

# Certificações de sustentabilidade na mineração: análise comparativa entre IRMA e ICMM e seu impacto nas práticas mineradoras globais

Marcela Poletto Vilas Boas\*, Rafael dos Santos Poletto, Luiz Carlos de Faria e Kelly Cristina Tonello

Universidade Federal de São Carlos. Rodovia João Leme dos Santos, km 110 - SP-64. Bairro do Itinga. Sorocaba-SP, Brasil (CEP 18052-780). \*E-mail: marcelaspt@yahoo.com.br.

**Resumo.** Certificações de sustentabilidade têm se tornado ferramentas essenciais para a promoção de práticas mineradoras responsáveis, contribuindo para a redução de impactos socioambientais e fortalecimento da transparência no setor. O objetivo foi avaliar sua eficácia em impulsionar melhores práticas, considerando critérios de auditoria, conformidade e engajamento comunitário. A metodologia baseou-se em uma revisão bibliográfica, utilizando bases de dados como *Scopus*, *Web of Science* e *Google Scholar*, abrangendo publicações entre 2016 e 2024. Os resultados apontam que ambas as certificações contribuem significativamente para a melhoria da transparência, da responsabilidade social corporativa e da governança ambiental. Contudo, desafios como os altos custos de implementação e a dependência de autorregulação (especialmente no caso do ICMM) limitam sua abrangência e impacto. Conclui-se que, apesar das limitações, essas certificações desempenham um papel crucial na promoção de práticas mineradoras mais sustentáveis, embora exijam maior comprometimento por parte das empresas para assegurar benefícios duradouros.

**Palavras-chave:** Mineração sustentável; Certificações ambientais; Governança corporativa; Impactos socioambientais; Auditoria independente.

**Abstract.** *Sustainability certifications in mining: Comparative analysis between IRMA and ICMM and their impact on global mining practices.* Sustainability certifications have become essential tools for promoting responsible mining practices, contributing to reducing socio-environmental impacts and strengthening transparency in the sector. The objective was to evaluate their effectiveness in promoting best practices, considering auditing, compliance and community engagement criteria. The methodology was based on a literature review, using databases such as *Scopus*, *Web of Science* and *Google*

Recebido  
27/11/2024

Aceito  
20/12/2024

Publicado  
31/12/2024



Acesso aberto



ORCID

0009-0006-2870-9208  
Marcela Poletto Vilas Boas

0009-0000-6028-0807  
Rafael dos Santos Poletto

0000-0003-1157-3528  
Luiz Carlos de Faria

0000-0002-7920-6006  
Kelly Cristina Tonello

Scholar, covering publications between 2016 and 2024. The results indicate that both certifications contribute significantly to improving transparency, corporate social responsibility and environmental governance. However, challenges such as high implementation costs and dependence on self-regulation (especially in the case of International Council on Mining and Metals - ICMM) limit their scope and impact. It is concluded that, despite the limitations, these certifications play a crucial role in promoting more sustainable mining practices, although they require greater commitment from companies to ensure lasting benefits.

**Keywords:** Sustainable mining; Environmental certifications; Corporate governance; Socio-environmental impacts; Independent auditing.

## Introdução

A mineração global desempenha um papel crucial na economia mundial, sendo responsável por extrair uma variedade de recursos naturais que sustentam a infraestrutura moderna e a tecnologia. Os minerais e metais extraídos são utilizados em diversas indústrias, desde a construção civil até a eletrônica, tornando-se fundamentais para o desenvolvimento econômico. No entanto, com o aumento da demanda por esses recursos, as operações de mineração se expandiram significativamente nas últimas décadas, resultando em impactos ambientais e sociais consideráveis. A indústria automobilística, por exemplo, com a crescente demanda de veículos elétricos, tem contribuído de forma exponencial ao aumento da exploração de recursos minerais, devido à composição de suas baterias que vem substituindo a propulsão dos motores à combustão, anteriormente consumidores de derivados de petróleo. A exploração irresponsável desses recursos pode levar a consequências graves, como degradação ambiental, desmatamento, poluição da água, perda da biodiversidade e descontentamento das comunidades locais (Souza et al., 2021).

Além dos impactos ambientais, a mineração frequentemente causa desestruturação social em regiões afetadas. Muitas vezes, as comunidades locais são negligenciadas durante o processo de extração, enfrentando deslocamento forçado e perda de terras, o que agrava a pobreza e a desigualdade social. Nesse cenário, a busca por práticas mais sustentáveis se torna imperativa, pois a mineração não pode ser realizada sem considerar os aspectos ambientais e sociais envolvidos. O conceito de desenvolvimento sustentável, que busca equilibrar as necessidades econômicas com a proteção ambiental e o bem-estar social, ganha destaque nas discussões sobre a indústria mineral (Mori Junior et al., 2016).

