



IBRAM
MINERAÇÃO DO BRASIL

INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO SETOR MINERAL 2024

ANO BASE 2022



INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO SETOR MINERAL 2024



ANO BASE 2022

© 2024 Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM)

SHIS QL 12 cj 0 (zero) casa 04, Lago Sul.

CEP:71.630-205 – Brasília/DF

Telefone: (61) 3364-7272

Endereço eletrônico:

<http://www.ibram.org.br>

© Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

COORDENAÇÃO TÉCNICA E EXECUTIVA

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração

- Alexandre Valadares Mello
- Cinthia de Paiva Rodrigues
- Cláudia Franco de Salles Dias
- Julio Cesar Nery Ferreira
- Luisa Gouvêa Rates

PRODUÇÃO

WayCarbon

- Carolina Mendes
- Eloisa Casadei
- Higor Turcheto
- Matheus Fernandes

Projeto Gráfico, diagramação, capa e ilustrações:

- Pablo Frioli

Fotografias

As ilustrações, tabelas e gráficos sem indicação de fonte foram elaboradas pelo IBRAM.

GOVERNANÇA

DIRETORIA EXECUTIVA

Raul Jungmann

Diretor-Presidente do IBRAM

Fernando Azevedo e Silva

Vice-Presidente do IBRAM

Alexandre Valadares Mello

Diretor de Assuntos Associativos e Mudança do Clima

Julio Cesar Nery Ferreira

Diretor de Sustentabilidade

Paulo Henrique Leal Soares

Diretor de Comunicação

Rinaldo César Mancin

Diretor de Relações Institucionais

Osny Vasconcellos

Diretor Administrativo e Financeiro

CONSELHO DIRETOR

BIÊNIO 2024-2025

Presidente do Conselho:

- **Anglo American Brasil**

Ana Sanches

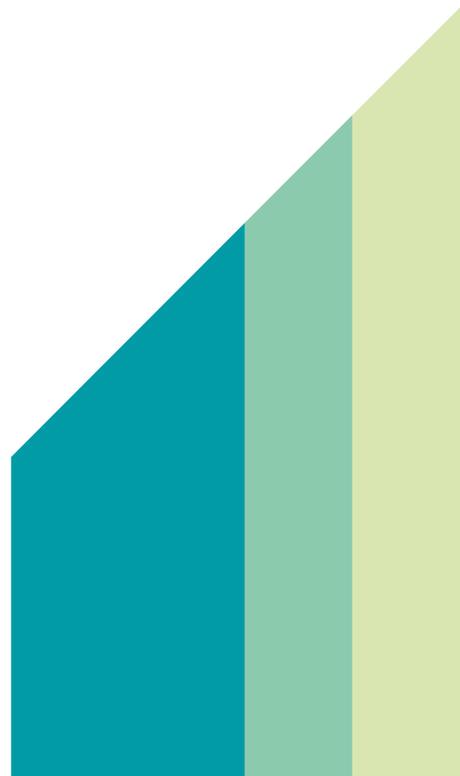
Titular

Vice-Presidente do Conselho:

- **Lundin Mining**

Ediney Maia Drummond

Titular



GOVERNANÇA

CONSELHEIROS:

- **Alcoa**
Eduardo Doria - Titular
Michelle Shayo - Suplente
- **Anglo American Brasil**
Ivan de Araujo Simões Filho - Suplente
- **AngloGold Ashanti**
Marcelo Pereira - Titular
Othon de Villefort Maia - Suplente
- **ArcelorMittal**
Wagner de Brito Barbosa - Titular
Wanderley José de Castro - Suplente
- **BAMIN**
Eduardo Jorge Ledsham - Titular
Alexandre Victor Aigner - Suplente
- **Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração - CBMM**
Eduardo Augusto Ayroza Galvão Ribeiro - Titular
Ricardo Fonseca de Mendonça Lima - Suplente
- **Copelmi Mineração Ltda**
Cesar Weinschenck de Faria - Titular
Roberto da Rocha Miranda de Faria - Suplente
- **Embu S.A. Engenharia e Comércio**
Daniel Debiazzi Neto - Titular
Luiz Eulálio Moraes Terra - Suplente
- **Kinross Brasil Mineração S.A.**
Gilberto Carlos Nascimento Azevedo - Titular
Ana Cunha - Suplente
- **Lundin Mining**
Luciano Antonio de Oliveira Santos - Suplente
- **Mineração Caraíba S.A.**
Eduardo de Come - Titular
Antonio Batista de Carvalho Neto - Suplente
- **Mineração Paragominas S.A. (HYDRO)**
Anderson Baranov - Titular
Paula Amelia Zanini Marlieri - Suplente
- **Mineração Rio Do Norte S.A. – MRN**
Guido Roberto Campos Germani - Titular
Vladimir Senra Moreira - Suplente
- **Mineração Taboca S.A**
Newton A. Viguetti Filho - Titular
Ronaldo Lasmar - Suplente
- **Mineração Usiminas S.A.**
Carlos Hector Rezzonico - Titular
Marina Pereira Costa Magalhães - Suplente
- **Minerações Brasileiras Reunidas - MBR**
Octavio Bulcão - Titular
Marcelo Sampaio - Suplente

- **Mosaic Fertilizantes**

Adriana Kupcinskis Alencar - Titular

Emerson Araken Martin Teixeira -

Suplente

- **Nexa Resources**

Jones Belther - Titular

Guilherme Simões Ferreira - Suplente

- **Samarco Mineração S.A.**

Rodrigo Alvarenga Vilela - Titular

Felipe Starling - Suplente

- **Vale**

Alexandre Silva D´Ambrosio - Titular

Lauro Angelo Dias de Amorim -

Suplente

Marcello Magistrini Spinelli - Titular

Vinícius Resende Domingues -

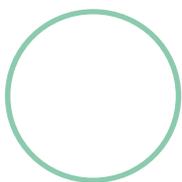
Suplente

Rafael Bittar - Titular

Helga Paula Patrícia Franco - Suplente



APRESENTAÇÃO



Inventário de Emissões de gases de efeito estufa (GEE) do Setor Mineral 2024, produzido pelo Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), desempenha um papel significativo na orientação das futuras ações da indústria mineral brasileira. O importante a frisar é que a indústria da mineração deve ser parte da solução para o Brasil e o mundo superarem a emergência climática.

A emissão excessiva de gases de efeito estufa intensifica o fenômeno do aquecimento global e das alterações climáticas, ou seja, é um grande desafio para a humanidade. A mineração brasileira, liderada pelo IBRAM, abraçou a causa da transição energética e tem intensificado sua atuação em sintonia com este objetivo.

Neste contexto, a indústria da mineração tem um papel fundamental na busca por soluções sustentáveis, sendo capaz de contribuir ativamente para a redução das emissões de GEE e à transição para uma economia de baixo carbono.

Um primeiro aspecto é ter consciência de que expandir a oferta de minérios é obrigatória para qualquer estratégia voltada a desenvolver tecnologia e equipamentos voltados à transição energética. Outro aspecto relevante é estabelecer com a maior precisão possível o volume de emissões do setor mineral.

Assim, o Inventário de GEE do setor mineral é um importante avanço, pois permite que a indústria conheça e divulgue com transparência o nível de suas emissões e suas principais fontes. Com base nessas informações, será possível definir as melhores estratégias para a mitigação dos impactos e a adoção de práticas cada vez mais sustentáveis.

O documento abrange tanto as emissões diretas quanto as indiretas, contemplando desde o uso de combustíveis fósseis até a gestão de resíduos. Além disso, o inventário apresenta análises de oportunidades na agenda climática, metas e outras recomendações para que o setor mineral possa contribuir efetivamente para a descarbonização da economia.

A realização deste inventário traz diversos benefícios para as empresas mineradoras, como maior transparência e engajamento

com seus *stakeholders*, redução de custos operacionais, fortalecimento da responsabilidade ambiental e reputação corporativa, além de novas oportunidades de negócios no mercado nacional e internacional.

