

**PLANO SETORIAL DE MITIGAÇÃO E DE ADAPTAÇÃO  
À MUDANÇA DO CLIMA NA MINERAÇÃO**  
**Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono**  
**(Plano MBC)**

# **Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação à Mudança do Clima na Mineração**

**Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono (Plano MBC)**

## **COORDENAÇÃO:**

Casa Civil da Presidência da República

Ministério de Minas e Energia (MME)

BRASÍLIA/DF

Junho - 2013

**Presidenta da República**

Dilma Rousseff

**Vice-presidente da República**

Michel Temer

**Coordenador Geral****Edson Farias Mello** (SGM/MME)**Membros do Grupo de Trabalho**

Claudia Salles (Ibram/CNI)

Dione Macedo (SGM/MME)

Isaura Frondizi (Ibram)

Mário Augusto de Campos Cardoso (CNI)

Paula Bennati (CNI)

Renata Araújo (Vale/CNI)

Rinaldo Mancin (Ibram/CNI)

Vivian Macknight (Vale/CNI)

**Instituições participantes**

Confederação Nacional da Indústria (CNI)

Instituto Global de Crescimento Verde (GGGI)

Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM)

Ministério de Minas e Energia (MME)

Ministério do Meio Ambiente (MMA)

**Suporte Técnico**

O Plano Setorial contou com o apoio do Global Green Growth Institute através de suporte técnico e analítico da consultoria McKinsey & Company do Brasil.

**Símbolos, siglas e abreviaturas**

a.a. – ao ano

ABCM – Associação Brasileira de Carvão Mineral

ANEPAC – Associação Nacional de Entidades Produtoras de Agregados para a Construção Civil

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CH<sub>4</sub> – metanoCO<sub>2</sub> – dióxido de carbonoCO<sub>2</sub>e – dióxido de carbono equivalente

CQEM UMC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

DOU – Diário Oficial da União

FBMC – Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas

FINAME – Agência Especial de Financiamento Industrial

GEE – Gases de Efeito Estufa

GEX – Grupo Executivo

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração

IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas

kg de CO<sub>2</sub>e/ t – quilogramas de dióxido de carbono equivalente por tonelada de minériom<sup>3</sup> – metro cúbico

Mil t – 1 (hum) mil de toneladas

Mt – 1 (hum) milhão de toneladas

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

Ni – Níquel

PAC – Plano de Aceleração de Crescimento

PDE 2020 – Plano Decenal de Energia 2020

P&amp;D – Pesquisa e Desenvolvimento

PNMC – Plano Nacional sobre Mudança do Clima

PNM 2030 – Plano Nacional de Mineração 2030

ROM – expressão que significa Run of Mine, ou seja, produção bruta obtida diretamente da mina

t – tonelada

t CO<sub>2</sub> eq – toneladas de dióxido de carbono equivalentet CO<sub>2</sub> eq/ano – toneladas de dióxido de carbono equivalente por ano

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

**Índice Geral**

<b>1. Apresentação</b> .....	5
<b>2. Introdução</b> .....	6
<b>3. Objetivos</b> .....	8
<b>4. Vigência</b> .....	9
<b>5. Abrangência</b> .....	9
<b>6. Base Legal</b> .....	10
<b>7. Panorama das emissões no setor de mineração</b> .....	11
7.1 Sumário executivo.....	11
7.2 Cenário base.....	12
7.2.1 Formação do índice de emissão por minério .....	13
7.2.2 Projeção da produção .....	17
7.2.3 Considerações sobre o Cenário Base .....	18
7.2.4 Atualização da linha de base .....	20
7.3 Potencial de abatimento.....	20
7.3.1 Descrição das iniciativas de abatimento de emissões de GEE .....	20
7.3.2 Formação de cenários de alcance de iniciativas.....	23
7.3.3 Potencial de abatimento por iniciativa .....	24
<b>8. Barreiras e estratégias de implementação dos programas</b> .....	25
<b>9. Adaptação às Mudanças Climáticas</b> .....	27
<b>10. Necessidades e Fontes de Financiamento</b> .....	30
<b>11. Monitoramento</b> .....	31
11.1 Governança .....	31
11.2 Indicadores.....	32
<b>12. Propostas e estudos para próximas versões</b> .....	33
<b>13. Referências Bibliográficas</b> .....	34
<b>Apêndice</b> .....	35



## 1. Apresentação

O **Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima na Mineração**, ora apresentado e citado na Lei 12.187, de 29 de Dezembro de 2009, deixou clara a necessidade do governo e da sociedade, em especial dos setores econômicos, de conhecerem suas respectivas emissões de Gases causadores de Efeito Estufa (GEE). Trata-se, portanto, de um plano setorial que representa um importante subsídio para a atuação do poder público e da sociedade no planejamento, implantação e acompanhamento de políticas voltadas à redução da emissão de GEE.

O documento apresenta as premissas e cálculos de emissões atuais, cenários futuros e ações potenciais de abatimento. Para que tais iniciativas de fato sejam convertidas em benefícios diretos e indiretos à sociedade, é fundamental persistir no alinhamento das políticas, planos e programas governamentais com as diretrizes de Governo para o desenvolvimento sustentável.

O Plano esteve a cargo de um grupo de trabalho sob a coordenação da Secretaria de Geologia Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia (SGM/MME), acompanhado por membros Indicados pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, com representantes do Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram) e pela Confederação Nacional da Indústria (CNI). O trabalho teve como base a análise de 14 bens minerais, incluindo a pelotização do minério de ferro, com o objetivo de identificar o potencial de abatimento das emissões para o ano de 2020 para esses bens minerais.

Para a elaboração do Plano foram utilizados como referência o Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM-2030) da SGM e o Inventário de GEE do Setor Mineral do IBRAM. Além disso, houve também uma forte articulação com o setor produtivo e diversas entidades do setor. O PNM-2030 contém diretrizes gerais para as áreas de geologia, recursos minerais, mineração e transformação mineral, que constituem a base para diversas cadeias produtivas. O inventário realizado pelo IBRAM constitui um processo abrangente de análise de emissões de 90% da produção mineral em termos de valor referente aos 10 bens minerais analisados neste Inventário, e foi considerado o ponto de partida para este trabalho. É importante salientar que os Planos Setoriais requerem revisões periódicas em períodos regulares não superiores a dois anos. É assumido, assim, o compromisso de se fazer a sua avaliação e aperfeiçoamento regulares, e de forma cada vez mais participativa, com o objetivo de se voltar os esforços e compromissos de governo e sociedade, reforçando a preocupação com as questões ambientais na medida em que incorpora as discussões sobre emissões de CO<sub>2</sub> em projetos de forte impacto territorial e social.