Nesse contexto, as certificações de sustentabilidade emergem como ferramentas essenciais para promover práticas responsáveis na mineração. Certificações como a *Initiative for Responsible Mining Assurance* (IRMA) e o *International Council on Mining and Metals* (ICMM) estabelecem normas e diretrizes que visam a garantir que as operações mineradoras sejam conduzidas de forma ética, respeitando tanto o meio ambiente quanto os direitos das comunidades afetadas. Essas certificações têm se mostrado fundamentais para aumentar a transparência e a responsabilidade das empresas, contribuindo para a melhoria das práticas de mineração e, conseqüentemente, para a construção de confiança entre as empresas mineradoras e as comunidades locais (ICMM, 2024).

A mineração é uma atividade essencial para o progresso econômico, mas deve ser realizada de maneira responsável e sustentável. O desafio que se coloca à indústria é encontrar formas de extrair recursos de maneira que respeite as comunidades e o meio ambiente. As certificações de sustentabilidade representam um caminho promissor para atingir esse objetivo, e este estudo busca explorar sua eficácia e impacto nas práticas de mineração e na construção de um futuro mais sustentável (Souza et al., 2021).

As certificações de sustentabilidade na mineração surgem para mitigar os impactos negativos da extração mineral e promover práticas responsáveis, considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos. Elas são essenciais para que empresas mineradoras cumpram padrões internacionais, respeitem os direitos das comunidades locais e dos trabalhadores, e se alinhem às demandas globais por responsabilidade social corporativa. Além disso, essas certificações ajudam a harmonizar as operações empresariais com a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável, assegurando práticas mais éticas e transparentes no setor (IBRAM, 2024).

Dentre as certificações mais relevantes, destacam-se o Padrão para Mineração Responsável (IRMA) e os princípios do ICMM (Conselho Internacional de Mineração e Metais). A IRMA exige auditorias independentes para verificar o cumprimento de critérios como transparência, respeito aos direitos humanos e responsabilidade social (IRMA, 2018). Já o ICMM estabelece diretrizes que abrangem desde o uso eficiente dos recursos naturais até o desenvolvimento econômico local (ICMM, 2024). Essas certificações atendem à crescente demanda por minerais extraídos de forma ética, contribuindo para que as mineradoras fortaleçam sua imagem, atendam aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e se destaquem no mercado internacional.

A IRMA e o ICMM são iniciativas que promovem práticas responsáveis na mineração, respondendo às críticas sobre os impactos ambientais e sociais do setor. Fundado em 2006, a IRMA desenvolveu seu Padrão para Mineração Responsável com contribuições de mais de 120 organizações, priorizando auditorias independentes, proteção dos direitos humanos e sustentabilidade ambiental (IRMA, 2022). Já o ICMM, criado em 2001, reúne as principais mineradoras em torno de 10 princípios que incluem saúde, segurança, proteção ambiental e alinhamento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Enquanto a IRMA enfatiza certificações rigorosas, o ICMM aposta na autorregulação voluntária para promover sustentabilidade a longo prazo (ICMM, 2024).

A IRMA e o ICMM promovem sustentabilidade na mineração com abordagens distintas, mas complementares. A IRMA adota um sistema rigoroso baseado em auditorias independentes, garantindo conformidade com leis ambientais, respeito aos direitos humanos e engajamento comunitário, além de exigir mecanismos de queixas acessíveis (IRMA, 2022). Já o ICMM, por meio de autorregulação, orienta seus membros a seguir 10 princípios fundamentais, como proteção da biodiversidade e desenvolvimento econômico local, exigindo relatórios anuais que reforçam a transparência e a prestação de contas (ICMM, 2024). Ambas as iniciativas oferecem diretrizes claras para que as mineradoras enfrentem desafios globais e promovam o desenvolvimento sustentável.

Embora a IRMA e o ICMM compartilhem o objetivo de promover a sustentabilidade na mineração, suas abordagens diferem em rigor e verificação. A IRMA utiliza auditorias independentes para garantir transparência, responsabilidade e conformidade com critérios que incluem o respeito aos direitos humanos e o envolvimento comunitário, conferindo-lhe alta credibilidade (IRMA, 2022). Já o ICMM adota uma estratégia de autorregulação, exigindo que seus membros sigam 10 princípios de sustentabilidade e publiquem relatórios anuais, confiando no compromisso interno das empresas para alcançar seus objetivos (ICMM, 2024). Apesar das diferenças, ambos contribuem significativamente para práticas mineradoras mais responsáveis e sustentáveis.

Desse modo, o presente estudo teve como objetivo analisar a eficácia das certificações de sustentabilidade na melhoria das práticas de mineração e na construção

de confiança entre as empresas e as comunidades locais. Para isso, será realizada uma revisão das certificações mais relevantes no setor, bem como uma análise de estudos de caso que demonstrem os impactos dessas certificações nas operações mineradoras e nas relações com as comunidades. Além disso, a pesquisa busca entender as percepções das comunidades sobre a eficácia das certificações e como elas influenciam a confiança nas empresas. Por meio dessa análise, espera-se contribuir para um entendimento mais amplo sobre o papel das certificações de sustentabilidade na promoção de práticas responsáveis e sustentáveis na mineração global.