Ciente de sua responsabilidade socioambiental, a indústria da mineração vem adotando diversas ações para reduzir suas emissões de GEE, como a diminuição do consumo de combustíveis fósseis, o aumento da eficiência energética, a adoção de fontes renováveis de energia, a conservação de florestas, a gestão sustentável de resíduos e a

economia circular. São iniciativas que estão expostas na Agenda ESG da Mineração do Brasil, um guia para o desenvolvimento sustentável e responsável do setor.

Este Inventário representa mais um ponto positivo no cumprimento das metas dessa Agenda setorial, ao demonstrar o compromisso das empresas mineradoras associadas ao IBRAM com a sustentabilidade e a mitigação das mudanças climáticas, reforçando o papel essencial da indústria mineral no desenvolvimento sustentável do país.

Raul Jungmann,

Diretor-Presidente do IBRAM

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM)	13
1.2 Setor mineral no Brasil	13
2. OBJETIVO	16
3. METODOLOGIA	18
3.1 Definição dos bens minerais	19
3.2 Definição da metodologia de consolidação	19
3.2.1 Fronteira organizacional	20
3.2.2 Fronteira operacional	20
3.2.3 Definição das fontes de emissão	22
3.2.4 Gases de efeito estufa considerados	26
3.2.5 Ano de referência das informações	26
3.3 Consolidação das emissões do setor mineral brasileiro	27
3.4 Coleta de dados	29
4. RESULTADOS	30
4.1 Resultados para o setor mineral brasileiro	31
5. RECOMENDAÇÕES	36
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Reservas minerais do Brasil	14
Tabela 2: Bens minerais considerados no Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa 2024 (GEE)	19
Tabela 3: Definições de escopos e categorias	23
Tabela 4: Potencial de Aquecimento Global (PAG) dos GEEs considerados no inventário	26
Tabela 5: Emissões do Escopo 1 e 2 do setor mineral nacional	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Operações e fontes de emissão de GEE do setor mineral	21
Figura 2: Divisão entre escopos do setor de mineração e metalurgia	22
Figura 3: Representatividade das categorias de emissões do setor mineral (%)	32
Figura 4: Representatividade de cada GEE no resultado do setor mineral	33
Figura 5: Intensidade de emissões dos Escopos 1+2 por tonelada de minério para cada tipologia	34
Figura 6: Intensidade de emissões de processamento de produto (Categoria 10 do Escopo 3) para cada tipologia considerada	35
Figura 7: Possibilidades de ações de descarbonização para o setor mineral	41





1. INTRODUÇÃO

1.1 Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM)

 Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) é uma entidade que representa as empresas e instituições do setor mineral do Brasil. Fundado em 1976, tem como objetivo promover a mineração sustentável e responsável, além de fomentar o desenvolvimento do setor mineral brasileiro. A entidade conta, em 2024, com mais de 200 associados, entre mineradoras, empresas de engenharia mineral, fabricantes de equipamentos, entres outros.

O IBRAM tem forte atuação na área de meio ambiente, social e governança (ESG) da mineração, incluindo atividades ligadas à segurança operacional, à saúde ocupacional, à mitigação de impactos ambientais e ao desenvolvimento local e futuro dos territórios. Sobre esse tema, desenvolve projetos e posicionamentos relevantes para o setor, tais como:

- Zero Carbon Mining (em andamento): Projeto setorial focado na descarbonização da indústria mineradora no Brasil. Em parceria, IBRAM, o Governo Britânico no Brasil e o Mining Hub, lançam projetos para estruturar roadmap de descarbonização.
- Inventários de emissões de gases de efeito estufa referentes aos anos de 2008 e 2011: Projetos para contabilização das emissões de tipologias selecionadas de acordo com diretrizes, com a finalidade de obter o perfil de emissões do setor.
- Mineração Resiliente: Um Guia para a Mineração se Adaptar aos Impactos da Mudança Climática – IBRAM. Orientação e elaboração de estratégias que visam reduzir os riscos e explorar oportunidades resultantes das mudanças climáticas.

1.2 Setor mineral no Brasil

 O setor de mineração possui grande relevância no cenário econômico brasileiro. Segundos dados divulgados no anuário mineral brasileiro da Agência Nacional de Mineração (ANM, 2024), a produção comercializada no Brasil em 2021 chegou a 227 milhões de toneladas, valor esse que representa um aumento de 15% em relação ao ano de 2020. Em relação a 2022, o setor da mineração faturou R\$ 250 bilhões, tendo exportado 258,2 milhões de toneladas e gerando 5 mil vagas diretas e indiretas de emprego (IBRAM, 2022).

O Brasil detém grande parte das reservas minerais, como ferro, alumínio, cobre, estanho e ouro. O país ainda detém a terceira maior reserva de bauxita do mundo e é o segundo maior produtor de minério de ferro, ficando atrás somente da Austrália. O Brasil também possui destaque em suas reservas de minerais que serão importantes para a transição energética, tais como o nióbio, do qual é o maior produtor mundial, com 94,1% da participação mundial; lítio, no qual está entre os seis principais produtores mundiais (MME, 2023); e níquel, do qual

é o terceiro maior detentor de reservas. Os números sobre reservas minerais do Brasil para as principais tipologias são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Reservas minerais do Brasil

Tipologia	Reserva(p) (em 10 ³ t)	Participação mundial (p) (%)
Ferro ¹	34.000.000	18,90%
Carvão Mineral ¹	3.799.000	0,40%
Alumínio (Bauxita) ¹	2.700.000	8,40%
Fosfato ³	1.600.000	2,30%
Manganês ²	270.000	20,80%
Grafita Natural ¹	70.000	21,90%
Titânio ⁴	43.000	6,10%
Terras Raras ²	21.000	17,50%
Nióbio ²	16.000	94,10%
Níquel ²	16.000	16,80%
Cobre ²	11.212	1,60%
Vermiculita ¹	6.600	14,10%
Zinco ²	2.464	1,10%
Cromo ²	2.451	0,50%
Zircônio ¹	2.319	3,10%
Potássio ³	2.300	0,10%
Estanho ²	420	8,60%
Urânio ⁵	245	0,00%
Vanádio ²	120	0,50%
Lítio ²	95	0,40%
Cobalto ²	70	1,00%
Tântalo ²	40	28,60%
Tungstênio ²	28	0,90%
Prata ²	3,8	0,70%
Ouro ²	2,4	4,40%

Fonte: Adaptado de Boletim do Setor Mineral (MME, 2022).

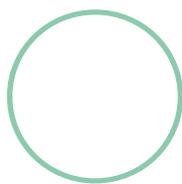
Notas: ¹ Reserva Lavrável de minério; ² Reserva Lavrável em metal contido; ³ Reserva Lavrável em equivalente P₂O₅ ou K₂O; ⁴ Reserva Lavrável de ilmenita+rutilo; ⁵ Recursos; (p) dado preliminar; n.d. dado não disponível

Com relação à sua cadeia produtiva, o setor de mineração pode ser dividido em seis principais etapas, que foram consideradas como limites do inventário:

- a. Prospecção: busca por depósitos minerais;
- b. Pesquisa mineral: estudos geológicos e geofísicos para avaliar a viabilidade econômica da extração mineral;
- c. Lavra: extração do minério bruto;
- d. Beneficiamento mineral: processamento do minério bruto para separar os minerais de interesse dos minerais indesejáveis;
- e. Transporte: movimentação do minério beneficiado até o local de comercialização ou exportação;
- f. Fechamento de mina: encerramento das atividades de mineração e recuperação das áreas utilizadas durante o processo de extração mineral.



2. OBJETIVO



Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) é o instrumento gerencial que permite avaliar o impacto de uma organização sobre o sistema climático global por meio da quantificação das emissões de GEE.

A mineração é um processo que envolve diversas etapas, com diferentes contribuições para as emissões de GEE. Portanto, monitorar e reportar as emissões são as principais iniciativas para desenhar a estratégia de descarbonização. O presente trabalho avaliou as emissões de GEE do ano de 2022 do setor de

mineração do Brasil, focado em 27 bens minerais (tipologias), por meio dos dados fornecidos pelas empresas mineradoras associadas ao IBRAM e demais não associadas, como ABAL (Associação Brasileira do Alumínio) e SINDIROCHAS, para fornecimento de informações sobre as tipologias minerais referentes.

