Tierras Indígenas. Esta revisión sistemática siguió las directrices PRISMA y evaluó la calidad metodológica de los estudios utilizando la lista de verificación del Instituto Joanna Briggs (JBI). La búsqueda se realizó en SciELO, Scopus, Web of Science y Google Académico, abarcando el período de 2008 a 2022. Se identificaron 2664 registros; tras la revisión y lectura de títulos y resúmenes, se seleccionaron 66 artículos para su lectura completa, 21 de los cuales cumplieron con los criterios de inclusión. Los resultados destacan los efectos directos e indirectos de la minería ilegal en la deforestación, destacando el papel de las vías de acceso, los mercados de oro y la deficiente aplicación de la ley. El resumen destaca la necesidad de políticas públicas integradas, una mayor supervisión y alternativas económicas sostenibles para reducir la dependencia de la minería. Se concluye que la reciente intensificación de la minería ilegal está asociada con picos de deforestación y riesgos para la salud pública derivados de la exposición al mercurio.

**Palabras clave:** Minería Ilegal. Minería. Deforestación. Mercurio. Amazonía Legal.

## 1 INTRODUÇÃO

A Amazônia desempenha um papel central no equilíbrio ambiental global, abrigando uma das maiores biodiversidades do planeta e sendo essencial para a regulação do clima. Contudo, as dinâmicas de desenvolvimento econômico e a crescente exploração de recursos minerais na região têm gerado impactos significativos sobre o meio ambiente, especialmente o desmatamento. Conforme Prates e Bacha (2011), os processos de ocupação e exploração econômica da Amazônia historicamente estiveram associados a políticas públicas que priorizaram o crescimento econômico em detrimento da preservação ambiental, contribuindo para um ciclo de degradação do ecossistema.

O avanço do desmatamento na Amazônia está intrinsecamente ligado às transformações socioeconômicas e ao modelo de desenvolvimento adotado na região. Castro (2008) ressalta que o crescimento populacional e a expansão de atividades econômicas, como mineração e agropecuária, resultaram em mudanças profundas na paisagem amazônica. Além disso, o desmatamento, muitas vezes, é resultado da ausência de regulamentações eficazes e de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade, permitindo a exploração descontrolada dos recursos naturais.

No contexto mineral, a Amazônia apresenta um elevado potencial econômico, com destaque para a exploração de minérios como ouro, bauxita e ferro. No entanto, segundo Cordani e Juliani (2019), essa riqueza mineral é acompanhada de sérios desafios ambientais e sociais, como a degradação de áreas florestais, a contaminação de recursos hídricos e os conflitos fundiários. Esses problemas, associados à falta de planejamento sustentável, intensificam os impactos negativos da mineração na região.

As políticas de combate ao desmatamento na Amazônia têm passado por constantes mudanças, muitas vezes condicionadas pelas diretrizes dos governos em exercício. Castelo et al. (2018) destacam que, enquanto algumas iniciativas governamentais buscaram fortalecer a fiscalização ambiental e conter o avanço da exploração ilegal de recursos, outras flexibilizaram leis ambientais, favorecendo atividades econômicas predatórias e aumentando os índices de desmatamento.

A exploração mineral tem desempenhado um papel significativo no aumento do desmatamento, especialmente na Amazônia Legal. Segundo Zanin et al. (2022), os períodos de maior intensificação do desmatamento na região coincidem com ciclos de exploração econômica. Esses ciclos foram marcados pela expansão de atividades extrativistas, que transformaram áreas densamente florestadas em territórios degradados e improdutivos.

Fearnside (2019) alerta que a mineração na Amazônia não apenas causa a remoção direta da vegetação, mas também desencadeia uma série de impactos indiretos, como a construção de estradas e infraestrutura, que facilitam a entrada de outros agentes de desmatamento. A ausência de

regulamentação rigorosa e a expansão das áreas de mineração contribuem para a perpetuação desse ciclo de degradação ambiental.

Os conflitos pelo uso do território na Amazônia também são agravados pela exploração mineral. Palheta et al. (2018) argumentam que a disputa entre diferentes agentes econômicos e comunidades tradicionais pela posse e uso do solo tem gerado tensões sociais e ameaçado os modos de vida de populações indígenas e ribeirinhas. Essas populações frequentemente enfrentam os impactos ambientais e sociais das atividades mineradoras, como a poluição dos rios e a perda de áreas florestais.

Nos últimos anos, as políticas públicas voltadas para a exploração mineral na Amazônia têm suscitado debates acalorados. Fernandes (2022) destaca que, durante o governo Bolsonaro, houve um aumento significativo nos processos minerários ativos na Amazônia Legal, muitas vezes associados à flexibilização de regulamentações ambientais. Essas mudanças têm repercussões diretas no aumento do desmatamento e na degradação ambiental da região.

Outro aspecto preocupante é a pressão sobre unidades de conservação na Amazônia, frequentemente alvos de atividades ilegais, incluindo mineração. Duarte et al. (2019) analisam que a falta de fiscalização adequada nessas áreas favorece a degradação ambiental, colocando em risco a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos fornecidos por essas unidades.

Diante disto, observa-se que a exploração mineral na Amazônia está frequentemente associada à contaminação de ecossistemas aquáticos por elementos tóxicos, como mercúrio. Albuquerque (2020) relata que o uso de mercúrio em atividades mineradoras tem causado sérios danos aos rios e à saúde das populações locais, evidenciando a necessidade de regulamentações mais rigorosas e de estratégias de remediação ambiental. Diante disso, é imprescindível discutir os impactos da exploração mineral na Amazônia sob uma perspectiva integradora, que contemple aspectos ambientais, sociais e econômicos.