O Brasil apresenta uma emissão de GEE no processo de mineração relativamente mais baixa, em comparação com outros grandes países mineradores. O Plano Setorial indica que o setor de mineração estudado em 2008, emitiu o equivalente a 0,5% das emissões nacionais. Apesar de não abranger todo o setor de mineração, o Plano já demonstra um esforço do governo em busca de um conhecimento maior sobre o processo produtivo no setor mineral e as consequências do mesmo ao ambiente.

## 2. Introdução

O Brasil, na qualidade de País signatário da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), tem como uma de suas principais obrigações a elaboração e atualização periódica do Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal (Inventário).

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e seu Protocolo de Quioto são os principais marcos jurídicos internacionais para lidar com a mudança do clima.

Não obstante o fato de não ter compromissos quantitativos de redução de emissões, como os países listados no Anexo I da UNFCCC, o Brasil tem uma série de outros compromissos estabelecidos na Convenção além da elaboração e atualização periódica do Inventário, tais como formular programas nacionais de mitigação e adaptação à mudança do clima, promover cooperação tecnológica, científica e educacional em matéria de mudança do clima, promover o manejo sustentável de sumidouros e reservatórios de carbono, e comunicar à Conferência das Partes informações relativas à implementação da Convenção.

É importante ressaltar que a implementação dos compromissos assumidos pelos países em desenvolvimento dependerá do cumprimento das obrigações de financiamento e transferência de tecnologia dos países desenvolvidos.

No que concerne à mineração, o Brasil destaca-se internacionalmente como produtor de minério de ferro, nióbio, bauxita, manganês e vários outros bens minerais onde o país se encontra entre os maiores produtores, como destacado no Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM 2030). Este plano, discutido e publicado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), no âmbito da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, objetiva nortear as políticas de médio e longo prazo do setor mineral. O PNM 2030 resultou de processo participativo baseado em diversas reuniões e oficinas temáticas, com contribuição de mais de 400 pessoas e estudos coordenados pelo MME. Devido à abrangência e profundidade do trabalho, o PNM 2030 foi um insumo importante para o presente trabalho.

O setor mineral participa com 4,2% do PIB e 20% do total das exportações brasileiras, gerando um milhão de empregos diretos. Esse setor exerce papel de alta relevância em função das projeções de crescimento dos mercados dos bens minerais no Brasil e no mundo como base de cadeias produtivas geradoras de padrões de consumo da sociedade.

Não obstante as posições de destaque em termos de produção, o setor mineral, no que se refere às emissões de CO<sub>2</sub> advindas da etapa de mineração, aqui compreendidos os processos de lavra, beneficiamento, pelotização e transporte interno nas operações de lavra, não são significativas e, por isso, é considerado um baixo emissor no contexto nacional.

O setor mineral brasileiro é pioneiro e proativo no que tange às mudanças climáticas. Um exemplo da proatividade do setor é o Primeiro Inventário de Gases de Efeito Estufa do Setor Mineral (doravante chamado de Inventário), elaborado em 2010, pelo Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), através de um processo abrangente de análise de emissões de 90% da produção mineral em termos de valor.

O Inventário permitiu concluir que os bens minerais analisados emitiram, em 2008, 8,8 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e, o equivalente a 0,5% das emissões nacionais. Apesar de não abranger todo o setor de mineração, não tendo sido analisadas emissões advindas da produção de agregados (areia e brita industrial), fosfato, urânio, potássio e carvão mineral, o Inventário demonstra um esforço do setor empresarial na busca do conhecimento sobre os processos produtivos e as conseqüências para o meio ambiente.

O PNM 2030, da SGM/MME, e o Inventário de GEE do Setor Mineral, elaborado pelo IBRAM constituíram a base para elaboração do Plano Setorial de Mineração, ora apresentado.

O Brasil apresenta emissão de GEE, no processo da mineração, relativamente mais baixa que a de outros países mineradores. Isso se deve em grande parte devido às características naturais das minas brasileiras e à matriz energética brasileira.

Reduzir emissões de relevância limitada se apresenta como uma iniciativa desafiadora. Por outro lado, a questão ambiental, associada à redução das emissões de GEE, é, também, uma necessidade fundamental ao desenvolvimento do Brasil, o que concretiza novos imperativos para as empresas do setor e para a ação governamental. Será preciso enfrentar um duplo desafio: estimular o crescimento do setor de mineração e reduzir as emissões de GEE.

A mitigação das emissões de GEE deve ser encarada de forma abrangente, não só na dimensão geográfica, mas também ao longo da cadeia de valor. Isto porque, muitas vezes, uma iniciativa que setorialmente pode aumentar emissões, acaba reduzindo-as quando se analisa o impacto final na cadeia.

Nesse contexto, a mineração brasileira responde por uma pequena parcela das emissões nacionais, mas pode ser grande parte da solução nas emissões, dado que o uso dos minerais pode contribuir para maior eficiência energética dos equipamentos e para a produção de energia limpa. Além disso, é importante mencionar que a legislação vigente prevê um plano de recuperação do impacto causado por um plano de lavra, podendo ser verificada a preservação da vegetação em locais de concessão das empresas de mineração, como nas áreas de concessão em Goiás e no Pará, em Carajás.

Cabe ressaltar que as projeções aqui consideradas partem do conhecimento geológico atual, em que uma pequena parte do território nacional está mapeada em escala adequada. Em outras palavras, é necessário considerar que novas reservas minerais poderão ser descobertas dentro do horizonte de projeção deste trabalho, mudando as premissas de crescimento para o caso base de emissões. É igualmente importante considerar novos materiais e novas tecnologias cuja cadeia produtiva se origina na mineração.



### 3. Objetivos

O objetivo geral do “Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação à Mudança do Clima na Mineração”, doravante chamado de Plano Setorial da Mineração, é promover uma análise setorial, por meio de um diagnóstico preliminar, tendo por base o PNM 2030, o inventário do IBRAM e consultas diretas a empresas do setor, com vistas ao abatimento de emissões de GEE na mineração, mediante iniciativas das próprias empresas de abatimento de emissões relacionadas principalmente à eficiência energética e à redução no consumo de combustíveis com alto teor de carbono não renovável.

Os objetivos específicos deste Plano são:

- » Contribuir para alcançar os compromissos nacionais voluntários no âmbito da Política Nacional sobre Mudança do Clima;
- » Fomentar o conhecimento a respeito das emissões de GEE advindas do processo de mineração entre as empresas do setor;
- » Promover esforços para transformar as boas práticas de redução de emissões de GEE em um padrão nacional;
- » Influenciar e estimular a formulação de políticas de apoio às pequenas empresas de mineração que fomente a adoção de ações eficientes de adaptação e mitigação de emissões de GEE;
- » Integrar o setor mineral às políticas públicas de abrangência nacional relacionadas às mudanças do clima;
- » Desenvolver mecanismos que incentivem um maior investimento em PDI e apoio às PME do setor.