Neste relatório, chamado de Inventário de Emissões de GEE na Mineração 2024, é possível encontrar a metodologia de consolidação de resultados, o perfil de emissões do setor, os indicadores individualizados por bens minerais e um breve contexto sobre descarbonização do setor.



3. METODOLOGIA

3.1 Definição dos bens minerais

IBRAM, em conjunto com as empresas associadas e a WayCarbon, considerou os bens minerais objeto de análise e contabilização das emissões de GEE baseado nos seguintes critérios:

- representatividade econômica;
- representatividade pela quantidade de minério movimentado;
- representatividade em número de empresas por bem mineral e distribuição geográfica;
- disponibilidade de informações por parte dos associados;
- relevância estratégica considerando cenários futuros, com especial atenção para minerais críticos e estratégicos.

Dos 70 bens minerais listados na ANM, 27 atendiam aos requisitos acima, e estão relacionados na Tabela 2.

Tabela 2: Bens minerais considerados no Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa 2024 (GEE)

Bens minerais			
Agalmatolito	Areia	Argila	Bauxita
Brita	Calcário	Carvão Mineral	Caulim
Chumbo	Cobre	Cobalto	Cromita
Espodumênio (Lítio)	Estanho	Ferro	Fosfato
Gipsita	Magnesita	Manganês	Nióbio
Níquel	Ouro	Potássio	Prata
Rochas ornamentais	Vanádio	Zinco	

3.2 Definição da metodologia de consolidação

Foi considerada a metodologia do GHG (*Greenhouse Gas Protocol*) para mensuração das emissões deste Inventário. O GHG Protocol é um pacote de metodolo-

gias, elaborado por *World Resource Institute (WRI)* e por *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, globalmente utilizado para contabilização

e gestão de emissões de GEE de maneira consistente entre empresas e ciclos de reporte, por meio da definição de cálculos padronizados, parâmetros (tais como fatores de conversão e fatores de emissão) e, até mesmo, uma ferramenta para cálculo de emissões de processos de alguns setores.

O GHG Protocol possui nacionalizações em diferentes países, ou seja, adaptações formalmente reconhecidas pela metodologia, que adaptam fatores de emissão de acordo com as características locais. No Brasil, temos o Programa Brasileiro GHG Protocol, que orienta o uso de fatores de

emissão sobre energia elétrica fornecida pelo Sistema Interligado Nacional (SIN) e de combustíveis com misturas renováveis, como diesel e gasolina.

Sendo amplamente utilizado pelas empresas globalmente, mas, principalmente, pelas empresas no Brasil, o GHG Protocol, por meio de sua nacionalização, o Programa Brasileiro GHG Protocol, se demonstrou a metodologia mais coerente para ser utilizada nesse trabalho. Dessa forma, abaixo temos as descrições dos principais aspectos de agregação das informações, conforme solicitado pela diretriz.

3.2.1 Fronteira organizacional

O Inventário de Emissões de GEE na Mineração 2024 considerou a abrangência nacional, ou seja, emissões apenas de operações localizadas no Brasil.

Duas abordagens são possíveis para a consolidação das emissões em nível organizacional. Abaixo, são definidas cada uma dessas abordagens e indicada a opção utilizada neste inventário.

□ Participação Societária: a organização assume as emissões de GEE das operações de acordo com a sua participação societária.

☑ Controle Operacional: a organização é responsável pela totalidade das emissões de GEE das operações sobre as quais tem controle operacional.

A abordagem por controle operacional é hoje a prática mais relevante de registro e comunicação de inventários de GEE por diversas empresas, sendo de reporte obrigatório para as empresas que divulgam seus inventários no Registro Público de Emissões. Para o Inventário de Emissões de GEE na Mineração 2024 foi adotada essa abordagem de limite operacional.

3.2.2 Fronteira operacional

A definição de fronteiras operacionais leva em conta a identificação das fontes de emissão de GEE associadas às operações por meio de sua categorização em emissões diretas ou indiretas, utilizando-se o conceito de Escopo. Abaixo, são definidas cada uma das três categorias adotadas pelo GHG Protocol e indicadas as opções contempladas neste inventário.

☑ Escopo 1: Emissões diretas de GEE provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização inventariante.

☑ Escopo 2: Emissões indiretas de GEE provenientes da aquisição de energia elétrica que é consumida pela organização inventariante.

☑ **Escopo 3:** Emissões indiretas de GEE relacionadas a operações da cadeia de valor da organização inventariante.

O Inventário de Emissões de GEE na Mineração 2024 considerou os Escopo 1, 2 e 3.

Para a consolidação do inventário foram mapeadas as principais fontes de emissão, considerando as etapas do processamento mineral e relacionadas às categorias de emissões do GHG Protocol, que é uma metodologia de gestão e cálculo de emissões globalmente utilizada, apresentada na Figura 1.

Figura 1: Operações e fontes de emissão de GEE do setor mineral



Como a maioria das participantes que fizeram parte desse inventário possui os processos de mineração e metalurgia, foi realizada a separação dessas emissões por tipo de atividade, de modo que o limite operacional do inventário contenha apenas o processo mineral, contabilizan-

do as emissões para além da etapa de mineração no Escopo 3 do Inventário de Emissões de GEE do Setor Mineral 2024. Essa adaptação está descrita na Figura 2 e foi realizada para uma visão clara das emissões do setor mineral, contendo apenas as atividades desse setor.

Figura 2: Divisão entre escopos do setor de mineração e metalurgia



3.2.3 Definição das fontes de emissão

As categorias de emissão, que correspondem à classificação das emissões de GEE do GHG Protocol de acordo com as características de suas fontes emis-

soras, foram definidas e alinhadas com os participantes em reuniões do Grupo de Trabalho. Estas são apresentadas na Tabela 3 (página 23).

Tabela 3: Definições de escopos e categorias

Escopo	Categoria	Definição
Escopo 1	Combustão estacionária	Emissões de GEE provenientes da queima de combustível, que gera energia, geralmente utilizada para produzir vapor de água ou energia elétrica em equipamentos estacionários. Essa energia não é utilizada para meio de transporte
	Combustão móvel	Emissões de GEE provenientes da queima de combustível, que gera energia utilizada para produzir movimento e percorrer um trajeto
	Fugitivas	Liberações de GEE, geralmente não intencionais, que não passam por chaminés, drenos, tubos de escape ou outra abertura funcionalmente equivalente
	Agrícolas e mudanças no uso do solo	Emissões não mecânicas de atividades de agricultura, pecuária ou de mudanças no uso do solo. As emissões mecânicas de atividades de agricultura ou pecuária devem ser contabilizadas nas categorias “Combustão estacionária” ou “Combustão móvel”
	Resíduos sólidos e efluentes líquidos	Emissões de GEE provenientes do tratamento de resíduos sólidos e de efluentes líquidos
	Processos industriais	Emissões de GEE provenientes da transformação química ou física de algum material, com exceção da sua combustão. De modo geral, essas emissões decorrem dos processos produtivos das indústrias, porém não resultam da queima de combustíveis.
Escopo 2	Aquisição de energia elétrica: Localização	Emissões de GEE utilizando como fator de emissão a média das emissões para geração da energia elétrica em um determinado sistema elétrico (grid), considerando seu limite geográfico e um dado período
	Aquisição de energia elétrica: Mercado	Emissões de GEE provenientes da geração de energia elétrica adquirida pela empresa inventariante, considerando a fonte fornecedora específica de energia (como fontes renováveis, entre outros)