A importância desse estudo não se limita apenas ao contexto acadêmico, mas se estende a diversas partes interessadas, incluindo profissionais da mineração, formuladores de políticas e as próprias comunidades locais. O conhecimento gerado a partir dessa pesquisa poderá servir como um guia para a implementação de práticas mais sustentáveis, levando em consideração a realidade das comunidades impactadas e as exigências de um mercado cada vez mais consciente da necessidade de responsabilidade social e ambiental. Ao analisar as certificações de sustentabilidade, o objetivo é fornecer insights que possam auxiliar na implementação de práticas que não só atendam às demandas econômicas, mas também promovam a justiça social e a conservação ambiental.

## **Certificações de sustentabilidade na mineração**

### **Impacto das certificações nas práticas de mineração**

**Implementação de melhores práticas ambientais.** A adoção de certificações no setor de mineração, como a IRMA e o ICMM, tem incentivado a implementação de melhores práticas ambientais nas operações mineradoras. Certificações como essas estabelecem padrões que exigem o uso de tecnologias modernas e processos mais sustentáveis, o que resulta em uma gestão ambiental mais eficaz.

Segundo Silva et al. (2020), a mineração tem historicamente causado degradação ambiental significativa, mas as novas certificações promovem a recuperação de áreas degradadas, controle de emissões e gestão adequada dos recursos hídricos. As empresas que obtêm certificações precisam comprovar o uso de práticas que reduzam o impacto da extração mineral no meio ambiente.

Essa mudança é visível na introdução de tecnologias mais avançadas, que permitem o monitoramento contínuo dos impactos ambientais e o uso mais eficiente de recursos. Conforme relatado por Mesquita et al. (2016), o desenvolvimento tecnológico no setor mineral tem facilitado a transição para práticas mais sustentáveis, incluindo o uso de energias renováveis e tecnologias de controle de poluição, contribuindo para a mitigação dos danos ambientais (Mesquita et al., 2016). Com isso, a mineração passa a ser uma atividade que equilibra a extração de recursos com a preservação ambiental.

**Redução dos impactos socioambientais das operações.** As certificações de sustentabilidade também têm como foco principal a redução dos impactos socioambientais das operações de mineração. Isso inclui a minimização da poluição do solo, ar e água, além de garantir que as comunidades locais sejam beneficiadas pelas operações mineradoras.

De acordo com Souza et al. (2021), as certificações exigem que as mineradoras implementem políticas de mitigação de riscos, que buscam não apenas preservar o meio ambiente, mas também promover a longevidade das minas (Souza et al., 2021). Isso é essencial para garantir que as operações sejam sustentáveis e que as comunidades locais não sejam prejudicadas.

O engajamento das comunidades locais nas decisões sobre as operações mineradoras também é uma exigência das certificações. As empresas certificadas são

obrigadas a manter um diálogo constante com os stakeholders, incluindo comunidades indígenas e outros grupos vulneráveis que possam ser impactados pela mineração.

Segundo Mechi e Sanches (2010), essa abordagem inclusiva é fundamental para garantir que os impactos negativos da mineração sejam mitigados e que as populações locais se beneficiem economicamente das operações (Mechi e Sanches, 2010). As certificações, portanto, desempenham um papel vital na promoção de práticas socioambientais mais justas.

**Monitoramento e auditoria independente.** Uma das principais características das certificações de sustentabilidade é a exigência de monitoramento constante e auditorias independentes, o que garante a transparência e a responsabilidade das empresas mineradoras. De acordo com Rezende (2016), o monitoramento contínuo das operações mineradoras, combinado com auditorias realizadas por partes independentes, garante que as empresas cumpram os padrões estabelecidos pelas certificações, contribuindo para a credibilidade das práticas adotadas.

Isso é especialmente importante em um setor como o de mineração, que historicamente enfrenta críticas relacionadas à degradação ambiental e à exploração das comunidades locais.

Além disso, as auditorias independentes desempenham um papel crucial na identificação de áreas que necessitam de melhorias, permitindo que as empresas implementem ações corretivas de forma proativa.

Conforme Araújo e Zamunér Filho (2023), as auditorias são ferramentas fundamentais para garantir que as práticas de mineração estejam em conformidade com as leis ambientais e os padrões internacionais de sustentabilidade (Araújo e Zamunér Filho, 2023). A transparência proporcionada por esse processo fortalece a confiança dos investidores e das comunidades afetadas, promovendo a legitimidade das operações mineradoras.

### **Construção de confiança entre empresas e comunidades**

**Importância do engajamento comunitário.** O engajamento comunitário é fundamental para a construção de relações de confiança entre empresas de mineração e as comunidades locais. Quando as empresas envolvem ativamente as partes interessadas no processo de tomada de decisões, conseguem reduzir tensões e promover o desenvolvimento sustentável. Conforme descrito por Souza et al. (2021), o diálogo aberto entre as empresas e as comunidades é essencial para a aceitação das atividades mineradoras, contribuindo para a criação de um ambiente de cooperação mútua (Souza et al., 2021). Esse engajamento também permite que as preocupações das comunidades sejam ouvidas e levadas em consideração nas operações.