## 2 METODOLOGIA

A presente revisão sistemática foi conduzida com base nas diretrizes PRISMA e nas orientações metodológicas de Gil (2019). A busca por estudos foi realizada nas seguintes bases de dados: **Scielo**, **Web of Science**, **Scopus** e **Google Acadêmico**. Foram utilizados os seguintes descritores: **“Exploração Mineral”**, **“Desmatamento”**, **“Mercúrio”**, **“Fiscalização Ambiental”**, **“Amazônia”**, **“Garimpo Ilegal”** e **“Mineração Artesanal”**, combinados com operadores booleanos *AND* e *OR*. A expressão de busca variou levemente entre as plataformas, sendo um exemplo utilizado

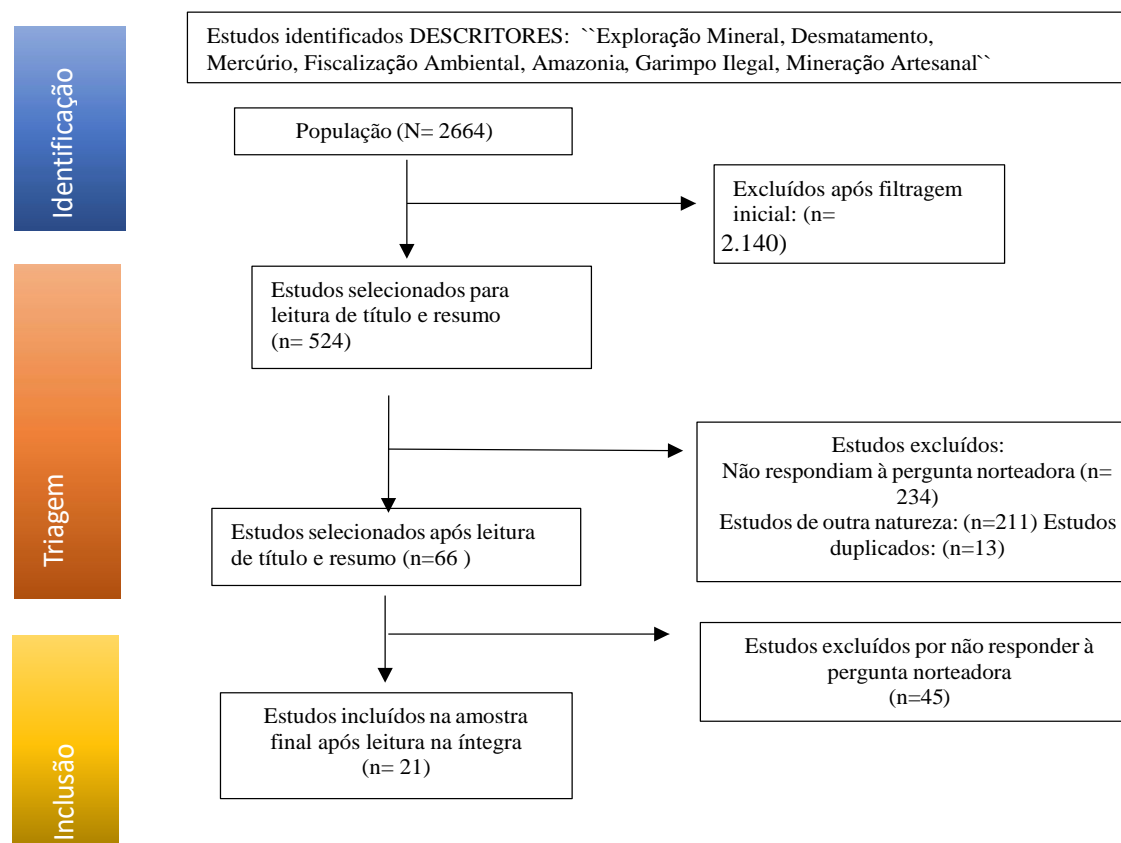
na Scopus: (“Exploração Mineral” OR “Mineração”) AND (“Desmatamento” OR “Amazônia”) AND (“Mercúrio” OR “Fiscalização Ambiental”).

O recorte temporal definido foi de **2005 a 2025**. Os critérios de **inclusão** foram: (i) artigos científicos com foco na região amazônica brasileira; (ii) publicados em português ou inglês; (iii) acesso gratuito ao texto completo. Os critérios de **exclusão** incluíram: (i) estudos repetidos; (ii) artigos opinativos ou sem relação direta com a pergunta norteadora; (iii) estudos de natureza distinta da proposta.

O processo de triagem seguiu três etapas: (1) **filtragem inicial**, que resultou em 2.140 exclusões a partir de um total de 2.664 registros recuperados; (2) **leitura de título e resumo**, mantendo 66 estudos; e (3) **leitura na íntegra**, da qual restaram **21 artigos** para análise final.

O processo de seleção está representado no **fluxograma da Figura 1**, conforme as recomendações do PRISMA. Para assegurar o rigor na análise, foi aplicado o **checklist de qualidade metodológica do Joanna Briggs Institute (JBI)** aos estudos selecionados, apresentado no quadro 1.

Figura 1 – Fluxograma do processo de busca e seleção dos artigos  
Figura 1 – Fluxograma do processo de busca e seleção dos artigos.



Fonte: Autor (2025)

Fonte: Autor (2025)

Para avaliar a qualidade metodológica dos estudos incluídos, foi aplicado o checklist adaptado do Joanna Briggs Institute (JBI), composto por oito critérios. O quadro 1 apresenta a avaliação individual dos artigos segundo esses critérios.