Escopo	Categoria	Definição
Escopo 3	Categoria 1: Bens e Serviços comprados	Todas as emissões que ocorrem no ciclo de vida (extração, produção e transporte) dos produtos (bens e serviços) comprados ou adquiridos, até o ponto de recepção pela organização inventariante que não estejam contabilizadas em outra categoria de Escopo 3
	Categoria 2: Bens de capital	Todas as emissões que ocorrem no ciclo de vida (extração, produção, transporte) dos bens de capital comprados ou adquiridos, até o ponto de recepção pela organização inventariante
	Categoria 3: Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2	Emissões relativas à extração, produção e transporte de combustíveis e energia comprados e consumidos pela organização inventariante no ano inventariado, os quais não estão contabilizados nos Escopos 1 e 2 (ou seja, excluída a combustão de combustíveis ou o consumo de eletricidade)
	Categoria 4: Transporte e distribuição (upstream):	Emissões de transporte e distribuição de produtos (excluindo combustíveis e produtos energéticos - ver categoria 3) comprados ou adquiridos pela organização inventariante no ano inventariado em veículos e instalações que não são de propriedade nem operados pela organização, bem como de outros serviços terceirizados de transporte e distribuição (incluindo tanto logística de entrada quanto de saída)
	Categoria 5: Resíduos gerados nas operações	Inclui as emissões do tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos e efluentes líquidos decorrentes das operações da organização inventariante no ano inventariado, realizados em instalações de propriedade ou controladas por terceiros
	Categoria 6: Viagens a negócios	Emissões do transporte de funcionários para atividades relacionadas aos negócios da organização inventariante, realizado em veículos operados por ou de propriedade de terceiros, tais como aeronaves, trens, ônibus, automóveis de passageiros e embarcações
	Categoria 7: Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	Emissões ocasionadas pelo deslocamento de funcionários entre suas casas e seus locais de trabalho nos diferentes modais de transporte não operados nem pertencentes à organização inventariante

Escopo	Categoria	Definição
Escopo 3	Categoria 8: Bens arrendados (a organização como arrendatária)	Emissões provenientes da operação de bens arrendados pela organização inventariante (arrendatária) e que não foram incluídas nos Escopos 1 e 2 da mesma
	Categoria 9: Transporte e distribuição (<i>downstream</i>)	Emissões do transporte e distribuição de produtos vendidos pela organização inventariante (se não for pago por esta) entre suas operações e o consumidor final, incluindo varejo e armazenagem, em veículos e instalações de terceiros
	Categoria 10: Processamento de produtos vendidos	Emissões do processamento de produtos intermediários, realizado por outra organização, após sua venda pela organização inventariante
	Categoria 11: Uso de bens e serviços vendidos	Emissões provenientes do uso final de bens e serviços vendidos pela organização inventariante no ano inventariado. São contabilizadas no ano inventariado todas as emissões ao longo da sua vida útil
	Categoria 12: Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos	Emissões provenientes da disposição final e tratamento dos produtos, vendidos no ano inventariado pela organização inventariante, ao final de sua vida útil
	Categoria 13: Bens arrendados (a organização como arrendadora)	Emissões da operação dos bens de propriedade da organização inventariante (arrendadora) e arrendados à outras entidades no ano inventariado, não incluídas nos Escopos 1 e 2 da organização inventariante
	Categoria 14: Franquias	Emissões das operações de franquias no ano inventariado, não inclusas nos Escopos 1 e 2 da organização inventariante (franqueador)
	Categoria 15: Investimentos	Emissões das operações de investimentos (incluindo investimentos de capital, investimento de dívida e financiamento de projetos) no ano inventariado, não incluídas nos Escopos 1 e 2

3.2.4 Gases de efeito estufa considerados

O Inventário de Emissões de GEE do Setor Mineral 2024 incluiu os três gases mais representativos contemplados pelo Protocolo de Quioto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido de nitrogênio (N₂O). Adicionalmente, o inventário também computou as emissões de CO₂ de origem renovável (biogênico), que são tratados de maneira separada por não contribuir para o efeito estufa.

Cada GEE possui um Potencial de Aquecimento Global (PAG – ou GWP, de Global Warming Potential) associado, que

representa o impacto do aquecimento global de cada gás em referência ao CO₂, gás de referência e com PAG igual a 1. Dessa forma, trazendo os gases para a mesma base, é possível consolidar o resultado em tCO₂e (toneladas de dióxido de carbono equivalente).

O Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa na Mineração 2024 seguiu os valores de PAG do Relatório de Avaliação (Assessment Report – AR) Cinco (5) do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC). A Tabela 4 apresenta os valores do PAG utilizados.

Tabela 4: Potencial de Aquecimento Global (PAG) dos GEEs considerados no inventário

Gás	Potencial de Aquecimento Global (AR-5)
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265

Fonte: IPCC (2013)

3.2.5 Ano de referência das informações

Todas as informações coletadas consideraram o ano calendário de 2022. Essa decisão foi tomada em conjunto com os participantes, considerando que a disponibilidade de dados das empresas participantes era representativa para esse ano, e a disponibilidade dos dados

atualizados do Anuário Brasileiro de Mineração (ANM, 2024) – utilizado para extrapolação das emissões para cenário nacional – para esse ano, demonstrava ser o ano mais atualizado possível para consolidação do inventário.

3.3 Consolidação das emissões do setor mineral brasileiro

O Inventário de Emissões de GEE do Setor Mineral 2024 foi consolidado a partir das emissões das empresas mineradoras e entidades participantes desse processo. As informações foram solicitadas no formato determinado anteriormente, ou seja, emissões de GEE de suas operações de mina e de processo separadamente, do ano de 2022, segregadas por categorias do GHG Protocol.

Adicionalmente aos dados relacionados às emissões de GEE, foi solicitado aos participantes:

- Minério movimentado (ROM - *Run-of-Mine*): Quantidade de minério bruto, excluindo a quantidade de estéril, produzida no ano. Considera-se a quantidade obtida diretamente da mina, sem sofrer qualquer tipo de beneficiamento.
- Minério vendido: Quantidade de minério após todos os processamentos, que será vendido para o cliente final.
- Estéril: Solo e rochas descartados diretamente da operação, não sendo encaminhados para a etapa de beneficiamento. Tem origem da superfície removida da mina ou do subsolo.

Estes dados foram utilizados para o cálculo de indicadores e para a extrapolação do resultado das participantes para a totalidade do setor mineral brasileiro. Através dos dados de emissões de GEE e produção enviados, foi gerado um indicador de toneladas de CO₂e (tCO₂e) emitidos por cada tonelada de tipologia analisada. Este indicador foi posteriormente multiplicado pela produção total do Brasil em 2022, segundo dados do Anuário Brasileiro de Mineração (ANM, 2024), para estimar as emissões absolutas do setor mineral brasileiro.

Para total conhecimento do impacto da produção mineral, optou-se por quantificar o Escopo 3 pela primeira vez em um inventário setorial da mineração. Dessa forma, para elaboração deste relatório, foi solicitado que os participantes reportassem todas as categorias de Escopo 3 por elas quantificadas, para que houvesse uma avaliação da representatividade destas. Uma vez que nem todas as mineradoras contemplam esse Escopo em seus inventários, foram considerados então estudos setoriais que demonstraram a relevância de consideração da categoria 10 (processamento de produtos). Dessa forma, essa foi a categoria selecionada para mensuração nesse Inventário, sendo considerada por dois meios, a depender da disponibilidade de dados: ou a emissão calculada pela mineradora, e gerado um indicador para extrapolação, ou estimada (com base no minério vendido) para aquelas que não a reportaram.

Destaca-se que a análise atual, realizada de acordo com dados recebidos das empresas mineradoras, se baseia em uma amostra de 50% da produção bruta total do setor, de acordo com o Anuário Mineral Brasileiro. Ao extrapolar os resultados dessa parcela para o total, foi aplicada uma abordagem metodológica consistente com as práticas do setor, embora esta análise possua limitações de dados públicos e envolva a adoção de premissas. Apesar do aumento da incerteza dos resultados, por causa da aplicação dessas premissas de cálculo, o exercício de consolidação desses resultados tem alta relevância para conhecimento do perfil de emissões do setor e de sua cadeia, e auxilia a tomada de decisões estratégicas para o setor e para as empresas mineradoras.