Além disso, o engajamento vai além do diálogo. Ele inclui a oferta de programas de desenvolvimento local, capacitação e inclusão social, fatores que, segundo Mechi e Sanches (2010), são cruciais para que as comunidades sintam que os benefícios da mineração também os alcançam (Mechi e Sanches, 2010). Essas ações, quando realizadas de forma responsável, ajudam a minimizar resistências e melhoram a imagem da empresa perante a sociedade local.

**Percepção das comunidades sobre as certificações.** As certificações de sustentabilidade têm um impacto significativo na percepção das comunidades sobre as empresas de mineração. A implementação de padrões rigorosos, como os da IRMA e ICMM, não apenas melhora as práticas ambientais e sociais das mineradoras, mas também aumenta a confiança das comunidades nas operações. De acordo com Moffat (2020), as certificações ajudam a garantir que as preocupações das comunidades sejam levadas a

sério, fortalecendo o relacionamento e promovendo uma maior transparência nas operações.

As comunidades tendem a confiar mais em empresas que são transparentes em suas ações e que buscam certificar suas práticas de acordo com padrões reconhecidos internacionalmente. Como aponta Araújo e Zamunér Filho (2023), o fato de as empresas certificadas realizarem auditorias independentes e se comprometerem com práticas éticas reforça a percepção positiva das comunidades em relação às suas atividades (e Zamunér Filho, 2023). Isso se reflete em uma aceitação mais ampla das operações mineradoras e na redução de conflitos sociais.

**Casos de sucesso de empresas certificadas.** Vários exemplos de sucesso demonstram como o engajamento comunitário e as certificações de sustentabilidade podem transformar a relação entre empresas de mineração e as comunidades locais. Um exemplo é a Yamana Gold, que implementou o Programa Local Voices, focado em ouvir as comunidades e ajustar suas estratégias com base no feedback obtido. Como resultado, a empresa conseguiu melhorar seu desempenho social e reduzir significativamente as tensões com as comunidades locais (Moffat, 2020):

O engajamento efetivo da comunidade significa transparência e diálogo responsivo – ouvindo e agindo com base no *feedback* da comunidade, e, na medida do possível, envolvendo as partes interessadas nos processos de tomada de decisão (Moffat, 2020, p. 22).

Outro exemplo de sucesso é o caso da Lundin Mining, que utilizou uma abordagem semelhante para maximizar os benefícios sociais e ambientais de suas operações. Através do engajamento comunitário e da implementação de práticas certificadas, a Lundin conseguiu não apenas melhorar a percepção das suas operações, mas também aumentar a satisfação das comunidades envolvidas (Araújo e Zamunér Filho, 2023). Esses exemplos mostram como as certificações, aliadas a uma estratégia sólida de relacionamento comunitário, podem gerar resultados positivos para ambas as partes.

### **Eficácia das certificações na melhoria das práticas de mineração**

**Aumento da transparência nas operações mineradoras.** A adoção de certificações de sustentabilidade, como a IRMA e o ICMM, tem contribuído para aumentar a transparência nas operações mineradoras. As certificações exigem que as empresas publiquem relatórios detalhados sobre suas práticas ambientais e sociais, além de submeterem-se a auditorias independentes, o que aumenta a visibilidade de suas operações. De acordo com Mori Junior et al. (2016), essa transparência é essencial para que as comunidades e outros stakeholders monitorem as atividades das empresas, promovendo maior responsabilidade social e ambiental (Mori Junior et al., 2016). Essas práticas não apenas asseguram que as operações estejam em conformidade com os padrões internacionais, mas também melhoram a comunicação com os *stakeholders*.

Além disso, Souza et al. (2021) destacam que as certificações ajudam a criar um ambiente de maior confiança entre as empresas e as comunidades locais. Ao exigir relatórios anuais e auditorias, as certificações oferecem uma visão clara sobre como as empresas estão gerenciando os impactos ambientais e sociais de suas operações (Souza et al., 2021). Isso permite que as comunidades envolvidas se sintam mais seguras em relação aos efeitos das atividades mineradoras e participem mais ativamente dos processos de decisão.

Por fim, a transparência proporcionada pelas certificações também tem um impacto positivo na reputação das empresas, uma vez que demonstra compromisso com práticas sustentáveis. Segundo Chen et al. (2021), as mineradoras que adotam essas

certificações podem melhorar significativamente sua imagem no mercado global, atraindo mais investidores e fortalecendo suas relações com os clientes (Chen et al., 2021). A adoção de medidas de transparência é, portanto, uma estratégia eficaz para promover práticas mais éticas e responsáveis no setor de mineração.