### 4. Vigência

O Plano Setorial da Mineração vigorará a partir da sua publicação no Diário Oficial da União - DOU, por meio de decreto, até 2020.

Ressalta-se que, conforme previsto no Decreto nº 7.390/2010, este o Plano Setorial da Mineração deverá ser submetido a revisões em períodos regulares não superiores a dois anos, objetivando readequá-lo às demandas da sociedade e incorporando novas ações e metas, de acordo com a evolução do setor, dos volumes de minério produzidos, das novas descobertas, redimensionamento de jazidas e tecnologias associadas a exploração, lavra e transporte interno.

## 5. Abrangência

O escopo deste Plano foi definido levando-se em conta três dimensões: cadeia de valor, bem mineral, e limites organizacionais e operacionais de emissão.

Em relação à cadeia de valor, considerou-se a etapa de mineração que, tal como definido no Inventário, inclui as atividades de lavra, beneficiamento físico, pelotização e transporte interno. Portanto, **não foram consideradas as atividades de processamento químico mineral e transporte externo**. Essas atividades devem ser consideradas nos planos de mitigação dos setores de indústria e transportes, respectivamente. Assim, é importante ressaltar que **todas as ferro-ligas não foram consideradas neste plano** (Ferro-níquel e ferro-manganês, por exemplo), já que são bens minerais cujo processo envolve transformação química.

Em termos de bem mineral, este plano é aplicável ao minério de ferro incluindo pelotização, potássio, fosfato, zinco, níquel, chumbo, ouro, cobre, bauxita, nióbio, manganês, agregados (areia e brita industrial) e carvão mineral. No estabelecimento dos limites operacionais as emissões de GEE foram categorizadas em emissões como provenientes de fontes diretas (Escopo 1) ou indiretas (Escopos 2 e 3). As emissões do Escopo 1 referem-se às emissões da própria empresa (emissões físicas), incluídas as emissões da queima de combustível, dos processos de fabricação; e de transporte interno na lavra. As emissões do Escopo 2 referem-se àquelas provenientes da geração de energia adquirida de terceiros, mas consumida pela empresa (comprada ou trazida para dentro dos limites organizacionais da empresa) – eletricidade e/ou vapor. Todas as demais fontes de emissões de GEE possivelmente atribuíveis à atividade da empresa referem-se ao Escopo 3.

Em termos de limites organizacionais e operacionais, foram analisadas as emissões dos escopos 1 e 2. No entanto, em relação ao indicador de efetividade do plano, foram consideradas apenas emissões de escopo 1, devido à não acionabilidade do setor no que tange ao fator de emissão específico do consumo da energia elétrica e da possível sobreposição de iniciativas com outros planos setoriais, como o de Energia. O escopo 3 de emissões de GEE, indiretas à atividade da empresa, não foi considerado neste plano para evitar sobreposições com outros planos setoriais.

Em relação ao limite do processo produtivo, para cada minério analisado foram consideradas a atividade de lavra, beneficiamento físico e transporte interno.

## 6. Base Legal

Na esfera internacional, as negociações atuais sobre mudança do clima têm como referência a 13ª Conferência das Partes (COP-13) na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), em dezembro de 2007, que consolidou as negociações sobre o futuro do regime de mudança do clima em dois trilhos: I. Novas metas de redução de emissões dos países desenvolvidos, válidas para o segundo período de cumprimento (após 2012) do Protocolo de Quioto; II. Plano de Ação de Bali, para negociações de ações cooperativas nas áreas de mitigação, adaptação, financiamento e tecnologia, com vistas a fortalecer a implementação da Convenção no curto, médio e longo prazo, conforme adotadas na COP-13.

A 15ª Conferência das Partes (COP-15) na UNFCCC foi realizada em Copenhague em dezembro de 2009. Consultas políticas de alto nível, conduzidas por grupo limitado de países, incluindo o Brasil, geraram texto resumido, intitulado “Acordo de Copenhague”, que foi apresentado como projeto de decisão da Conferência das Partes.

No Brasil, foi promulgado o Decreto nº 6.263, em novembro de 2007, pelo qual o governo criou o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima com a função de elaborar a Política Nacional sobre Mudança do Clima e o Plano Nacional sobre Mudança do Clima.

A Política Nacional sobre Mudança Climática foi instituída e deixou clara a necessidade dos setores econômicos conhecerem suas respectivas emissões de gases de efeito estufa (GEE), para com vistas a contribuir para os objetivos anunciados na referida política.

Esta lei dispõe em seu artigo 11 que “os princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos das políticas públicas e programas governamentais deverão compatibilizar-se com os princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos desta Política Nacional sobre Mudança do Clima.” Em seu parágrafo único estabelece a obrigatoriedade de elaboração de Planos Setoriais de Mitigação e de Adaptação às Mudanças do Clima, onde se inclui o Plano Setorial de Mineração, visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono.

O Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei 12.187/2009, estabelece em seu Art. 4º prazo até 15 de dezembro de 2011 e dispõe, em seu parágrafo único, que a elaboração dos Planos Setoriais deverá contar com amplo processo de consulta pública aos setores interessados, em especial a representação das atividades econômicas diretamente afetadas. Estabelece, também, o seguinte conteúdo mínimo: I. meta de redução de emissões em 2020, incluindo metas gradativas com intervalo máximo de três anos; II. ações a serem implementadas; III. definição de indicadores para o monitoramento e avaliação de sua efetividade; IV. proposta de instrumentos de regulação e incentivo para implementação do respectivo Plano; e V. estudos setoriais de competitividade com estimativa de custos e impactos.

## 7. Panorama das emissões no setor de mineração

Este capítulo busca apresentar a situação das emissões no ano base, a tendência de evolução até 2020 e as iniciativas de abatimento que constituem o cenário de baixo carbono.

### 7.1. Sumário executivo

As emissões de GEE do setor de mineração devem evoluir de 10,0 Mt de CO<sub>2</sub>e em 2008 para 17,4 Mt de CO<sub>2</sub>e em 2020, e 26,1 Mt de CO<sub>2</sub>e em 2030, tendo em conta os fatores de emissão considerados neste trabalho e a projeção de crescimento da produção por bem mineral, segundo o PNM 2030.

As principais fontes emissoras do setor, responsáveis por cerca de 80% das emissões previstas em 2020, são a extração e o beneficiamento físico de minério de Ferro e de agregados (areia e pedra britada para construção civil), e o processamento de minério de ferro em pelotas.

Para esses minérios foram analisadas cerca de 70 iniciativas de abatimento, sendo que 12 foram discutidas neste plano por apresentarem maior potencial de abatimento e facilidade de implantação no contexto brasileiro. Estas 12 iniciativas foram agrupadas em três programas de abatimento, conforme a seguir:

1) **Alteração da fonte energética utilizada nos processos** – programa constituído de iniciativas de substituição de combustíveis de alto teor de carbono não renovável por combustíveis renováveis ou com menor teor de carbono não renovável. Um exemplo de iniciativa é a substituição do uso de óleo combustível por gás natural nas usinas de pelletização.