3.4 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada através da plataforma CLIMAS, desenvolvida pela WayCarbon para gestão de informações ESG. O uso do sistema garante características importantes ao projeto, como confidencialidade dos dados, gestão sistematizada da coleta de dados e redução de incorrência de falhas de cálculo manual e facilidade na continuidade de próximos inventários, por existência de uma base já parametrizada no sistema.

O lançamento das informações que compuseram o inventário foi de responsabilidade de cada participante. Durante esta etapa, a WayCarbon esteve disponível para esclarecimentos e resolução de dúvidas, mas não foram realizadas verificações individuais da integridade e consistência dos dados. Estes apenas foram conferidos para garantir a completude e coerência das respostas.

Ademais, não foi avaliada a consistência metodológica dos fatores de emissão e cálculos entre os inventários participantes.

Especificamente para as rochas ornamentais, pela ausência de inventários corporativos, a coleta de dados foi realizada através de um formulário no qual as empresas preencheram dados de consumo de combustíveis e energia elétrica para que as emissões fossem calculadas.

As empresas mineradoras que não possuíam inventário de GEE para o ano de 2022 e, portanto, não puderam reportar suas emissões, realizaram o lançamento apenas dos dados de produção e tiveram suas emissões estimadas a partir de dados de literatura e extrapoladas com base nos resultados divulgados no Anuário Mineral Brasileiro.



4. RESULTADOS

Utilizando todas as premissas citadas na metodologia e os dados recebidos das participantes por bem mineral, foram elaborados os cálculos, os ajustes e as validações que levaram ao panorama geral das emissões de gases de efeito estufa para a extração mineral.

Os resultados apresentados a seguir representam uma estimativa de emissões de GEE para o cenário nacional, classi-

ficadas em Escopo 1, 2 e 3, que foi feito por meio da extrapolação das emissões reportadas pelas empresas mineradoras para a produção total de cada um dos tipos de bem mineral, segundo dados do Anuário Mineral Brasileiro da ANM para o ano de 2022. É válido pontuar que foram observadas discrepâncias dos dados reportados pelas mineradoras em relação àquelas disponíveis na base do governo, sem que pudesse ser identificado o motivo.

4.1 Resultados para o setor mineral brasileiro

Para o ano de 2022, os principais resultados das emissões de Escopo 1 e 2 estão representados abaixo. As emissões de Escopo 3 serão descritas na sequência.

- as emissões diretas de Escopo 1, provenientes dos processos de combustão, mudança de uso do solo, entre outros, totalizaram 11.298.225,77 tCO₂e, representando 88% do total do inventário;

- as emissões de Escopo 2, provenientes de energia elétrica adquirida e consideradas pela Localização, foram da ordem de 1.472.929,56 tCO₂e, representando 12% do total do inventário;

Na Tabela 5, é possível verificar o resultado para os escopos 1 e 2, que foi de 12.771.155,03 tCO₂e.

Tabela 5: Emissões do Escopo 1 e 2 do setor mineral nacional

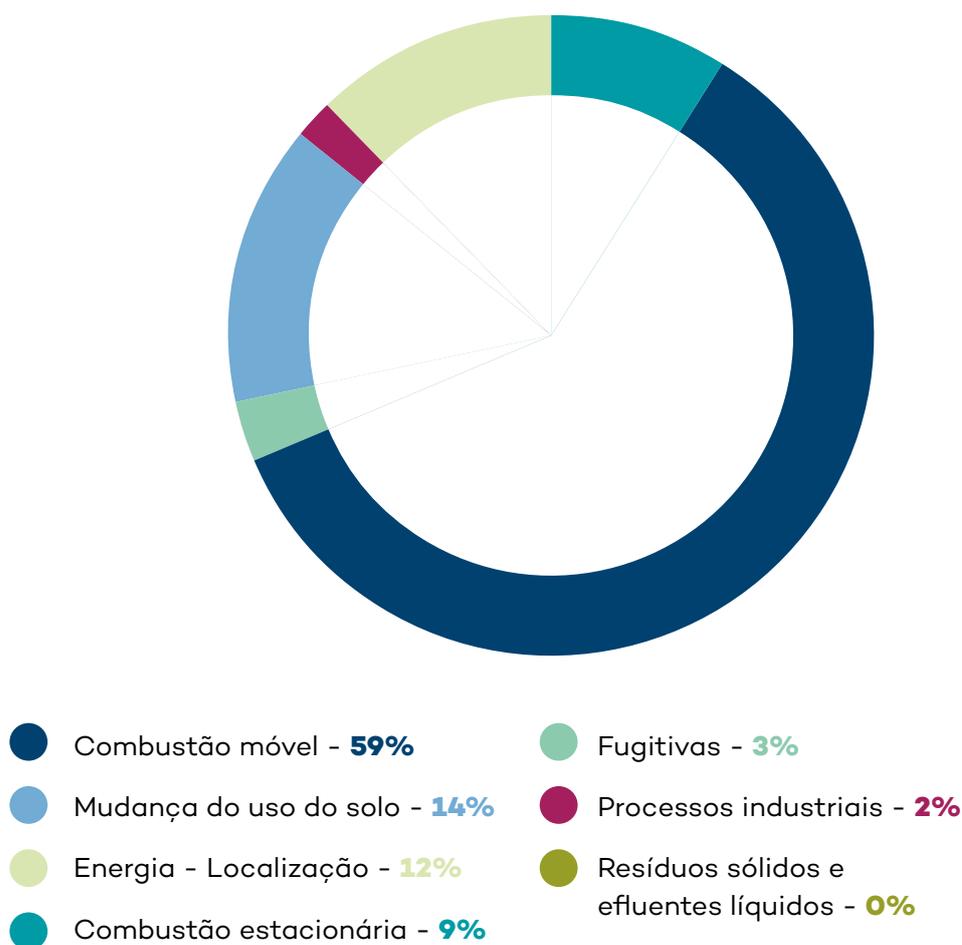
Escopo	Resultado (tCO ₂ e)	Representatividade no próprio escopo	Representatividade no total
Escopo 1	11.298.225,77	100,0%	88%
Combustão estacionária	1.194.399,14	10,6%	9%
Combustão móvel	7.550.657,29	66,8%	59%
Fugitivas	445.339,60	3,9%	3%
Mudança do uso do solo	1.783.999,09	15,8%	14%
Processos industriais	305.016,84	2,7%	2%
Resíduos sólidos e efluentes líquidos	18.813,80	0,2%	0%

Escopo	Resultado (tCO2e)	Representatividade no próprio escopo	Representatividade no total
Escopo 2	1.472.929,26	100,0%	12%
Energia - Localização	1.472.929,26	100,0%	12%
Total (Escopos 1+2)	12.771.155,03	100,0%	100%

Avaliando o Escopo 1, é possível identificar que as categorias de combustão móvel e mudança do uso do solo foram as mais representativas, com 59% e 14% do total de emissões do inventário, respectivamente, o que é coerente com o perfil macro

de operações do setor (movimentação de grandes máquinas movidas a diesel para extração mineral e a necessidade de alteração da vegetação para limpeza do solo). A Figura 3 traz uma representação gráfica de cada categoria de emissões.