Quadro 1. Checklist de Qualidade Metodológica (JBI) dos Artigos Incluídos

Artigos	1. Critérios de inclusão claros?	2. Participantes e contexto descritos?	3. Métodos de coleta adequados?	4. Análise de dados rigorosa?	5. Declarações sobre influências do pesquisador?	6. Resultados suportados por dados?	7. Implicações teóricas e práticas abordadas?	8. Conclusões valiosas e relevantes?
Albuquerque (2020)	Não	Parcialmente	Sim	Parcialmente	Sim	Não	Parcialmente	Sim
Castelo et al. (2018)	Sim	Sim	Sim	Não	Parcialmente	Sim	Sim	Sim
Castro (2008)	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Sim	Sim	Não	Não	Parcialmente
Cordani & Juliani (2019)	Sim	Não	Não	Parcialmente	Parcialmente	Sim	Sim	Sim
Duarte et al. (2019)	Não	Sim	Parcialmente	Sim	Sim	Parcialmente	Parcialmente	Não
Fearnside (2019)	Parcialmente	Sim	Sim	Parcialmente	Não	Sim	Parcialmente	Sim
Fernandes (2022)	Parcialmente	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Palheta et al. (2018)	Não	Não	Parcialmente	Sim	Parcialmente	Sim	Sim	Não
Prates & Bacha (2011)	Parcialmente	Não	Parcialmente	Não	Parcialmente	Não	Sim	Não
Zanin et al. (2022)	Sim	Parcialmente	Sim	Não	Não	Parcialmente	Não	Parcialmente
Gerson et al. (2022)	Parcialmente	Não	Sim	Não	Parcialmente	Parcialmente	Não	Sim
Caballero Espejo et al. (2018)	Sim	Parcialmente	Sim	Parcialmente	Não	Sim	Parcialmente	Sim
Sonter et al. (2017)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Rajão et al. (2020)	Parcialmente	Não	Sim	Parcialmente	Não	Sim	Sim	Parcialmente
Siqueira-Gay et al. (2021)	Sim	Sim	Sim	Sim	Parcialmente	Sim	Sim	Sim
Pereira et al. (2022)	Sim	Parcialmente	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Oliveira et al. (2020)	Parcialmente	Sim	Sim	Parcialmente	Não	Sim	Parcialmente	Sim
Ferrante & Fearnside (2020)	Sim	Parcialmente	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Menton et al. (2021)	Sim	Sim	Sim	Parcialmente	Parcialmente	Sim	Sim	Sim

El Bizri et al. (2022)	Parcialmente	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Nunes et al. (2022)	Sim	Parcialmente	Sim	Parcialmente	Não	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autor (2025)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram selecionados 21 artigos para análise na revisão sistemática, esses artigos são do recorte de anos de 2008 a 2022. Todos os estudos são publicados em português e foram obtidos a partir de bases de dados acadêmicas reconhecidas, como Scielo, periódicos institucionais de universidades brasileiras e revistas científicas indexadas.

Os artigos abordam diferentes aspectos da relação entre a exploração mineral e o desmatamento na Amazônia. Alguns focam nos impactos ambientais diretos, como a acumulação de mercúrio em ecossistemas aquáticos (ALBUQUERQUE, 2020) e as pressões ambientais sobre Unidades de Conservação (DUARTE et al., 2019). Outros discutem a evolução das políticas ambientais e seus reflexos na taxa de desmatamento (CASTELO et al., 2018; FERNANDES, 2022), além dos desafios para a exploração sustentável dos recursos minerais na região (CORDANI; JULIANI, 2019).

A dinâmica socioeconômica do desmatamento também é explorada, relacionando a expansão da mineração com conflitos territoriais (PALHETA et al., 2018) e analisando o desenvolvimento econômico atrelado à degradação florestal (PRATES; BACHA, 2011). Além disso, estudos como o de ZANIN et al. (2022) fazem uma periodização do desmatamento, permitindo compreender sua evolução ao longo do tempo.

A inclusão de autores renomados na temática, como Philip Fearnside (2019), fortalece a base teórica da pesquisa, uma vez que suas contribuições são amplamente reconhecidas nos estudos sobre impactos ambientais na Amazônia. Dessa forma, a seleção dos artigos proporciona uma visão ampla e integrada sobre a interseção entre mineração e desmatamento na região.

Tabela 01. Materiais utilizados como base para revisão

Autor	Ano	Título	Objetivo da Pesquisa	Conclusão
Albuquerque, Fábio Edir Amaral	2020	Acumulação de mercúrio e outros elementos tóxicos em áreas de exploração mineral associados a ecossistemas aquáticos na região Oeste do Estado do Pará (Brasil)	Analisar a contaminação por mercúrio e outros elementos tóxicos em ecossistemas aquáticos afetados pela mineração.	A pesquisa identificou níveis elevados de contaminação, destacando os riscos ambientais e para a saúde das populações locais.
Castelo, Thiago Bandeira et al.	2018	Governos e mudanças nas políticas de combate ao desmatamento na Amazônia	Examinar as mudanças nas políticas ambientais e seus impactos no desmatamento da Amazônia.	Conclui que políticas mais rígidas são eficazes na redução do desmatamento, mas mudanças políticas podem comprometer os avanços.