**Contribuição das certificações para a governança corporativa.** As certificações de sustentabilidade têm um impacto significativo na governança corporativa, incentivando as empresas a adotar políticas mais robustas e responsáveis. As mineradoras certificadas são obrigadas a seguir diretrizes rigorosas que exigem a implementação de práticas de governança voltadas para a sustentabilidade, o que inclui a participação de conselhos independentes e a supervisão das práticas empresariais. De acordo com Chen et al. (2021), a adoção de padrões de sustentabilidade fortalece a governança corporativa, permitindo uma melhor gestão dos riscos ambientais e sociais e alinhando as empresas com os objetivos de longo prazo (Chen et al., 2021).

Esses padrões também contribuem para uma maior accountability dentro das organizações, o que significa que os conselhos e gestores são mais responsáveis por suas ações e decisões. Isso pode ser visto na prática, como aponta Moffat (2020), onde as empresas certificadas implementaram mecanismos de supervisão mais rigorosos, garantindo que os processos sejam monitorados de perto para garantir a conformidade com os princípios de sustentabilidade (Moffat, 2020). A governança fortalecida também é um fator importante para aumentar a confiança dos investidores e melhorar a performance financeira.

Finalmente, Mori Junior et al. (2016) enfatizam que a governança corporativa aprimorada, resultante das certificações, também pode ajudar a melhorar as relações com as comunidades locais e os governos. Isso ocorre porque as certificações exigem que as empresas mineradoras não apenas sigam leis e regulamentos locais, mas também adotem práticas éticas que beneficiem todos os envolvidos, criando um ambiente mais estável e sustentável para as operações (Mori Junior et al., 2016).

**Benefícios econômicos e reputacionais.** Os benefícios econômicos e reputacionais proporcionados pelas certificações de sustentabilidade são vastos. Empresas que demonstram compromisso com práticas ambientais e sociais responsáveis têm maior facilidade para atrair investimentos, uma vez que os investidores estão cada vez mais preocupados com questões de ESG (Ambiental, Social e Governança). Segundo Moffat (2020), as mineradoras certificadas são vistas de forma mais favorável no mercado, o que lhes confere uma vantagem competitiva ao negociar contratos e parcerias (Moffat, 2020). Além disso, as certificações reduzem os riscos legais e regulatórios, o que pode gerar economia de custos em longo prazo.

Outro benefício importante das certificações é a melhoria na reputação das empresas. As certificações não apenas demonstram o compromisso das empresas com práticas sustentáveis, mas também fornecem uma prova tangível de que as empresas estão adotando medidas concretas para minimizar os impactos ambientais e sociais. Conforme Silva et al. (2020), essa reputação positiva pode resultar em um aumento de vendas e na fidelização dos clientes, especialmente em mercados internacionais onde a responsabilidade social corporativa é um valor altamente valorizado (Silva et al., 2020).

Além disso, Chen et al. (2021) ressaltam que os benefícios econômicos das certificações também se refletem na capacidade das empresas de reduzir custos operacionais, como os relacionados a conflitos com comunidades locais ou multas por violações ambientais. Ao adotar práticas mais eficientes e responsáveis, as mineradoras podem melhorar sua eficiência operacional e reduzir os passivos ambientais e sociais, o que, em última análise, contribui para a lucratividade e a sustentabilidade em longo prazo (Chen et al., 2021).

## Materiais e métodos

A presente pesquisa utiliza a metodologia de revisão bibliográfica para investigar o papel das certificações de sustentabilidade, especificamente a IRMA (*Initiative for Responsible Mining Assurance*) e o ICMM (*International Council on Mining and Metals*), na promoção de práticas sustentáveis na mineração. A abordagem de revisão bibliográfica é justificada pela necessidade de consolidar informações teóricas e empíricas disponíveis em fontes acadêmicas e institucionais que abordam o impacto dessas certificações em diferentes contextos e regiões. O objetivo foi identificar, analisar e sintetizar o conhecimento existente sobre os padrões de sustentabilidade e seu efeito nas operações mineradoras, tanto em termos ambientais quanto sociais.

Os materiais utilizados incluem artigos científicos, relatórios técnicos, documentos oficiais da IRMA e do ICMM, além de publicações revisadas por pares que examinam o impacto dessas certificações. As fontes foram selecionadas a partir de bases de dados reconhecidas como *Scopus*, *Web of Science* e *Google Scholar*, com foco em artigos publicados entre 2010 e 2024, para garantir que a pesquisa esteja alinhada com os desenvolvimentos mais recentes no campo. A seleção dos estudos foi baseada em critérios de relevância para o tema, qualidade das publicações e sua aplicabilidade ao contexto da mineração sustentável.