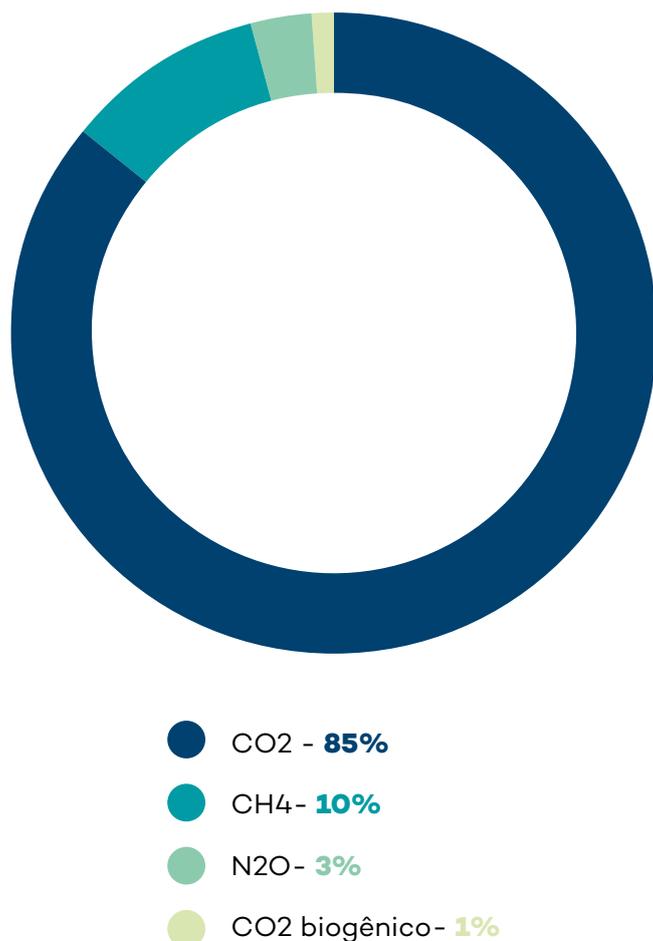
Figura 3: Representatividade das categorias de emissões do setor mineral (%)



No tocante aos gases, nota-se que na Figura 4 que o CO₂ é o gás predominante no setor de mineração, com 85% do total de emissões em CO₂e. Em seguida,

tem-se o CH₄, com 10% e o N₂O, com 3% do total de emissões em CO₂e. As emissões biogênicas representaram 1%.

Figura 4: Representatividade de cada GEE no resultado do setor mineral

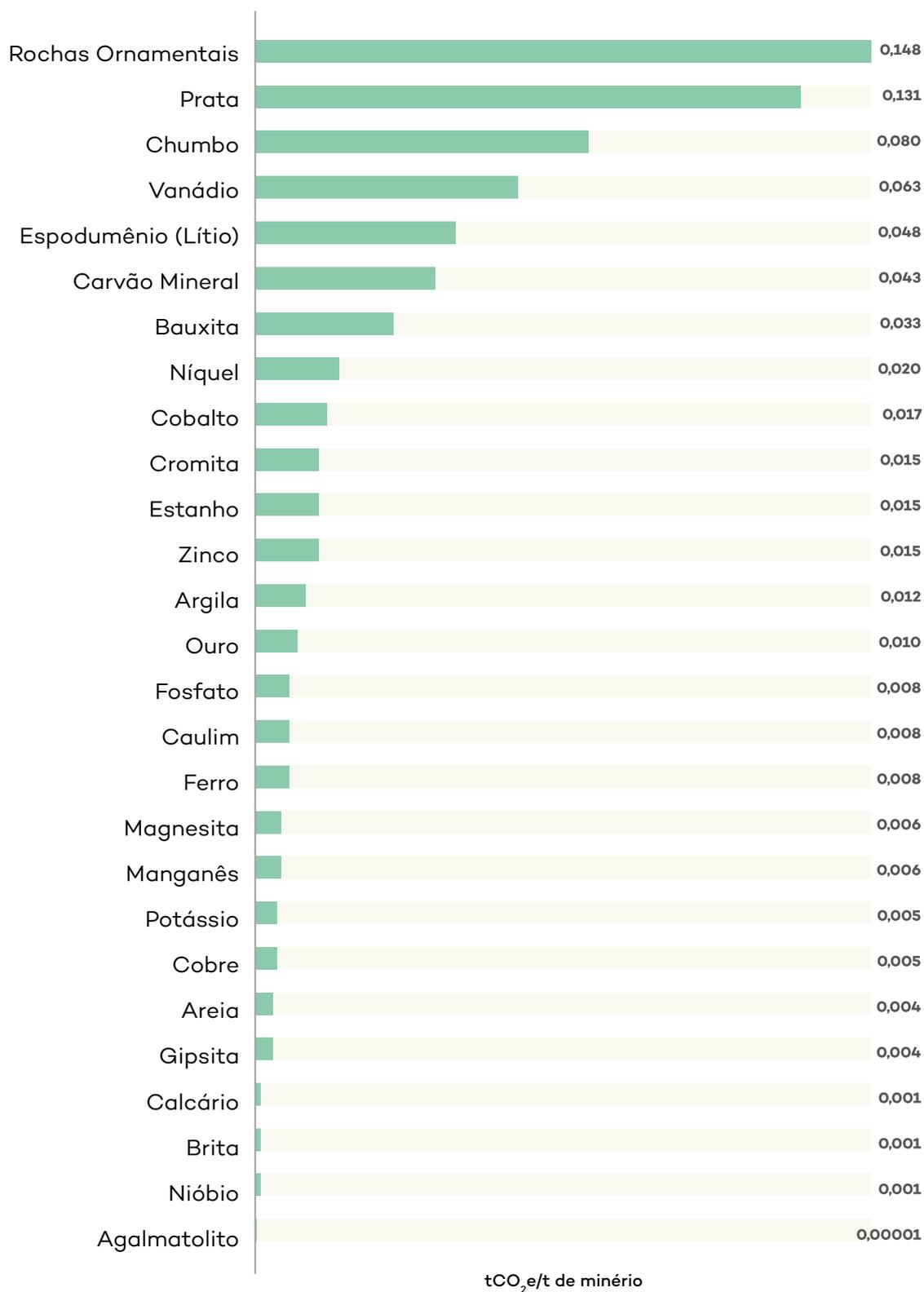


Em se tratando do resultado por tipologia, a intensidade de emissões dos Escopos 1+2 por tonelada de minério é apresentada na Figura 5 (página 34).

As emissões indiretas do Escopo 3 foram estimadas pela primeira vez, e tem sua consolidação realizada com base em emissões reportadas pelos participantes e por meio de estimativas de cálculo de mercado. Importante identificar que são um recorte limitado deste Escopo e,

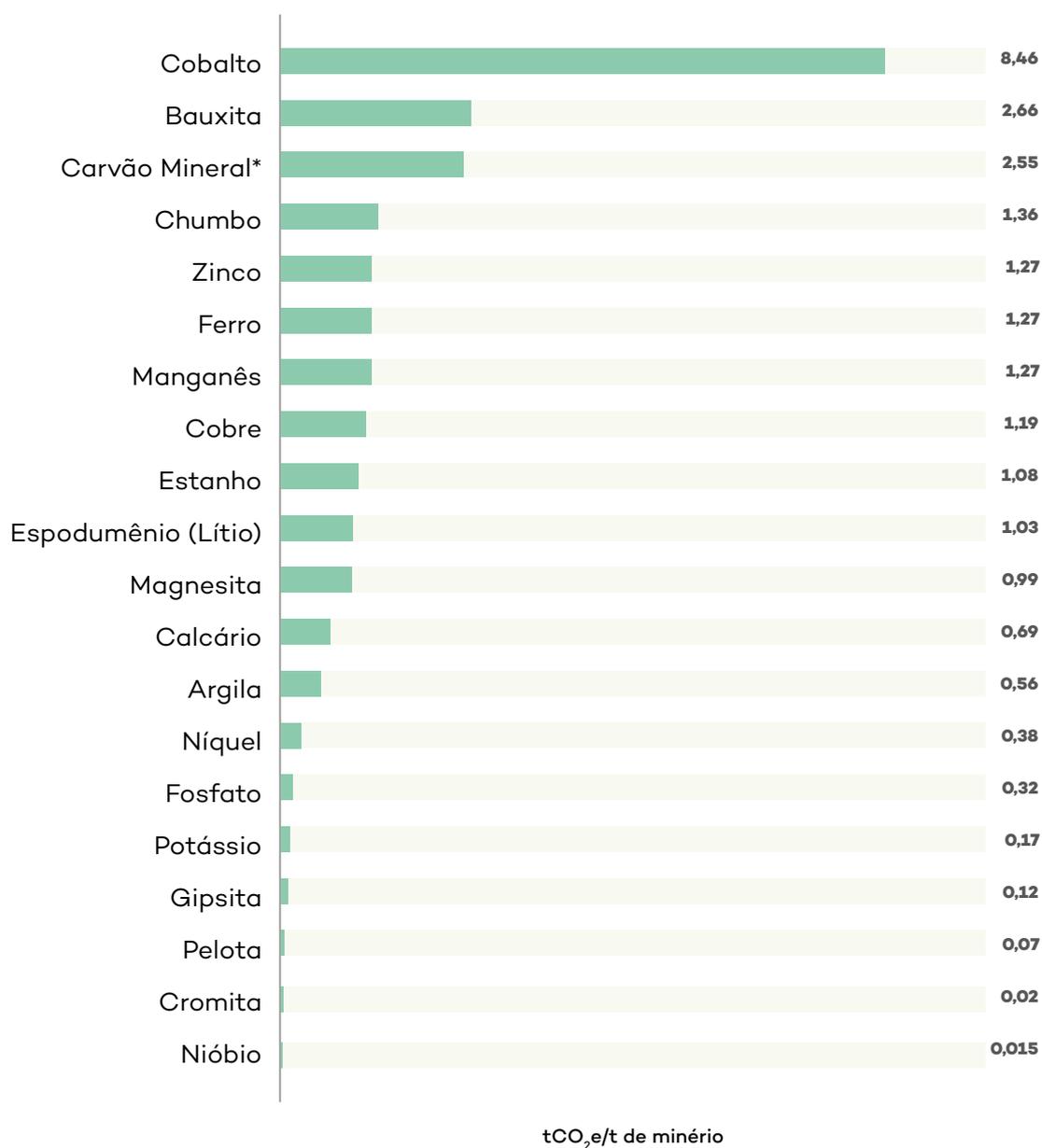
portanto, não deve ser comparado com os demais por meio de avaliações de representatividade.