Castro, Edna	2008	Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia	Avaliar a relação entre desenvolvimento socioeconômico e taxas de desmatamento.	Demonstra que a exploração de recursos naturais impulsiona o desmatamento e acentua desigualdades sociais.
Cordani, Umberto G.; Juliani, Caetano	2019	Potencial mineral da Amazônia: problemas e desafios	Discutir as potencialidades e os desafios da exploração mineral na Amazônia.	Aponta que a exploração mineral pode ser benéfica economicamente, mas impõe riscos ambientais significativos.
Duarte, Miqueias et al.	2019	Pressões ambientais em Unidades de Conservação: estudo de caso no sul do Estado do Amazonas	Investigar os impactos ambientais em Unidades de Conservação do Amazonas.	Identifica diversas ameaças, incluindo mineração e desmatamento, que comprometem a preservação ambiental.
Fearnside, Philip Martin	2019	Exploração mineral na Amazônia brasileira: O custo ambiental	Avaliar os impactos ambientais da mineração na Amazônia.	Ressalta que a mineração gera impactos ambientais irreversíveis e aumenta os conflitos socioambientais.
Fernandes, Rhuan Muniz Sartore	2022	A política mineral do governo Bolsonaro para a Amazônia Legal: Um balanço a partir dos processos minerários ativos	Analisar as políticas minerárias do governo Bolsonaro e suas implicações.	Conclui que houve flexibilização da legislação ambiental, favorecendo a expansão da mineração.
Palheta, João Marcio et al.	2018	Conflitos pelo uso do território na Amazônia mineral	Estudar os conflitos fundiários associados à exploração mineral na Amazônia.	Destaca que a expansão da mineração intensifica os conflitos entre diferentes grupos sociais.
Prates, Rodolfo Coelho; Bacha, Carlos José Caetano	2011	Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia	Avaliar a relação entre crescimento econômico e desmatamento.	Mostra que o modelo de desenvolvimento vigente impulsiona o desmatamento sem garantir benefícios sociais sustentáveis.
Zanin, Paulo Rodrigo et al.	2022	Periodização do desmatamento na Amazônia legal: da metade do século XX ao começo do século XXI	Analisar a evolução do desmatamento na Amazônia ao longo das últimas décadas.	Identifica diferentes fases do desmatamento e relaciona com políticas ambientais e econômicas.
Gerson, J. R. et al.	2022	Exposição ao mercúrio e riscos da mineração artesanal na região amazônica	Analisar os impactos da mineração artesanal e exposição ao mercúrio em comunidades amazônicas.	Evidencia os riscos do Hg para o ser humano associados à mineração do ouro.
Caballero Espejo, J. et al.	2018	Gold mining and mercury contamination in the Peruvian Amazon	Avaliar a contaminação por mercúrio decorrente da mineração de ouro.	Confirma altos níveis de mercúrio em ecossistemas aquáticos amazônicos e riscos à saúde humana.
Sonter, L. J. et al.	2017	Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon	Analisar a contribuição da mineração para o desmatamento.	Conclui que a mineração é responsável por significativa perda florestal direta e indireta.
Rajão, R. et al.	2020	The risk of fake controversies for Brazilian environmental policies	Avaliar o impacto da desinformação nas políticas ambientais.	Mostra que narrativas falsas enfraquecem a fiscalização, favorecendo mineração ilegal.
Siqueira-Gay, J. et al.	2021	Environmental justice and mining conflicts in the Amazon	Avaliar os conflitos socioambientais relacionados à mineração.	Evidencia desigualdades ambientais e injustiças sociais agravadas pelo garimpo.
Pereira, R. et al.	2022	Inequalities and socio-environmental impacts in areas of mineral exploration in the Brazilian Amazon	Investigar desigualdades e impactos sociais em áreas de mineração.	Conclui que comunidades locais sofrem mais impactos negativos do que benefícios.



Oliveira, A. A. et al.	2020	Socioeconomic impacts of mining in the Amazon: A spatial analysis	Analisar os impactos socioeconômicos da mineração na Amazônia.	Mostra que os ganhos econômicos são concentrados, enquanto comunidades sofrem degradação.
Ferrante, L.; Fearnside, P. M.	2020	Brazil's new president and 'ruralists' threaten Amazonia's environment, traditional peoples and the global climate	Examinar impactos políticos sobre a Amazônia.	Conclui que políticas recentes incentivam atividades predatórias como garimpo ilegal.
Menton, M. et al.	2021	Impacts of illicit gold mining in the Amazon: Research review and evidence gaps	Revisar impactos do garimpo ilegal na Amazônia.	Destaca lacunas de pesquisa e severos impactos ambientais e sociais.
El Bizri, H. R. et al.	2022	Biological impacts of artisanal gold mining on Amazonian mammals	Investigar impactos biológicos da mineração artesanal.	Demonstra efeitos negativos na fauna amazônica decorrentes da mineração.
Nunes, S. et al.	2022	Impacts of mining activities on deforestation in the Brazilian Amazon	Avaliar os impactos da mineração no desmatamento da Amazônia.	Evidencia que a mineração é um dos principais vetores de desmatamento recente na Amazônia.

Fonte: Autor (2025)

A exploração mineral tem se consolidado como um dos principais vetores indiretos do desmatamento na Amazônia, impulsionando a abertura de estradas, ocupação desordenada e impactos ambientais de grande escala. Segundo Castro (2008), a dinâmica socioeconômica da região tem sido fortemente influenciada pela mineração, que atrai fluxos migratórios descontrolados e leva à degradação ambiental severa. O processo de desmatamento não se dá apenas pela extração direta de recursos minerais, mas também pela expansão da infraestrutura necessária para dar suporte à atividade, como a construção de estradas ilegais, assentamentos improvisados e redes de abastecimento. Essa ocupação, muitas vezes não planejada, resulta em impactos cumulativos sobre os ecossistemas, comprometendo a biodiversidade e a estabilidade ambiental da floresta tropical (Souza et al., 2020; Sonter et al., 2017).

A mineração, sobretudo em sua modalidade ilegal, tem avançado sobre áreas protegidas e terras indígenas, intensificando os desafios ambientais e sociais. Conforme Fearnside (2019) aponta, o garimpo ilegal cresceu exponencialmente nos últimos anos, sendo um dos principais responsáveis pela contaminação dos rios amazônicos por mercúrio. Essa substância tóxica, utilizada na extração do ouro, se acumula nos organismos aquáticos e na cadeia alimentar, afetando gravemente a saúde das populações indígenas que dependem desses recursos. O estudo de Albuquerque (2020) reforça essa preocupação ao demonstrar que a contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos da região oeste do Pará já atinge níveis alarmantes, comprometendo a qualidade da água e a sobrevivência das espécies locais (Basta et al., 2021; Azevedo-Silva et al., 2016).