2) **Otimização dos ativos da mineração** – programa constituído de iniciativas de troca de equipamentos ou instalação de peças que otimizem o consumo de combustível ou eletricidade. Um exemplo de iniciativa é a renovação progressiva da frota por caminhões com maior capacidade e melhor nível de consumo de combustível.

3) **Uso de novas tecnologias na mineração** – programa constituído de iniciativas de alteração de projeto das minas e uso de novas tecnologias de mineração. Um exemplo de iniciativa é a britagem na mina e o uso de correias transportadoras, em substituição ao uso de caminhões e britagem na área de beneficiamento.

Para estimar o potencial de abatimento de cada iniciativa, foram criados três cenários de baixo carbono que consideram diferentes alcances para as iniciativas de acordo com as barreiras consideradas, os quais foram nomeados:

Cenário 1 – considera que o alcance das iniciativas será o máximo possível dado o conhecimento atual da tecnologia de produção.

Cenário 2 – considera as barreiras financeiras, políticas e culturais, mas adota uma visão positiva das ações que podem ser tomadas para superar tais barreiras.

Cenário 3 - considera as barreiras de forma mais crítica e limita o alcance das iniciativas a situações claramente benéficas para a sociedade e para os entes privados.

Dessa forma, como pode ser visto na Tabela 1, o potencial de abatimento do setor mineral, **superadas as barreiras para implementação de cada iniciativa**, varia entre 740 a 2.700 mil tCO<sub>2</sub>e para o ano de 2020.

**Tabela 1. Potencial de abatimento de emissões de programas por cenário**

Programa	Potencial de abatimento após superadas as barreiras para implementação de cada programa (t CO <sub>2</sub> e)		
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Alteração da fonte energética usada nos processos	265.382	189.950	105.973
Otimização de ativos na mineração	335.615	201.540	163.470
Uso de novas tecnologias de mineração	2.107.413	835.099	466.940
<b>Total</b>	<b>2.718.691</b>	<b>1.231.728</b>	<b>739.537</b>

## 7.2. Cenário base

Para o cálculo do potencial de abatimento das iniciativas, foi necessário estimar o total de emissões em 2020, para as 14 tipologias minerais e pelotização, analisadas neste Plano. Este cenário base foi produzido a partir de três passos:

**Passo 1: Definição dos índices de emissões dos minérios.** A partir das emissões atuais inventariadas pelo setor e do nível de produção atual, foi possível definir os índices de emissão para 10 minérios. Por meio de análises do processo produtivo, de *benchmarks* internacionais e de entrevistas com empresas, foi possível obter os índices de emissão para os demais minérios.

**Passo 2: Cálculo da previsão de produção para 2020.** A partir do crescimento de produção previsto por minério no PNM 2030, foi possível calcular a produção projetada para 2020.

**Passo 3: Cálculo do total de emissões futuras.** Multiplicando-se o índice de emissão dos minérios e a produção prevista para cada minério, foi possível obter o total de emissões futuras do setor.

A seguir, são detalhados os passos e discriminados os valores utilizados nas estimativas.

### 7.2.1. Formação do índice de emissão por minério

Para os 10 minérios que possuíam as emissões inventariadas, o cálculo do índice de emissão específico foi realizado dividindo-se o total de emissões pela produção mineral do ano base. Os índices de emissão destes minérios podem ser verificados na Tabela 2.

Foi utilizado o Inventário como fonte da emissão total devido a sua representatividade. O processo de elaboração do Inventário contou com a colaboração de 33 companhias do setor, que representavam cerca de 80% da produção de minérios. Embora o inventário tenha sido realizado em 2010, o ano de referência de 2008 foi escolhido, pois a produção mineral brasileira ainda não havia sido afetada pela crise econômica que se manifestou fortemente nos períodos seguintes. Dessa forma, partiu-se do princípio que as emissões de 2008 refletiam o comportamento normal das operações de mineração no escopo deste trabalho. Para garantir que esses índices de emissões específicas fossem adequados e realistas, foram verificados *benchmarks* nacionais de emissão específica para todos os minérios e *benchmarks* internacionais para os mais representativos em termos de emissão. Além disso, foram efetuadas entrevistas com especialistas do setor produtivo e visitas técnicas às instalações das empresas para análise do consumo do processo produtivo.

Para os demais minérios, foi feita uma análise do processo produtivo, detalhada nos próximos parágrafos, para definir o índice de emissão de cada um deles. O total de produção e de emissão e o índice de emissão podem ser encontrados na tabela 3.

**Tabela 2. Formação do índice de emissão de 10 minérios**

Minério	Total de emissões inventariado (tCO <sub>2</sub> e)	Total de produção 2008 (t de ROM)	Índice de emissão (kg CO <sub>2</sub> e ROM)
Bauxita	379.500	38.219.777	9,93
Cobre	308.305	38.787.612	7,95
Caulim	317.212	7.911.970	40,09
Ferro	1.516.380	491.524.678	3,09
Pelotas	5.957.420	55.300.000	107,73
Níquel	14.169	6.731.152	2,10
Zinco	22.240	2.241.207	9,92
Manganês	8.496	5.574.401	1,52
Nióbio	13.948	20.969.928	0,67
Potássio	20.231	2.562.250	7,90
<b>Fonte</b>	Inventário IBRAM	Anuário Mineral Brasileiro - 2009	Cálculo

**Tabela 3. Formação do total de emissões de 5 minérios**

Minério (ROM)	Total de emissões inventariado (t de CO <sub>2</sub> e)	Total de produção ano base (t)	Índice de emissão por minério (Kg CO <sub>2</sub> e / t)
Carvão	120.864	16.149.934	7,48
Fosfato	152.239	43.316.954	22,63
Brita	340.026	161.569.474	2,11
Areia	569.116	269.723.342	2,61
Ouro	303.180	118.995.198	2,55
<b>Fonte</b>	Cálculo	Anuário Mineral Brasileiro - 2009	Análise de processos produtivos

Em relação ao ouro, apesar de ter sido inventariado, considerou-se que as emissões estabelecidas para o ano base não poderiam ser utilizadas para estimativas futuras, pois incorporavam eventos não recorrentes como a retirada da cobertura vegetal. Dessa forma, foram realizadas reuniões com o setor produtivo e comparações com *benchmarks* nacionais e internacionais para a definição dos índices utilizados neste plano. Nas reuniões com o setor produtivo foram discutidos os consumos de combustíveis e eletricidade no processo de extração e beneficiamento do metal. Assim, foi possível obter o índice de emissão do processo no contexto brasileiro.