As emissões de processamento do produto (categoria 10 do Escopo 3) totalizaram 762.252.033 tCO₂e. Nessas emissões foram consideradas também as emissões da categoria 11 (uso do produto) para o carvão mineral, dado que essa é a categoria mais representativa desse bem mineral, em detrimento do processamento do produto.

Figura 5: Intensidade de emissões dos Escopos 1+2 por tonelada de minério para cada tipologia

Com os dados das tipologias reportadas por premissas e aquelas reportadas pelas mineradoras, é possível realizar um gráfico de indicadores de emissão (Figura 6):

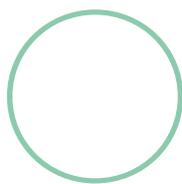
Figura 6: Intensidade de emissões de processamento de produto (Categoria 10 do Escopo 3) para cada tipologia considerada



* Para o Carvão, as emissões de queima do produto (categoria 11) foram calculadas



5. RECOMENDAÇÕES



inventário de emissões GEE é a primeira etapa da gestão do impacto climático de uma instituição e deve ser continuamente aprimorado para representar as emissões mais fidedignas das operações, além de ser a base para um diagnóstico bem estruturado. Por isso, foram identificados pontos de melhoria para futuros inventários:

- Aumentar gradativamente o número de bens minerais incluídas no inventário, para estimular o aumento da maturidade do tema entre as empresas e identificar o perfil de emissão de outras tipologias.
- Ampliar as categorias e fontes de emissão calculadas nos inventários de GEE das empresas para todos os Escopos, de forma a aumentar a confiabilidade e precisão dos resultados.
- Focar na expansão da contabilização de emissões para o Escopo 3, principalmente dos minerais críticos, cuja importância tende a crescer muito nos próximos anos devido a políticas governamentais e movimentos de mercado, mas também de todas outras tipologias, tendo as orientações do ICMM (International Council on Mining and Metals) (ICMM, 2023) como guia.
- Identificar o melhor formato de estimativa ou extrapolação para as categorias do Escopo 3, considerando que para algumas categorias a variação está ligada diretamente à produção (como transporte e distribuição e uso do produto vendido etc.) e, para outras, a variação não tem relação direta com a produção (deslocamento de funcionário e viagens a negócio, por exemplo).
- Segregar as emissões dentro das categorias por atividade, conforme sua relevância para o setor, como o decapeamento e o uso de explosivos, mas mantendo a comparabilidade com as categorias de emissão do GHG Protocol. Esse processo ajuda ainda na comparação dos inventários de GEE do setor mineral realizados anteriormente, bem como com os inventários de empresas do setor, além de fornecer insumos para fontes específicas de mineração.
- Refinar a contabilização das emissões fugitivas de carvão, sobretudo as emissões de metano da exploração de minas profundas, que pode ser bastante representativa para parte das minas no Brasil.
- Fortalecer o uso de indicadores de emissão pela massa movimentada total, considerando o estéril, pois o indicador de emissões por ROM pode ser superestimado ou subestimado pelas diferentes variações de estéril a depender na fase da mineração, como mudança de frente de lavra.
- Elaborar o inventário de remoções do setor, considerando a contabilização de estoques de carbono no solo e das áreas verdes da mineração.
- Estimular a elaboração dos inventários setoriais por bem mineral pelas associações relacionadas aos mesmos, de maneira a ampliar a participação das instituições na metodologia e no refino de resultados.

Essas recomendações visam a melhoria contínua dos reportes das empresas para o relatório setorial, somando em qualidade e precisão dos dados para tomada de decisões estratégicas para o setor.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os atuais impactos das mudanças climáticas e o aumento expressivo de emissões ao longo dos tempos, as empresas estão, cada vez mais, sendo estimuladas a realizarem a descarbonização de seus processos. O Inventário de Emissões de GEE do Setor Mineral 2024 representa um grande passo e um importante instrumento para que esse processo seja iniciado nas corporações e acompanhado por instituições como associações e institutos setoriais.

Além do estímulo setorial, existem as pressões de mercado, principalmente de investidores, e de regulamentações do Governo, como leis, decretos e taxações de carbono. Para o Brasil, em especial, os últimos anos têm sido de grande movimentação sobre o tema, com a necessidade de atendimento à Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, do inglês *Nationally Determined Contribution*) – estabelecida no Acordo de Paris, os alinhamentos sobre a criação do mercado de carbono brasileiro, a revisão da Política Nacional de Mudança do Clima, a elaboração dos Planos Setoriais de Adaptação e de Mitigação de Emissões de GEE e a realização da COP30 em Belém do Pará, em 2025. Esses mecanismos do Governo se traduzem em obrigações legais para as instituições, gerando maior relevância sobre o tema e maior urgência na elaboração de um inventário de emissões de GEE e seus desdobramentos, como a descarbonização.

Analisando setorialmente, à medida que avanços tecnológicos e iniciativas inovadoras continuam a se desenvolver, é provável que a mineração se torne menos intensiva em carbono no futuro. Neste trabalho foi realizado um levantamento de iniciativas de descarbonização das

emissões diretas (de Escopo 1 e Escopo 2) para o setor, segregadas em relação à sua origem. Na Figura 7, é possível identificar as tecnologias elencadas, uma avaliação de barreiras e a mensuração estimada da aplicabilidade atual na indústria e seu potencial de redução. O intuito é que haja uma avaliação, principalmente das barreiras, que podem ser trabalhadas setorialmente ou por meio de *advocacy* das empresas, para que haja uma aceleração dos processos de liberação da tecnologia, caso o potencial de redução seja relevante para o setor.

As tecnologias foram identificadas com base na principal fonte de emissão do setor, a combustão móvel, de acordo com uma revisão dos principais planos de descarbonização do setor publicamente disponíveis.

Sobre as possíveis barreiras de execução, destacamos que as principais são:

- Necessidade de desenvolvimento de arcabouço regulatório, como no caso do hidrogênio, em especial o verde, que ainda não tem todos os aspectos de sua produção plenamente autorizados e regulamentados.
- Necessidade de troca de equipamentos, gerando um maior custo para as empresas na atualização de seus ativos físicos, e a disponibilidade de equipamentos modernos e totalmente acessíveis para uso, como veículos elétricos de grande porte, e a infraestrutura necessária para seu uso e manutenção.

Dessa forma, podemos notar que a maior parte das tecnologias tem aplicabilidade mínima ou bem próxima de mínima na indústria da mineração, demonstrando a relevância de alinhamento com o Go-

verno sobre a urgência de liberação de tecnologias para o setor e financiamentos verdes, mas também de grupos de inovação e desenvolvimento sustentável entre as instituições ou, até mesmo, na governança das companhias.