A abertura de estradas para facilitar o acesso às jazidas minerárias desencadeia uma série de processos que ampliam a degradação florestal. Zanin et al. (2022) analisaram a relação entre a

infraestrutura viária e o avanço do desmatamento na Amazônia, identificando que as estradas ilegais funcionam como corredores para a ocupação irregular e para a expansão de outras atividades predatórias, como a pecuária e a agricultura extensiva. Além disso, essas vias facilitam a circulação de equipamentos pesados, dinamizando ainda mais a exploração mineral em regiões remotas. Esse ciclo vicioso se torna particularmente grave em áreas de proteção ambiental, onde o acesso deveria ser restrito para garantir a conservação da biodiversidade (Barber et al., 2014; Ferrante e Fearnside, 2020).

Outro impacto significativo da exploração mineral é o deslocamento forçado de comunidades tradicionais e indígenas. Palheta et al. (2018) discutem os conflitos territoriais gerados pela atividade mineradora, destacando que o avanço desordenado da mineração sobre territórios ocupados historicamente por povos indígenas tem gerado tensão e violência. Muitas dessas comunidades são forçadas a abandonar suas terras devido à contaminação da água, à degradação dos solos e à pressão de grupos econômicos que buscam expandir suas operações. Além disso, a presença de garimpeiros ilegais nesses territórios muitas vezes resulta em violações de direitos humanos, como a exploração do trabalho infantil e a violência contra lideranças indígenas (Menton et al., 2021; Silva Junior et al., 2021).

As mudanças nas políticas públicas voltadas para o combate ao desmatamento também influenciam diretamente o avanço da exploração mineral na Amazônia. Castelo et al. (2018) analisaram a relação entre diferentes governos e as estratégias adotadas para reduzir o desmatamento, concluindo que períodos de flexibilização das normas ambientais coincidem com um aumento na degradação florestal. O governo brasileiro, em determinados momentos, adotou políticas que incentivaram a atividade mineradora em áreas antes consideradas de preservação permanente, resultando na ampliação dos impactos ambientais negativos. Esse contexto político, aliado à fiscalização deficiente, tem favorecido o avanço da mineração ilegal em diversas regiões da Amazônia Legal (Rajão et al., 2020; Fracarolli Nunes et al., 2022).

O potencial mineral da Amazônia, embora expressivo, representa um desafio para a sustentabilidade ambiental da região. Cordani e Juliani (2019) argumentam que a exploração dos recursos minerais amazônicos deveria ser conduzida de forma responsável e dentro de parâmetros ambientais rigorosos. No entanto, a realidade demonstra que grande parte das operações ocorre de maneira descontrolada, gerando um passivo ambiental difícil de ser revertido. A ausência de um planejamento adequado e de políticas públicas eficientes para regular a mineração contribui para a perpetuação de um modelo predatório de exploração, que compromete a integridade dos ecossistemas amazônicos (El Bizri et al., 2022).

Além dos impactos ambientais diretos, a mineração também intensifica os problemas sociais na região, agravando a desigualdade e a pobreza. Duarte et al. (2019) apontam que, em muitos casos, a atividade mineradora não resulta em benefícios para as comunidades locais, uma vez que os lucros são concentrados nas mãos de grandes empresas e organizações criminosas que controlam o garimpo ilegal. Enquanto isso, a população sofre com a degradação ambiental e com a precarização das condições de vida, especialmente nas áreas mais afetadas pelo desmatamento e pela contaminação dos rios (Pereira et al., 2022; Oliveira et al., 2020).

Outro aspecto preocupante é a relação entre a mineração e a violência na Amazônia. Fernandes (2022) analisou a política mineral do governo Bolsonaro para a Amazônia Legal e constatou que houve um aumento significativo nos conflitos envolvendo garimpeiros, indígenas e agentes do Estado. O enfraquecimento dos órgãos de fiscalização ambiental e a flexibilização das normas que regulamentam a mineração contribuíram para a intensificação dessas disputas, tornando a Amazônia um palco de graves violações de direitos humanos (Tengö et al., 2021).

A destruição causada pela mineração ilegal também tem efeitos de longo prazo, dificultando a recuperação dos ecossistemas degradados. Prates e Bacha (2011) discutem como o desenvolvimento econômico baseado na exploração predatória de recursos naturais leva a um processo irreversível de degradação ambiental, onde grandes extensões de floresta são convertidas em áreas improdutivas. Esse fenômeno compromete não apenas a biodiversidade local, mas também a capacidade da Amazônia de atuar como um sumidouro de carbono essencial para o equilíbrio climático global (Davidson et al., 2012; Lovejoy e Nobre, 2019).

As consequências da exploração mineral na Amazônia não se restringem apenas à dimensão ambiental, mas afetam diretamente a economia e o desenvolvimento sustentável da região. Palheta et al. (2018) enfatizam que, apesar do crescimento da atividade mineradora, os benefícios econômicos não são distribuídos de forma equitativa, e muitas comunidades permanecem em situação de extrema pobreza. A concentração de renda gerada pela mineração cria um ciclo de dependência econômica, onde os trabalhadores do setor ficam à mercê das oscilações do mercado internacional de commodities, sem acesso a alternativas produtivas sustentáveis (Veiga et al., 2006; Hilson, 2002).

Para reverter esse cenário, é essencial fortalecer a fiscalização ambiental e adotar políticas públicas que promovam práticas mineradoras sustentáveis. Castro (2008) sugere que um maior investimento em tecnologias limpas e em processos de recuperação ambiental poderia minimizar os impactos negativos da mineração na Amazônia. Além disso, a regularização fundiária e a demarcação de terras indígenas são medidas fundamentais para conter o avanço desordenado da atividade mineradora sobre áreas protegidas (Asner et al., 2010; Villén-Pérez et al., 2020).

A ciência e a pesquisa desempenham um papel crucial na busca por soluções para os desafios impostos pela mineração na Amazônia. Estudos como os de Albuquerque (2020) e Fearnside (2019) são fundamentais para compreender os impactos ambientais e sociais da atividade mineradora e para subsidiar a formulação de políticas públicas mais eficazes. No entanto, é necessário que esses conhecimentos sejam incorporados às estratégias de gestão ambiental e que haja um compromisso político para a implementação de medidas concretas de preservação (Artaxo, 2019; Ferrante et al., 2021).