O rigor da metodologia foi assegurado por meio de uma estratégia de inclusão de fontes com alto impacto acadêmico e pela utilização de técnicas de análise crítica comparativa entre os dois sistemas de certificação. As principais variáveis de análise incluíram a estrutura de governança das certificações, os padrões ambientais exigidos, o impacto nas comunidades locais e o processo de auditoria e verificação. Além disso, o estudo considerou os desafios e limitações das certificações, examinando dados de estudos de caso de empresas mineradoras que implementaram esses padrões em suas operações. As conclusões foram elaboradas com base em uma síntese rigorosa dos achados, sempre pautada em fontes confiáveis e atualizadas.

A divisão foi desenvolvida com base em indicadores extraídos da literatura e utilizados para analisar os trabalhos selecionados, garantindo uma organização lógica e uma avaliação detalhada dos impactos das certificações de sustentabilidade na mineração. Esses indicadores foram escolhidos para abordar aspectos essenciais e amplamente discutidos no tema, permitindo identificar padrões e contribuições das certificações nas práticas mineradoras.

Primeiramente, foi considerado o impacto das certificações nas práticas de mineração, com foco em três dimensões principais, (1) a implantação de melhores práticas ambientais, (2) a redução dos impactos socioambientais das operações e (3) o monitoramento com auditoria independente. Essas dimensões avaliam diretamente como as certificações influenciam a conformidade ambiental e a mitigação de danos causados pelas atividades mineradoras.

Em seguida, foi analisada a construção de confiança entre empresas e comunidades, destacando a importância do engajamento comunitário, a percepção das comunidades sobre as certificações e casos de sucesso de empresas certificadas. Esse eixo permite compreender como as certificações contribuem para melhorar as relações entre as mineradoras e as partes interessadas locais, promovendo legitimidade e aceitação social.

Por fim, foi explorada a eficácia das certificações na melhoria das práticas de mineração, considerando três aspectos, (1) o aumento da transparência nas operações mineradoras, (2) a contribuição para a governança corporativa e (3) os benefícios econômicos e reputacionais gerados. Esse último eixo busca avaliar os resultados concretos das certificações e sua capacidade de gerar vantagens competitivas para as empresas certificadas.

## Resultados

Foram selecionados 12 artigos de diversas regiões e contextos globais, com foco na mineração sustentável. As publicações abordam setores como a mineração de ouro, ferro, bauxita e minerais gerais, com contribuições de países como Brasil, China e Canadá. Os estudos incluem temas como impactos ambientais, tecnologias sustentáveis, certificações, políticas públicas e desenvolvimento tecnológico. A maioria utiliza revisões de literatura e estudos de caso como método de pesquisa, destacando a importância da sustentabilidade no setor mineral.

**Tabela 1.** Estudos selecionados para a pesquisa.

| Autoria            | Ano  | Objetivo                                                                             | Método                                     | Conclusão                                                                                                   |
|--------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mechi e Sanches    | 2010 | Avaliar os impactos ambientais da mineração.                                         | Estudo de caso e revisão de literatura.    | Identificou as principais áreas de impacto ambiental e propôs medidas mitigadoras para o setor.             |
| Mesquita et al.    | 2016 | Discutir o desenvolvimento tecnológico no setor mineral.                             | Revisão bibliográfica.                     | Apontou tecnologias como ferramentas-chave para aumentar a eficiência e reduzir impactos ambientais.        |
| Mori Junior et al. | 2016 | Avaliar a efetividade de certificações de sustentabilidade na mineração.             | Análise comparativa.                       | Certificações promovem práticas mais responsáveis, mas enfrentam desafios de implementação e monitoramento. |
| Rezende            | 2016 | Analisar a expansão da mineração e seus impactos ambientais.                         | Revisão de literatura e estudos empíricos. | Expansão mineradora traz desafios críticos para a preservação ambiental e gestão de recursos naturais.      |
| IRMA               | 2022 | Apresentar o padrão para mineração responsável.                                      | Diretrizes técnicas e consultas públicas.  | Criou um padrão abrangente para auditorias independentes, garantindo práticas mineradoras sustentáveis.     |
| Chen et al.        | 2021 | Explorar como o contexto industrial influencia a sustentabilidade corporativa.       | Análise quantitativa de empresas.          | Setores mais dinâmicos e complexos demandam maior adaptação às práticas de sustentabilidade.                |
| Moffat             | 2020 | Avaliar as práticas de sustentabilidade da Yamana Gold.                              | Relatório institucional.                   | Destacou melhorias nas práticas da empresa, mas apontou a necessidade de maior engajamento comunitário.     |
| Silva et al.       | 2020 | Investigar os impactos da mineração na biodiversidade.                               | Estudo de caso.                            | Constatou perda significativa de biodiversidade em áreas mineradas, recomendando práticas restauradoras.    |
| Souza et al.       | 2021 | Discutir a importância de políticas para minimizar impactos ambientais na mineração. | Revisão bibliográfica.                     | Reforçou a necessidade de políticas públicas eficazes para mitigar impactos ambientais do setor.            |