Já a mensuração do impacto das tecnologias em termos de potencial de redução e possíveis barreiras foi realizada levando-se em conta:

- a substituição total de tecnologia utilizada pelas empresas;
- os percursos associados a cada uma e;
- os fatores de emissão.

Na avaliação dos principais resultados dessa análise, é possível identificar que, considerando as premissas estimadas, a eletrificação ainda é um item de alta relevância para redução de emissões, assim como a substituição de combustíveis fósseis. O hidrogênio verde também possui alto potencial de redução, porém, ainda há a necessidade de desenvolvimento da estrutura legal e adaptações tecnológicas para sua produção.

A questão de eficiência em produção pode ser a mais financeiramente viável para as mineradoras em curto prazo, considerando que otimizações logísticas podem ser realizadas com baixo custo de implementação e que sistemas de sensoriamento podem ter custo menor do que modificações profundas em ativos ou combustíveis.

Considerando as fontes cobertas por esse inventário, foi também realizado um levantamento sobre oportunidades de descarbonização do principal elo da cadeia de valor da mineração e fonte

importante das emissões de Escopo 3, a metalurgia. Estas incluem:

- economia circular (principalmente o uso de sucata reciclada), identificada como a atividade mais disponível para descarbonização industrial;
- na sequência, alteração nos processos produtivos (como eletrificação de equipamentos e troca de combustíveis, ou alteração de rotas de produção) podem ser alvo de reduções significativas em médio prazo;
- o transporte de produtos vendidos (como alteração do combustível) pode ser considerado para projetos de médio a longo prazo, considerando que o setor ainda busca combustíveis alternativos e aprovações legais;
- chegando a CCUS (*Carbon Capture, Use and Storage*) – sendo essa ainda muito dependente de aprovações legais e alto investimento financeiro, devendo ser considerada para planos de médio a longo prazo.

Figura 7: Possibilidades de ações de descarbonização para o setor mineral

	Descrição	Possíveis barreiras na execução	Aplicabilidade na indústria	Potencial de redução
Hidrogênio Verde	Fonte de energia menos carbono-intensiva para caminhões e equipamentos de mineração	<ul style="list-style-type: none"> • Custos da eletrólise e transporte; • Outros combustíveis com menor custo; • Necessidade de troca de equipamentos. • Necessidade de arcabouço regulatório e metodológico robusto 		
Energia renovável e otimização do consumo	Aquisição de energia elétrica de fontes renováveis e processos para otimização/redução do consumo de energia.	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade da compra de certificados; • Necessidade da troca de equipamentos por outros mais eficientes. 		
Eletrificação de equipamentos e frota	Substituição de motores a diesel por energia elétrica de baixo carbono, como baterias e eletricidade provenientes de fontes renováveis	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de troca de equipamentos; • Aumento do consumo de energia elétrica; • Tempo de carregamento das baterias dos veículos; • Disponibilidade de veículos e de capacidade 		
Uso de Veículos Autônomos	Veículos autônomos na mineração permitem otimização ao reduzir o consumo de combustível e minimizar emissões, pois esses veículos podem ser programados para operar de forma mais eficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de troca de equipamentos; • Necessidade de treinamento para monitoramento desses veículos. 		
Substituição de combustíveis fósseis	Substituição de combustíveis fósseis, como diesel e gasolina, por etanol, biometano e HVO (diesel verde).	<ul style="list-style-type: none"> • Menor eficiência dos combustíveis menos carbono-intensivos se comparados aos convencionais • Aumento do custos de aquisição em relação aos combustíveis convencionais 		
Processos mais eficientes de produção	Sistema de sensoriamento, controle e automação dos processos da mina Indústria 4.0 ou manufatura inteligente	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de aquisição e implementação de equipamentos e veículos que permitam sua automação e controle de maneira remota 		
	Otimização do tempo de carregamentos nas filas; substituição de caminhões que circulam nas minas por correias transportadoras de longa distância	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de troca de equipamentos 		

REFERÊNCIAS

ANEPAC - Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção. Agregados para Construção. Disponível em: <<https://anepac.org.br/agregados-para-construcao/>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

ANM – Agência Nacional de Mineração. Anuário Mineral de Brasileiro, 2024. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/anuario-mineral-brasileiro-amb>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

ANM – Agência Nacional de Mineração. Sumário Mineral Brasileiro, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2018>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

CDP. [S. l.], 25 jan. 2023. Disponível em: https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/guidance_docs/pdfs/000/003/504/original/CDP-technical-note-scope-3-relevance-by-sector.pdf. Acesso em: 10 out. 2023.

CETEM. Agalmatolito. 2008. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1033/1/03.AGALMATOLITO%20proposta%20Paulo%20Tomedi.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2024.

CETEM. Cromita. 2005. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1052/1/16.CROMITA.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2024.

Dolganova, I., Bosch, F., Bach, V., Baitz, M., & Finkbeiner, M. (2019). Life cycle assessment of ferro niobium. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25, 611–619.

Ecoinvent Version 3 - Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., and Weidema, B., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, [online] 21(9), pp.1218–1230. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11367-016-1087-8>> Acesso em: 19 mar. 2024.

IAI - International Aluminium Institute. Greenhouse Gas Emissions Intensity - Primary Aluminium. 2023. Disponível em: <https://international-aluminium.org/statistics/greenhouse-gas-emissions-intensity-primary-aluminium/>. Acesso em: 01 mar. 2024.

IBRAM. Desempenho da mineração tem queda em 2022, mas setor cria mais empregos e aumentará investimentos para US\$ 50 bi até 2027. Disponível em: <<https://ibram.org.br/noticia/desempenho-da-mineracao-tem-queda-em-2022-mas-setor-cria-mais-empregos-e-aumentara-investimentos-para-us-50-bi-ate-2027/>>. Acesso em: 4 abr. 2024.

IBRAM. II Inventário de Gases efeito estufa do setor Mineral. 2014. Disponível em: <<https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2021/02/00005153.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2024.

IBRAM. Inventário de Gases efeito estufa do setor Mineral. 2011. Disponível em: <<https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2021/02/inventario-de-gases-de-efeito-estufa-do-setor-mineral.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2024.

International Council on Mining and Metals (ICMM). Scope 3 Emissions Accounting and Reporting Guidance. 2023. Disponível em: <https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/environmental-stewardship/2023/guidance_scope-3-reporting.pdf?cb=69120>. Acesso em: 10 out. 2023.

Ministério de Minas e Energia (MME). Boletim do Setor Mineral 2002. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/publicacoes-1/boletim-do-setor-mineral/boletim-do-setor-mineral-2013-1-sem2022.pdf/@@download/file#:~:text=A%20Secretaria%20de%20Geologia%2C%20Minera%C3%A7%C3%A3o,alcan%C3%A7ou%20quase%20850%20mil%20postos>>. Acesso em: 4 abr. 2024.

Ministério de Minas e Energia (MME). Potencial brasileiro de minerais para transição energética é destaque no maior evento mundial do setor, no Canadá. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/potencial-brasileiro-de-minerais-para-transicao-energetica-e-destaque-no-maior-evento-mundial-do-setor-no-canada>>. Acesso em: 4 abr. 2024.

PBGHG Protocol. Contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de gases de efeito estufa. 2008. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/15413>. Acesso em: 4 mar. 2024.

SNIC - Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. Roadmap – Neutralidade de Carbono. 2023. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10438/15413>>. Acesso em: 4 mar. 2024

Zhang, T., Bai, Y., Shen, X., Zhai, Y., Ji, C., Ma, X., & Hong, J. (2021). Cradle-to-gate life cycle assessment of cobalt sulfate production derived from a nickel-copper-cobalt mine in China. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26, 1198–1210.





 /InstitutoBrasileirodeMineracao

 /ibrammineracao

 @ibram_mineracao

 InstitutoBrasileirodeMineração/videos

 <https://ibram.org.br>

 ibram@ibram.org.br



 @WayCarbon

 /waycarbon