A conscientização da sociedade também é um fator determinante para a mitigação dos impactos da mineração na Amazônia. Zanin et al. (2022) destacam que a pressão popular e o engajamento da comunidade científica são fundamentais para exigir maior transparência e responsabilidade por parte do setor mineral. O combate à mineração ilegal e à degradação ambiental depende de uma ação conjunta entre governo, sociedade civil e setor produtivo, visando a construção de um modelo de desenvolvimento que respeite os limites ecológicos da região (Silva Junior et al., 2021; Siqueira-Gay et al., 2020).

Diante desse cenário, torna-se evidente que a mineração representa um dos maiores desafios para a conservação da Amazônia. A abertura de estradas, a ocupação desordenada e a contaminação ambiental são apenas algumas das consequências de um modelo exploratório que prioriza o lucro em detrimento da sustentabilidade. A implementação de políticas públicas eficazes, aliada ao fortalecimento da fiscalização e ao incentivo a práticas sustentáveis, é essencial para garantir a preservação da floresta e o bem-estar das populações que nela vivem (Nunes et al., 2022; de Marques et al., 2021).

A mineração, especialmente a ilegal, é responsável por uma série de impactos ambientais devastadores, incluindo a contaminação por mercúrio, a degradação do solo e a perda acelerada de biodiversidade na Amazônia. De acordo com Fearnside (2019), o mercúrio utilizado na extração do ouro tem efeitos altamente nocivos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana. Esse metal pesado se acumula nos rios e lagos da floresta, onde se transforma em metilmercúrio, uma substância ainda mais tóxica. O problema se agrava porque o mercúrio não se degrada facilmente, permanecendo no ecossistema por décadas e sendo absorvido por organismos aquáticos, como peixes, que são uma das principais fontes de alimentação das populações ribeirinhas e indígenas (Gerson et al., 2022).

A contaminação por mercúrio tem efeitos diretos na fauna, flora e saúde pública. Segundo Albuquerque (2020), a ingestão de peixes contaminados pode levar a graves problemas neurológicos, como perda de memória, dificuldades motoras e transtornos de desenvolvimento em crianças. Esse

impacto é particularmente preocupante em comunidades indígenas, que dependem dos recursos pesqueiros para sua subsistência e não possuem acesso a sistemas de saúde adequados para tratar os sintomas de intoxicação. Além disso, o mercúrio compromete a reprodução de diversas espécies aquáticas, alterando a cadeia alimentar e afetando a estabilidade ecológica dos rios amazônicos (Caballero Espejo et al., 2018; Carlos et al., 2020; PMC, 2019).

Outro impacto ambiental significativo da mineração ilegal é a degradação do solo, que ocorre devido ao uso intensivo de máquinas pesadas e produtos químicos altamente poluentes. Cordani e Juliani (2019) explicam que a extração mineral remove grandes camadas do solo fértil, deixando para trás áreas devastadas e inóspitas para a regeneração natural. A remoção da vegetação nativa expõe o solo à erosão, comprometendo a capacidade da floresta de se recuperar e tornando essas áreas permanentemente degradadas. Esse fenômeno é particularmente preocupante em regiões de alta pluviosidade, onde a erosão do solo pode levar ao assoreamento dos rios, afetando a qualidade da água e prejudicando ainda mais os ecossistemas aquáticos (West et al., 2025; Oliveira et al., 2023; Rocha et al., 2022).

Além da degradação do solo, a atividade minerária também está diretamente relacionada à perda de biodiversidade na Amazônia. Zanin et al. (2022) apontam que a destruição dos habitats naturais de diversas espécies resulta em um desequilíbrio ecológico severo, aumentando o risco de extinção de espécies endêmicas. A remoção da vegetação para abrir caminho para a mineração reduz a disponibilidade de alimento e abrigo para os animais, forçando-os a se deslocar para outras áreas ou, em muitos casos, levando-os à morte. O desaparecimento de espécies-chave pode desencadear um efeito cascata, afetando toda a rede trófica da floresta (Lapola et al., 2023; Attuquayefio et al., 2017).

A mineração ilegal também intensifica a fragmentação do habitat, criando “ilhas” isoladas de vegetação dentro de áreas desmatadas. Segundo Prates e Bacha (2011), essa fragmentação dificulta a dispersão de sementes e a mobilidade de espécies que dependem de corredores ecológicos para sua sobrevivência. Como resultado, populações de animais e plantas ficam isoladas, reduzindo a variabilidade genética e aumentando sua vulnerabilidade a doenças e mudanças ambientais. A longo prazo, essa perda de conectividade ecológica pode comprometer a resiliência da Amazônia, tornando-a mais suscetível a eventos climáticos extremos e outras formas de degradação ambiental (Sonter et al., 2017; Gutleb et al., 1997).

Apesar dos impactos ambientais alarmantes, as medidas de fiscalização ainda são insuficientes para conter a expansão das atividades minerárias ilegais. Castelo et al. (2018) analisaram a atuação dos órgãos ambientais brasileiros e concluíram que a falta de recursos e o enfraquecimento das políticas de proteção ambiental têm dificultado a aplicação de leis contra o garimpo ilegal. A vastidão

da floresta amazônica torna a fiscalização um grande desafio logístico, pois muitas áreas de exploração ilegal estão localizadas em regiões de difícil acesso, onde a presença do Estado é limitada (Bansâh et al., 2024; Siqueira-Gay et al., 2021).