**Tabela 1.** Continuação.

| Autoria                | Ano  | Objetivo                                                                                       | Método                                   | Conclusão                                                                                          |
|------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Araújo e Zamunér Filho | 2023 | Apresentar o panorama ambiental da mineração brasileira e sua contribuição à sustentabilidade. | Revisão de literatura e dados setoriais. | Identificou desafios e oportunidades para melhorar práticas ambientais no setor mineral no Brasil. |
| IBRAM                  | 2024 | Oferecer critérios de sustentabilidade para fechamento de minas no Brasil.                     | Diretrizes técnicas.                     | Apresentou critérios específicos para minimizar impactos ambientais no fechamento de minas.        |
| ICMM                   | 2024 | Propor diretrizes globais para mineração sustentável.                                          | Orientações técnicas.                    | Estabeleceu 10 princípios focados em saúde, segurança, biodiversidade e desenvolvimento local.     |

## Discussão

### Argumentação central

As certificações de sustentabilidade, como a IRMA e o ICMM, desempenham um papel crucial na promoção de práticas mineradoras mais responsáveis, buscando equilibrar os impactos econômicos, ambientais e sociais da mineração. Segundo a IRMA (2022), essas certificações oferecem diretrizes rigorosas que garantem que as operações mineradoras respeitem tanto os direitos humanos quanto os recursos naturais. Além disso, conforme apontado por Mori Junior et al. (2016), essas certificações aumentam a transparência das empresas, que é essencial para fortalecer a confiança das comunidades locais.

A implementação de práticas sustentáveis, como relatórios de progresso e auditorias independentes, também promove a melhoria contínua. Rezende (2016) destaca que as auditorias externas obrigatórias contribuem para a responsabilidade das mineradoras, assegurando que elas cumpram os padrões ambientais e sociais estabelecidos. Nesse contexto, as certificações não apenas beneficiam o meio ambiente, mas também ajudam a melhorar a imagem das empresas perante o público e os investidores (Chen et al., 2021).

Além disso, Mesquita et al. (2016) argumentam que a adoção de tecnologias modernas para reduzir a pegada ambiental da mineração é um dos principais benefícios incentivados pelas certificações. Essas práticas garantem que a mineração, um setor historicamente poluente, torne-se mais compatível com as metas globais de desenvolvimento sustentável. A utilização dessas tecnologias também facilita o monitoramento contínuo dos impactos das operações, promovendo a eficiência energética e o uso responsável de recursos.

Por fim, a integração das certificações às práticas operacionais das mineradoras reforça o compromisso com a redução dos impactos socioambientais, o que é essencial para a preservação de ecossistemas vulneráveis e a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais. Segundo Souza et al. (2021), esse compromisso é vital para garantir que as operações mineradoras sejam sustentáveis no longo prazo, mitigando os danos socioambientais e promovendo a recuperação das áreas afetadas.

### Oposição e limitações

Apesar dos benefícios, as certificações de sustentabilidade enfrentam críticas relacionadas à sua eficácia e abrangência. Mori Junior et al. (2016) argumentam que,

embora as certificações aumentem a transparência, elas dependem de auditorias que podem não ser frequentes o suficiente para garantir a conformidade contínua. Além disso, algumas empresas certificadas podem não implementar as práticas recomendadas de forma integral, o que levanta dúvidas sobre a real eficácia das auditorias (Rezende, 2016).

Outro desafio enfrentado pelas certificações é o alto custo de implementação, que pode limitar a adesão de pequenas e médias empresas mineradoras. De acordo com Mechi e Sanches (2010), a estrutura de custos associada ao cumprimento dos critérios de certificação pode ser um obstáculo significativo para empresas que operam com margens de lucro mais apertadas. Isso faz com que as certificações sejam mais acessíveis a grandes corporações, deixando de fora muitos atores importantes no setor.

Além disso, a abordagem de autorregulação do ICMM, baseada na confiança e na adesão voluntária, pode ser vista como uma limitação. O fato de o ICMM não exigir auditorias independentes regulares, como faz a IRMA, reduz a transparência e a eficácia na promoção de práticas responsáveis (ICMM, 2024). Dessa forma, a falta de uma fiscalização rigorosa pode comprometer o impacto positivo das certificações, pois empresas que aderem ao ICMM têm maior flexibilidade para definir seus próprios critérios de conformidade.

Por fim, embora as certificações promovam a sustentabilidade, elas não conseguem resolver todos os problemas relacionados à mineração, como a exploração de trabalhadores e a falta de fiscalização em áreas remotas. Silva et al. (2020) destacam que a implementação de políticas mais robustas, além das certificações, seria necessária para abordar questões mais profundas, como a exploração de recursos em países com leis ambientais frágeis.

### **Ramificações e contribuições futuras**

As certificações de sustentabilidade podem ter ramificações importantes para a governança corporativa e as práticas de responsabilidade social empresarial. Chen et al. (2021) apontam que essas certificações incentivam as empresas a adotar políticas mais rigorosas de governança, que incluem maior supervisão e responsabilidade pelas ações ambientais e sociais. Essa mudança na cultura corporativa pode gerar benefícios em longo prazo, não apenas para a sustentabilidade das operações mineradoras, mas também para a reputação e lucratividade das empresas.