Quanto ao fosfato, este foi desconsiderado no Inventário do Ibram por razões conjunturais de transferência de controles. Neste trabalho, sua inclusão foi possível mediante consulta às empresas produtoras em 2011, quando já estavam disponíveis inventários consolidados pelos atuais controladores. Foram obtidas as bases de dados relativas a consumo de materiais por minério, produção do minério e emissões advindas da extração do mesmo. Desta forma, foi obtido um índice de emissão específico para este minério.

Em relação aos agregados utilizados na construção civil, foram conduzidas entrevistas nas empresas representativas do setor, e discussões sobre as emissões advindas do processo com a associação de produtores, ANEPAC, e analisados relatórios de sustentabilidade de *benchmarks* nacionais e internacionais. Além disso, verificou-se o consumo de combustíveis e eletricidade do processo por meio de análises das bases de dados de empresas representativas do setor. A partir destas atividades, foi definido o índice de emissão específica para os agregados.

No que concerne ao carvão energético, analisou-se a emissão advinda do processo por meio de visita técnica a uma mina de carvão, para análise do processo e discussão sobre emissões com a associação de produtores e com empresas representativas do setor. Ao todo, analisou-se o consumo de materiais por etapa de processo de sete minas de carvão. Também se atualizou o inventário de emissões fugitivas do minério e verificaram-se *benchmarks* internacionais de emissão. Com esse processo, foi possível obter o índice de

emissão a partir da ponderação dos índices de emissão de cada uma das minas de carvão pela sua representatividade, em termos de produção.

Para fins de balizamento dos índices de emissão criados, especialmente do minério de ferro, foram verificados *benchmarks* internacionais, que também auxiliam na comparação do índice de emissão por tonelada produzida no Brasil e em outros países do mundo. O resultado comparativo para o ferro, exibido na Tabela 4, mostra que o processo produtivo do minério de ferro das empresas brasileiras emite menos que processos de empresas de outros países. Isso ocorre principalmente devido à matriz energética do país, que possui um alto percentual de produção utilizando fontes renováveis.

**Tabela 4. Índice de emissão do ferro comparativo**

Índice de emissão (kg CO <sub>2</sub> e/t)	Brasil	Empresa estrangeira 1	Empresa estrangeira 2
Ferro	3,09	6,01	9,37

**7.2.1.1 Crescimento do índice de emissão por minério**

No contexto do setor de mineração, há variáveis que podem afetar o índice de emissões de CO<sub>2</sub>e por minério, principalmente em relação à mineração a céu aberto. A Figura 1 exemplifica as tendências a serem consideradas, em um estudo mais aprofundado, em termos de emissões específicas dos minérios, bem como o seu impacto no total de emissões.

**Principais fatores tendenciais para mineração**

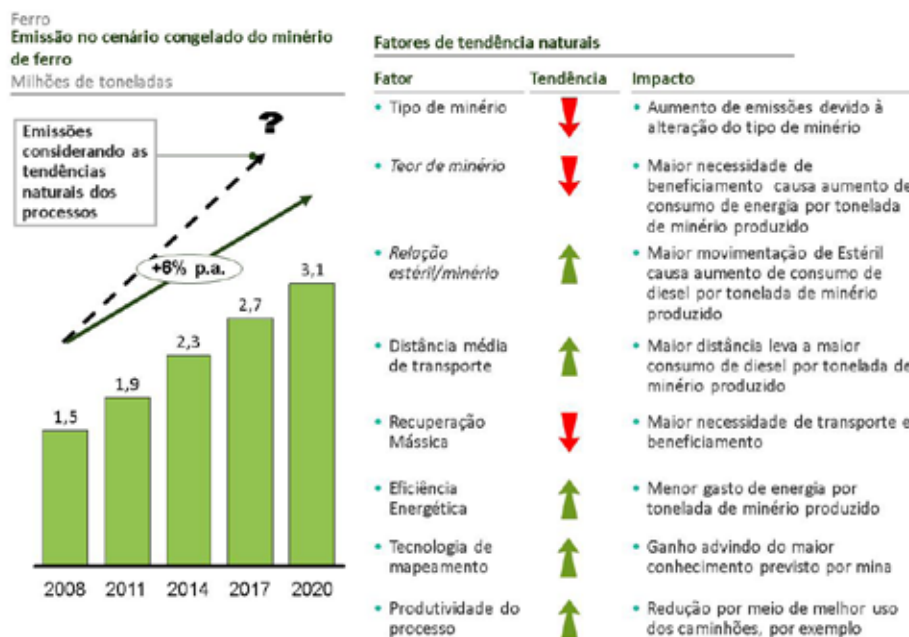


Figura 1. Principais fatores tendenciais para mineração



Existem oito fatores principais que interferem na emissão de GEE no setor de mineração:

- » *Alteração no tipo de minério extraído*: mudança no tipo de minério - por exemplo minério oxidado para minério primário - afeta o nível de emissões devido à maior necessidade de processamento resultante da diferença entre os componentes;
- » *Teor (Mineral grade)*: o teor de minério afeta o nível de emissões devido à maior necessidade de beneficiamento quanto menor o *grade* da rocha;
- » *Relação Estéril/Minério (Strip ratio)*: a quantidade de material estéril a ser retirado em relação ao total de minério existente na rocha influencia o nível de emissões devido à maior necessidade de carregamento e transporte de material e, conseqüentemente, maior emissão advinda do gasto de combustível - essa tendência pode ser evitada por novas tecnologias de mapeamento, conforme fator abaixo;
- » *Maior conhecimento das reservas minerais*: pesquisas e novas tecnologias podem permitir um mapeamento mais detalhado da jazida mineral, e assim melhorar a relação estéril/minério;
- » *Distância média de transporte*: as distâncias entre a cava e o beneficiamento, e entre a cava e a pilha de estéril, influenciam na distância a ser percorrida pelos caminhões e, conseqüentemente, no gasto de combustível;
- » *Eficiência energética dos motores*: motores mais eficientes consomem menos combustível; ou energia e, por consequência, reduzem as emissões.
- » *Recuperação mássica*: um índice mais baixo de recuperação mássica acarreta em maior gasto de energia por tonelada de minério produzido.
- » *Produtividade do processo*: um processo com maior produtividade, isto é, com ativos mais ajustados ao nível de produção e com menor índice de retrabalho e desperdício, gera um índice de emissão reduzido.

No longo prazo, as emissões específicas por tonelada produzida tendem a crescer, devido principalmente à deterioração do *teor do minério nas minas* e ao aumento da relação estéril/minério. Por meio de exercícios teóricos, é possível modelar o impacto desses fatores nas emissões. Entretanto, essa modelagem requer dados detalhados dos planos de lavra atuais e futuros por mina para um conjunto representativo de minas. Esses dados não estão disponíveis publicamente e, muitas vezes, podem revelar informações confidenciais que as empresas não têm obrigação de publicar. Dessa forma, foi inviável modelar o impacto das variáveis tendenciais nas emissões específicas.