#### **4 CONCLUSÃO**

A exploração mineral, especialmente quando realizada de forma ilegal, representa um dos principais vetores indiretos do desmatamento na Amazônia, promovendo a abertura de estradas, a ocupação desordenada e a degradação irreversível de ecossistemas frágeis. A atividade garimpeira avança em ritmo acelerado, impulsionada por fatores econômicos, políticos e sociais que favorecem a extração predatória de recursos naturais. Essa expansão descontrolada tem levado à contaminação dos rios e solos, à fragmentação do habitat e ao comprometimento da biodiversidade, afetando diretamente não apenas a fauna e a flora, mas também as populações tradicionais que dependem dos recursos naturais para sua sobrevivência. A mineração ilegal, ao atuar à margem da legislação ambiental, agrava ainda mais esse cenário, dificultando a implementação de medidas eficazes de controle e fiscalização, além de alimentar conflitos territoriais e ampliar a vulnerabilidade dos povos indígenas e ribeirinhos.

Os impactos ambientais da mineração vão muito além da destruição da vegetação. A contaminação por mercúrio, por exemplo, representa um dos maiores desafios ambientais e de saúde pública na Amazônia, afetando diretamente a qualidade da água e a segurança alimentar das populações locais. O mercúrio utilizado nos processos de extração do ouro se dispersa nos ecossistemas aquáticos, acumulando-se na cadeia alimentar e colocando em risco a vida de milhares de pessoas que dependem do pescado como fonte primária de proteína. Além disso, a remoção indiscriminada da cobertura vegetal compromete a estabilidade dos solos, acelerando processos erosivos e assoreando os rios, o que contribui para a degradação generalizada da floresta. A perda de biodiversidade, agravada pela fragmentação dos ecossistemas, reduz a resiliência da floresta e compromete seu papel na regulação do clima e na manutenção do equilíbrio ambiental global.

Diante desse cenário, as medidas de fiscalização e combate à mineração ilegal demonstram-se insuficientes para conter a expansão acelerada da atividade. A vastidão territorial da Amazônia e a precariedade das infraestruturas de monitoramento dificultam a ação de órgãos ambientais, que frequentemente enfrentam limitações de recursos e ingerências políticas. A presença do crime organizado, que controla parte significativa das operações de garimpo ilegal, intensifica ainda mais os desafios enfrentados pelos agentes de fiscalização, tornando as ações repressivas perigosas e muitas vezes ineficazes. Além disso, políticas governamentais contraditórias, que ora fortalecem os



mecanismos de proteção ambiental, ora incentivam a flexibilização das normas para a exploração mineral, geram insegurança jurídica e dificultam a implementação de estratégias consistentes para a contenção do problema.

Para enfrentar a crise ambiental gerada pela mineração, é fundamental a adoção de uma abordagem integrada, que envolva não apenas a repressão às atividades ilegais, mas também a criação de alternativas econômicas sustentáveis para as populações vulneráveis. A promoção de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável da Amazônia, com incentivos a atividades como o ecoturismo, o manejo sustentável da floresta e a bioeconomia, pode representar uma saída viável para reduzir a dependência econômica do garimpo. Além disso, a ampliação do uso de tecnologias de monitoramento, como imagens de satélite e inteligência artificial, pode fortalecer as ações de fiscalização, permitindo a identificação rápida de novas frentes de exploração ilegal e viabilizando respostas mais ágeis e eficazes.

Os achados desta revisão sistemática confirmam a estreita relação entre o garimpo ilegal e o avanço do desmatamento na Amazônia Legal, destacando como a expansão da mineração em áreas protegidas e terras indígenas não apenas provoca a remoção direta da vegetação, mas também impulsiona processos indiretos de degradação, como a abertura de estradas e a ocupação desordenada. Além dos impactos ambientais, a literatura evidencia com clareza a dimensão dos conflitos socioambientais, que envolvem desde disputas territoriais e violações de direitos de comunidades tradicionais até desigualdades socioeconômicas e riscos à saúde decorrentes da exposição ao mercúrio. Dessa forma, o trabalho reforça que a mineração ilegal, ao atuar à margem da legislação, constitui simultaneamente um vetor de desmatamento e um gerador de tensões sociais e ambientais, reafirmando o alinhamento entre a problemática investigada e o título proposto.

Por fim, a luta contra a degradação ambiental provocada pela mineração exige o comprometimento de toda a sociedade, desde os órgãos governamentais até as comunidades locais, passando por organizações não governamentais, setor privado e pesquisadores. A conscientização sobre os impactos da exploração mineral ilegal e a mobilização social são fundamentais para pressionar por mudanças e cobrar ações mais efetivas de proteção da Amazônia. Sem um esforço conjunto e coordenado, os danos ambientais e sociais causados pela mineração continuarão a se agravar, comprometendo não apenas a sobrevivência da floresta e de seus habitantes, mas também o equilíbrio climático global. A preservação da Amazônia não é apenas uma questão regional, mas uma responsabilidade coletiva que deve ser assumida com urgência para garantir um futuro sustentável para as próximas gerações.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Recursos Naturais e Sustentabilidade na Amazônia (PPGTEC) da Universidade do Estado do Pará (UEPA) pelo apoio acadêmico e científico que possibilitou a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. E. A.** Acumulação de mercúrio e outros elementos tóxicos em áreas de exploração mineral associados a ecossistemas aquáticos na região Oeste do Estado do Pará (Brasil). *Dissertação*, 2020.
- ARTAXO, P.** Working together for Amazonia. *Science*, v. 363, n. 6425, p. 323–323, 2019.
- ASNER, G. P. et al.** High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, n. 38, p. 16738–16742, 2010.
- ATTUQUAYEFIO, D. K. et al.** The impacts of mining on biodiversity in Ghana. *Journal of Environmental Science*, v. 65, p. 98–106, 2017.
- AZEVEDO-SILVA, C. E. et al.** Mercury biomagnification and the trophic structure of the ichthyofauna from a remote lake in the Brazilian Amazon. *Environmental Research*, v. 151, p. 286–296, 2016.
- BANSÂH, K. J. et al.** Strengthening mining regulatory frameworks in Africa. *Resources Policy*, v. 82, p. 103560, 2024.
- BARBER, C. P. et al.** Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation*, v. 177, p. 203–209, 2014.
- BASTA, P. C. et al.** Mercury exposure in Munduruku Indigenous Communities in the Brazilian Amazon. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 2, 2021.
- CABALLERO ESPEJO, J. et al.** Gold mining and mercury contamination in the Peruvian Amazon. *Environmental Research*, v. 164, p. 344–351, 2018.
- CARLOS, M. C. et al.** Human health risk assessment of mercury exposure in Amazonian populations. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 202, p. 110942, 2020.
- CASTELO, T. B. et al.** Governos e mudanças nas políticas de combate ao desmatamento na Amazônia. *Revibec*, v. 28, p. 125–148, 2018.
- CASTRO, E.** Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia. *Novos Cadernos NAEA*, v. 8, n. 2, 2008.
- CHAMBERS, J. M. et al.** Six modes of co-production for sustainability. *Nature Sustainability*, v. 4, n. 11, p. 983–996, 2021.
- CORDANI, U. G.; JULIANI, C.** Potencial mineral da Amazônia: problemas e desafios. *Revista de Estudios Brasileños*, v. 6, n. 11, p. 91–108, 2019.
- DAVIDSON, E. A. et al.** The Amazon basin in transition. *Nature*, v. 481, p. 321–328, 2012.
- DE MARQUES, A. B. et al.** The impact of mining on deforestation in the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, v. 16, n. 8, 2021.