Adicionalmente, Souza et al. (2021) sugerem que as certificações também influenciam positivamente as relações entre as empresas e as comunidades locais, aumentando o engajamento e promovendo o desenvolvimento sustentável. O diálogo contínuo e o envolvimento das partes interessadas são essenciais para garantir que as operações mineradoras sejam conduzidas de forma justa e transparente, contribuindo para a construção de um ambiente de cooperação e confiança mútua.

No entanto, para maximizar o impacto positivo das certificações, será necessário que as empresas se comprometam com uma abordagem de melhoria contínua. Como proposto por Araújo e Zamunér Filho (2023), as mineradoras precisam ir além das exigências mínimas de certificação e adotar uma abordagem proativa na implementação de inovações tecnológicas e na mitigação de riscos ambientais e sociais. Isso é essencial para garantir que as operações não apenas cumpram as normas atuais, mas também evoluam em resposta aos desafios futuros.

Por fim, as certificações de sustentabilidade têm o potencial de redefinir o setor de mineração no longo prazo, incentivando a adoção de práticas mais éticas e responsáveis em todo o mundo. Com o aumento da pressão por parte de consumidores e investidores por produtos sustentáveis, as empresas mineradoras que buscam certificações poderão se destacar em um mercado cada vez mais competitivo e consciente (Chen et al., 2021).

## Conclusão

As certificações de sustentabilidade desempenham um papel crucial na transformação das práticas mineradoras. Elas não apenas promovem o uso responsável dos recursos naturais, mas também incentivam a implementação de melhores práticas ambientais e sociais. Ao exigir auditorias e relatórios periódicos, essas certificações aumentam a transparência nas operações, reforçando a confiança entre as empresas mineradoras e as comunidades afetadas.

Embora as certificações tragam benefícios evidentes, como a redução de impactos socioambientais, ainda enfrentam desafios, especialmente no que diz respeito à implementação em pequenas empresas e à dependência de autorregulação em alguns casos. A falta de auditorias rigorosas e a adesão voluntária podem comprometer a eficácia total de algumas certificações, exigindo um maior compromisso das empresas.

Em suma, as certificações de sustentabilidade são uma ferramenta valiosa para a mineração moderna, incentivando práticas mais éticas e responsáveis. No entanto, é necessário que as empresas se comprometam plenamente com seus princípios e busquem melhorias contínuas para que esses sistemas realmente promovam um desenvolvimento sustentável em longo prazo.

## Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há interesses financeiros concorrentes ou relações pessoais conhecidas que possam ter influenciado as inferências relatadas neste artigo.

## Referências

Araújo, J. S.; Zamunér Filho, A. N. Panorama ambiental da mineração brasileira: contribuição para a sustentabilidade. Anais do V SIENPRO - Simpósio de Engenharia de Produção, 2023.

Chen, H.; Zeng, S.; Lin, H.; Ma, H. Munificence, dynamism, and complexity: How industry context drives corporate sustainability. **Business Strategy and the Environment**, v. 26, n. 2, p. 125-141, 2021. <https://doi.org/10.1002/bse.1902>

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. **Guia de critérios de sustentabilidade para o fechamento de mina**. Brasília: IBRAM, 2024.

ICMM - International Council on Mining and Metals. **Orientation**. London: ICMM, 2024.

IRMA - Initiative for Responsible Mining Assurance. **Padrão para mineração responsável**: versão 1.1 do Documento de Orientação. Seattle: IRMA, 2022. Disponível em: <<https://responsiblemining.net/wp-content/uploads/2022/06/GUIDANCE-IRMA-Standard-for-Responsible-Mining-v.1.1-PORTUGUÊS-publicado-em-2022.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2024.

Mechi, A.; Sanches, D. L. The environmental impact of mining in the State of São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100016>

Mesquita, F.; Carvalho, R.; Ogando, D. Desenvolvimento tecnológico no setor mineral. **BNDES Setorial**, n. 43, p. 324-361, 2016.

Moffat, K. **Sustainability report**: Local Voices Program. Vancouver: Yamana Gold, 2020.

Mori Junior, R.; Franks, D. M.; Ali, S. H. Sustainability certification schemes: Evaluating their effectiveness and adaptability. **Corporate Governance**, v. 16, n. 3, p. 579-592, 2016. <https://doi.org/10.1108/CG-03-2016-0066>

Rezende, V. L. A mineração em minas gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. **Sociedade & Natureza**, v. 28, n. 3, p. 375-384, 2016. <https://doi.org/10.1590/1982-451320160304>

Silva, J.; Costa, R.; Reis, P. Mineração e seus impactos na biodiversidade. **Revista de Estudos Ambientais**, 2020.

Souza, P.; Farias, L.; Menezes, M. A importância das políticas de minimização de impactos ambientais na mineração. **Revista Brasileira de Estudos Ambientais**, 2021.



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.