**7.2.2. Projeção da produção**

Com base no Plano Nacional de Mineração 2030, foi possível verificar qual o percentual de crescimento previsto de produção para cada minério. O PNM 2030 considera uma taxa de crescimento anual diferente para o período entre 2008 e 2015, 2015 e 2022, e 2022 e 2030, com variações para cada minério em função das premissas que afetam o crescimento dos mesmos. Assim, para cada minério obteve-se o percentual de crescimento previsto por período, apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5. Percentual de crescimento por minério**

Minério	Crescimento previsto (%)		
	2008-2015	2015-2022	2022-2030
Ferro	7,6%	4,5%	4,1%
Pelotização	2,6%	4,0%	4,0%
Agregados (brita e areia)	5,6%	5,6%	4,6%
Carvão	3,0%	15,0%	3,3%
Manganês	4,3%	4,3%	4,3%
Cobre	12,7%	4,9%	4,6%
Bauxita	5,5%	4,3%	4,3%
Ouro	11,9%	6,0%	1,3%
Caulim	3,8%	3,8%	3,8%
Níquel	18,2%	5,0%	5,0%
Zinco	5,1%	5,1%	5,1%
Fosfato	5,5%	4,6%	4,6%
Nióbio	4,5%	4,5%	4,5%
Potássio	28,0%	5,0%	5,1%

Para calcular a previsão de produção em 2020, utilizou-se a produção do ano base 2008, fornecida pelo Anuário Mineral Brasileiro de 2009, e as taxas de crescimento da Tabela 5. Assim, foi possível obter a produção prevista em 2011, 2014, 2017, 2020 e 2030, conforme apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6. Formação do total de produção em 2020 por tipo de minério**

Minério	Un.	2011	2014	2017	2020	2030
Ferro	Mt	612,3	762,8	896,3	1.022,9	1.540,5
Pelotização	Mt	59,7	64,5	71,6	80,5	119,2
Brita	Mt	189,8	223,5	263,2	309,9	495,2
Areia	Mt	317,6	374,0	440,4	518,7	828,8
Carvão	Mt	17,6	19,3	26,3	40,0	68,5
Bauxita	Mt	44,9	52,7	60,5	68,6	104,5
Ouro	t	166,7	233,6	293,7	349,8	435,9
Cobre	Kt	55,5	79,5	98,6	113,8	179,4
Caulim	Mt	8,8	9,9	11,1	12,4	18,0
Níquel	Kt	11,1	18,4	23,9	27,7	45,1
Zinco	Kt	2,6	3,0	3,5	4,1	6,7
Fosfato	Mt	7,9	9,3	10,7	12,3	19,2
Manganês	Mt	6,3	7,2	8,1	9,2	14,1
Nióbio	Kt	23,9	27,3	31,2	35,6	55,2
Potássio	Mt	5,4	11,3	15,9	18,4	30,2

Fonte: PNM 2030, Anuário Mineral Brasileiro de 2009

**7.2.3 Considerações sobre o Cenário Base**

Utilizando os índices de emissão específica por minério e a produção prevista de cada minério até 2020, foi possível estabelecer um cenário base de emissões para o ano de 2020. Neste cenário, o crescimento das emissões é de 4,7% a.a. no período de 2008 a 2020. Em termos absolutos, as emissões aumentam de 10,0 Mt CO<sub>2</sub>e para 17,4 Mt CO<sub>2</sub>e, cerca de 1,7 vez superior ao nível base. Em relação a 2030, o crescimento é de cerca de 2,6 vezes em relação ao nível base. A Figura 2 apresenta os resultados encontrados.

**Cenário previsto de emissões**

Total de emissões previsto por ano

Milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e

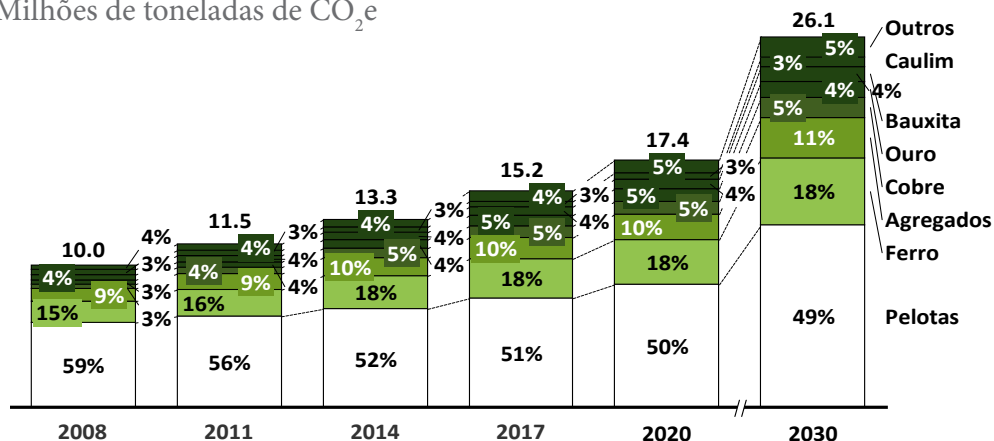


Figura 2. Cenário base

Do total de emissões em 2020, destacam-se as emissões advindas do processo de pelotização, com 50% do total, de ferro, com 18% do total, e agregados, com 10%. Os

demais minérios respondem por participações menores, sendo o cobre, o ouro, a bauxita e o caulim responsáveis por, respectivamente, 5%, 5%, 4% e 3% das emissões. Os demais minérios, manganês, nióbio, potássio, fosfato, carvão, níquel e zinco, somados, respondem por cerca de 5% das emissões.

O nível de emissões por minério aumenta em relação ao ano base, devido ao aumento de produção, definido anteriormente. Assim, o nível de emissões da pelotização, por exemplo, aumenta, mas em um ritmo menor que o dos demais minérios já que o crescimento anual projetado para pelotas de cerca de 4% é menor que o crescimento anual dos demais minérios, de aproximadamente 5%.

Dessa maneira, verifica-se uma participação menor do processo de pelotização nas emissões. Apesar do processo de pelotização ser a principal fonte emissora da mineração, este processo no Brasil é considerado *benchmark* mundial, em relação a emissões de CO<sub>2</sub>, pois utiliza novas tecnologias e combustíveis que geram baixa emissão. Além disso, quando se analisa a cadeia de valor da produção de aço, a pelotização é, na realidade, uma oportunidade de redução de emissões que deveria ser fomentada, conforme discutido no Quadro 1.