**DUARTE, M. et al.** Pressões ambientais em Unidades de Conservação: estudo de caso no sul do Estado do Amazonas. *GOT: Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, n. 18, p. 108, 2019.

**EL BIZRI, H. R. et al.** Biological impacts of artisanal gold mining on Amazonian mammals. *Environmental Pollution*, v. 298, p. 117719, 2022.

**FEARNSIDE, P. M.** Exploração mineral na Amazônia brasileira: O custo ambiental. Belém: NAEA, 2019.

**FERNANDES, R. M. S.** A política mineral do governo Bolsonaro para a Amazônia Legal: Um balanço a partir dos processos minerários ativos. *Ambientes*, v. 4, n. 2, p. 149–172, 2022.

**FERRANTE, L.; FEARNside, P. M.** Brazil's deception threatens climate goals. *Science*, v. 374, n. 6575, p. 1569, 2021.

**FERRANTE, L.; FEARNside, P. M.** Brazil's new president and 'ruralists' threaten Amazonia's environment, traditional peoples and the global climate. *Environmental Conservation*, v. 47, n. 4, p. 261–263, 2020.

**GERSON, J. R. et al.** Mercury exposure and risks from artisanal gold mining in Amazonian regions. *Science of the Total Environment*, v. 813, p. 152567, 2022.

**GIL, A. C.** *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

**GUTLEB, A. C. et al.** Toxic effects of mercury in wildlife: a review. *Environmental Toxicology*, v. 12, p. 73–78, 1997.

**HILSON, G.** Small-scale mining and its socio-economic impact in developing countries. *Natural Resources Forum*, v. 26, n. 1, p. 3–13, 2002.

**LAPOLA, D. M. et al.** Biodiversity collapse in the Amazon due to land use change. *Nature Ecology & Evolution*, v. 7, p. 341–352, 2023.

**LOVEJOY, T. E.; NOBRE, C.** Amazon tipping point: Last chance for action. *Science Advances*, v. 5, n. 12, e aaw8863, 2019.

**MENTON, M. et al.** Impacts of illicit gold mining in the Amazon: Research review and evidence gaps. *Frontiers in Forests and Global Change*, v. 4, p. 614567, 2021.

**NUNES, S. et al.** Impacts of mining activities on deforestation in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing*, v. 14, n. 8, p. 1742, 2022.

**OLIVEIRA, A. A. et al.** Socioeconomic impacts of mining in the Amazon: A spatial analysis. *Journal of Environmental Management*, v. 276, 2020.

**PALHETA, J. M. et al.** Conflitos pelo uso do território na Amazônia mineral. *Mercator*, v. 16, 2018.

**PEREIRA, R. et al.** Inequalities and socio-environmental impacts in areas of mineral exploration in the Brazilian Amazon. *Ecological Economics*, v. 193, p. 107298, 2022.

**PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C.** Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. *Economia e Sociedade*, v. 20, p. 601–636, 2011.

**RAJÃO, R. et al.** The risk of fake controversies for Brazilian environmental policies. *Nature Sustainability*, v. 3, n. 9, p. 670–672, 2020.

**SIQUEIRA-GAY, J. et al.** Environmental justice and mining conflicts in the Amazon. *Environmental Science & Policy*, v. 123, p. 11–22, 2021.

**SIQUEIRA-GAY, J. et al.** Exploring potential impacts of mining on forest loss and fragmentation within a biodiverse region of Brazil's northeastern Amazon. *Resources Policy*, v. 67, p. 101662, 2020.

**SILVA JUNIOR, C. H. L. et al.** The Brazilian Amazon deforestation rate in 2020 is the greatest of the decade. *Nature Ecology & Evolution*, v. 5, p. 144–145, 2021.

**SONTER, L. J. et al.** Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Communications*, v. 8, p. 1013, 2017.

**SOUZA JUNIOR, C. M. et al.** Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing*, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020.

**VEIGA, M. M.; MAXSON, P. A.; HYLANDER, L. D.** Origin and consumption of mercury in small-scale gold mining. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 3–4, p. 436–447, 2006.

**VILLÉN-PÉREZ, S. et al.** Brazilian Amazon gold: Indigenous land rights under risk. *Elementa: Science of the Anthropocene*, v. 8, art. 31, 2020.

**ZANIN, P. R. et al.** Periodização do desmatamento na Amazônia Legal: da metade do século XX ao começo do século XXI. *Revista Geonorte*, v. 13, n. 42, 2022.