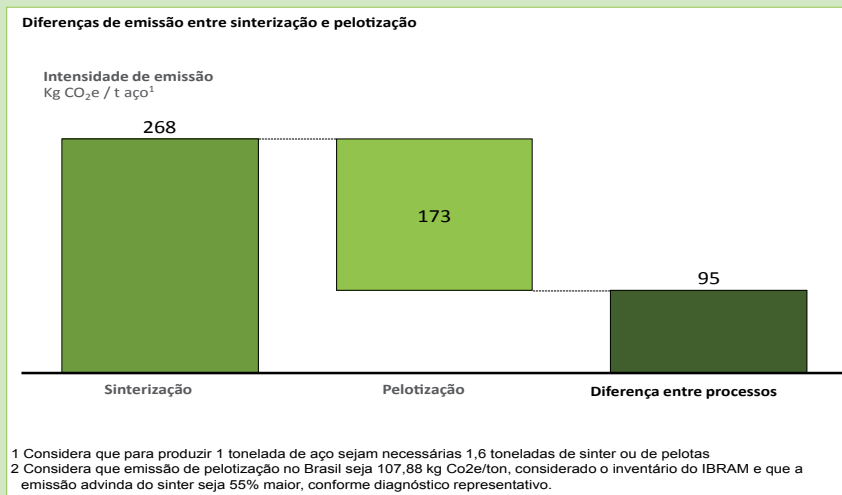
**Quadro 1 – Visão integrada do uso de pelotas de minério de ferro**

Apesar do beneficiamento de minério de ferro ser a maior fonte emissora de GEE no setor de mineração, o uso de pelotas de ferro é uma prática que tem o potencial de reduzir emissões globais de GEE quando se adota uma visão integrada da cadeia de transformação de minério de ferro em aço.

Isso se deve ao fato que o uso de pelotas em vez de minério de ferro na forma tradicional de sinter, aumenta a eficiência do processo de redução do minério em ferro gusa nos altos fornos, reduzindo a intensidade de emissão. Isso ocorre devido a uma maior eficácia da pelota no alto forno, ao maior conteúdo de ferro na pelota e ao menor conteúdo de carvão e escória.

O impacto positivo do uso de pelotas foi pesquisado por diversas instituições tais como o Fraunhofer Institut, organização alemã formada por mais de 60 institutos de pesquisa.

A pelotização gera duas a três vezes menos emissão que a sinterização, conforme resultado de um diagnóstico representativo das emissões dos dois processos, detalhado na figura 4. A produção de pelotas no cenário brasileiro implica em uma emissão de 172,6 Kg CO<sub>2</sub>e/ton de aço, enquanto a emissão advinda da sinterização seria o equivalente a 267,5 kg CO<sub>2</sub>e / ton de aço. Isso implica em um abatimento líquido de 94,9 kg CO<sub>2</sub>e / ton de aço.



#### 7.2.4. Atualização da linha de base

A linha de base deverá ser atualizada a cada novo inventário de emissões do setor de mineração, dado que ocorrerão alterações no índice de emissão específica, considerando os fatores naturais de aumento de emissão e dado que poderão ser acrescentados novos materiais. Desta forma a linha de base deve ser atualizada levando em consideração principalmente esses dois critérios. É necessário também considerar que o potencial de redução de emissão é afetado de acordo com a linha de base utilizada.

#### 7.3. Potencial de abatimento

A partir do total previsto de emissões para 2020, é possível analisar qual o potencial de redução de emissões pelos três programas de redução, **ultrapassadas as barreiras para implementação das iniciativas**. É importante ressaltar que, mesmo para o caso do ferro, o cálculo minucioso do potencial de abatimento é dependente de muitas variáveis ainda não disponíveis, como variabilidade de consumo por tipologia, tamanho, idade e tecnologia da mina. Logo, o estabelecimento futuro de metas de abatimento dependerá de conhecimento mais preciso da real viabilidade. Finalmente, cabe considerar que, apesar da abrangente busca efetuada por iniciativas de abatimento, as empresas não devem se restringir as iniciativas constantes neste documento, sendo possível que elas tomem iniciativa e proponham novas formas de mitigar as emissões de seus processos.

Neste capítulo, apresentam-se em detalhe quais são as iniciativas existentes por programa e qual o potencial de abatimento previsto, exercício que terá que ser validado com a realidade do setor em seus diversos segmentos. No apêndice podem ser encontradas as tabelas de cálculo e de resultados do potencial de abatimento.

##### 7.3.1 Descrição das iniciativas de abatimento de emissões de GEE

Para definição das iniciativas de abatimento foram realizados diagnósticos de processos de *benchmarks* internacionais, resultando num conjunto de 44 iniciativas de abatimento de emissões de GEE para atividades extrativas e 24 iniciativas para pelotização. A partir deste conjunto de iniciativas, foram efetuadas algumas discussões com técnicos do setor produtivo e especialistas da área de mineração e sustentabilidade para entender a aplicabilidade das mesmas no cenário brasileiro. Por meio dessas discussões foi possível acrescentar outras iniciativas aplicáveis além das discutidas no conjunto inicial. Finalmente, foram criados três programas principais de redução de emissões:

- 1) **Alteração da fonte energética utilizada nos processos** – programa constituído de iniciativas de substituição de combustíveis de alto teor de carbono por combustíveis renováveis;
- 2) **Otimização dos ativos da mineração** – programa constituído de iniciativas de troca de equipamentos ou instalação de peças que otimizem o consumo de combustível ou eletricidade;

3) **Uso de novas tecnologias na mineração** – programa constituído de iniciativas de alteração de desenho das minas e uso de equipamentos avançados para a mineração.

As iniciativas de abatimento foram desenhadas para os três produtos que respondem por cerca de 80% das emissões: ferro, pelotas e agregados, e também para o carvão energético. As iniciativas foram elaboradas a partir de entrevistas com técnicos de empresas do setor produtivo, análises de processos produtivos de empresas nacionais e internacionais de mineração e pelotização, e com especialistas dos setores de mineração e sustentabilidade. Cabe ressaltar que não foram consideradas iniciativas para minérios, cujo total de emissões previsto para 2020 fosse considerado inferior a 5%. A tabela 7 sumariza os 3 programas e as 12 iniciativas.

**Tabela 7. Iniciativas por programa**

Programa	Iniciativas do programa
<b>Alteração da fonte energética utilizada no processo</b>	1. Uso de biocombustíveis no transporte interno, 2. Uso de gás natural nas usinas de pelotização, 3. Uso de carvão vegetal em substituição ao antracito,
<b>Otimização dos ativos da mineração</b>	4. Substituição de frota e aumento da capacidade dos caminhões de mineração, 5. Otimização da combustão no forno de pelotização, 6. Uso de equipamentos que otimizem consumo de insumos, 7. Instalação de VSD nos ventiladores das usinas de Pelotização, 8. Instalação de equipamento de torque alternativo nos Caminhões de mineração, 9. Instalação de moinhos verticais em substituição aos moinhos tubulares nas usinas de pelotização,
<b>Uso de novas tecnologias de mineração</b>	10. Uso de auxílio elétrico a caminhões, 11. Uso de correias transportadoras e britagem na mina, 12. Uso de veículos híbridos.

A seguir será apresentada uma descrição completa de cada iniciativa pertinente por minério, **cabe ressaltar que as iniciativas só poderão ser implementadas caso sejam superadas as barreiras detalhadas no capítulo 8.**

**Ferro:**

- » Uso de biocombustíveis: O uso de biocombustíveis reduz as emissões devido a um fator de emissão proveniente de uma fonte renovável. Neste Plano, foi considerado como biocombustível o biocombustível B10 de palma, obtido pela mistura de 10% de biocombustível de palma e 90% de diesel. Utilizou-se o biocombustível B10, em

vez do B20, pois se considerou que a oferta do óleo de palma é um limitante para o aumento da mistura (no caso, o principal fator limitante à implementação desta iniciativa é o crescimento sustentável da área de plantio da palma).

- » Uso de correias transportadoras e britagem na mina: A substituição de caminhões para transporte interno por correias transportadoras, e consequente adoção de britagem na mina, reduz as emissões devido ao alto fator de emissão e consumo do diesel na produção. O uso de britagem na mina e posterior transporte do minério já beneficiado por meio de correias reduzem as emissões advindas do diesel dos caminhões de transporte. Esta substituição pode ser parcial ou total; neste último caso, se configuraria uma mina sem caminhões. A inserção de correias transportadoras no processo envolve um alto valor de investimento.
- » Torque alternativo: A instalação de equipamento de otimização de torque de caminhões (*fan clutch*) diminui as emissões devido à redução no consumo de combustível, estimada em 5%. Este equipamento tem investimento baixo em relação aos outros investimentos efetuados por uma empresa do setor.
- » Caminhões híbridos: O uso de caminhões híbridos na frota, que utilizam o diesel e a eletricidade para dar partida no motor, permite a redução do consumo de combustível justamente por utilizar eletricidade nos momentos de maior consumo do caminhão e por acumular energia nos momentos em que o caminhão está em declive. No entanto, o investimento necessário para essa iniciativa é considerado significativamente maior que o necessário para o uso de um caminhão normal, podendo até acarretar o dobro do investimento.
- » Auxílio elétrico: O maior consumo de combustível de uma mina ocorre quando os caminhões com o minério percorrem estradas com subidas muito íngremes. Desta maneira, o consumo de diesel é substituído por consumo de eletricidade, possibilitando a redução das emissões. A principal barreira à implementação desta iniciativa é o investimento robusto na instalação do equipamento nas estradas da mina e nos caminhões.

#### Pelotização:

Em relação à pelletização, as iniciativas desenhadas para este processo são:

- » Uso de gás natural: A substituição do óleo combustível por gás natural como combustível para o forno nas usinas de pelletização reduz as emissões de CO<sub>2</sub>e. Isto ocorre porque o gás natural possui um teor de carbono menor em comparação com o óleo combustível. Esta iniciativa já está implementada com sucesso em quase todas as usinas de pelletização do País, exceto na usina de São Luís, devido à indisponibilidade de oferta de gás natural. A instalação do sistema tem um investimento significativo, superior a 10 milhões de reais por usina.

- » Otimização do consumo de eletricidade: A otimização do consumo de energia, com redução da variação do consumo nos ventiladores, reduz as emissões, devido ao menor consumo de eletricidade. Outra iniciativa neste sentido é o uso de moinhos verticais, em vez de moinhos tubulares, para novas usinas de pelotização. O consumo de eletricidade dos ventiladores e dos moinhos representa cerca de 70% do consumo de uma planta, o que possibilita uma maior redução de emissões.
- » Otimização da combustão: Por meio de instalação de um sistema otimizado é possível reduzir a variação de consumo de insumos por tonelada de pelota produzida. Dessa forma, é possível diminuir o consumo de gás natural.

#### **Agregados (brita):**

A respeito de iniciativas relacionadas a agregados (brita), as principais iniciativas estão detalhadas abaixo.

- » Renovação de frota: A substituição da frota de caminhões atuais por caminhões maiores e mais novos tem como objetivo a redução do consumo de combustível. Isso ocorre devido a dois fatores: a melhor eficiência de consumo de caminhões novos; e ao menor número de viagens para transporte do minério. O principal entrave para implementação desta iniciativa é o investimento significativo nesta substituição, o que dificulta a adoção desta iniciativa por empresas de pequeno porte.
- » Torque alternativo: A instalação de equipamento de otimização de torque de caminhões (*fan clutch*) diminui as emissões devido à redução no consumo de combustível, estimada em 5%. Este equipamento tem investimento baixo em relação aos outros investimentos efetuados por uma empresa do setor.

#### **Carvão:**

- » Renovação de frota: A substituição da frota de caminhões atuais por caminhões maiores e mais novos tem como objetivo a redução do consumo de combustível. Isso ocorre devido a dois fatores: a melhor eficiência de consumo de caminhões novos; e ao menor número de viagens para transporte do minério. O principal entrave para implementação desta iniciativa é o investimento significativo nesta substituição, o que dificulta a adoção desta iniciativa por empresas de pequeno porte.
- » Torque alternativo: A instalação de equipamento de otimização de torque de caminhões (*fan clutch*) diminui as emissões devido à redução no consumo de combustível, estimada em 5%. Este equipamento tem investimento baixo em relação aos outros investimentos efetuados por uma empresa do setor.

### **7.3.2 Formação de cenários de alcance de iniciativas**

Para estimar o potencial de abatimento de cada iniciativa foram construídos três cenários de baixo carbono descritos anteriormente e sumarizados a seguir:



1) **Cenário 1:** Considera máximo alcance possível, dado o conhecimento atual da tecnologia de produção.

2) **Cenário 2:** Considera barreiras financeiras, políticas e culturais à implementação das iniciativas.

3) **Cenário 3:** Considera as barreiras dos demais cenários e limita o alcance a situações claramente benéficas.

Para cada iniciativa, foi considerado um cenário preliminar de alcance de acordo com as seguintes diferenciações: produção prevista em 2020 de minas de ferro já existentes e de projetos, e de minas de ferro com grande e pequena quantidade prevista de produção em 2020; produção prevista em 2020 por projeto de usina de pelotização e por usinas de pelotização já existentes; produção prevista em 2020 por minas de carvão subterrâneas e a céu aberto; e, finalmente, para os agregados, foram consideradas diferenciações entre a produção de empresas líderes do mercado e das demais empresas.

### 7.3.3. Potencial de abatimento por iniciativa

O potencial de cada iniciativa foi calculado com base na avaliação do impacto da iniciativa no consumo, na emissão específica ou no tipo de fonte energética utilizada, conforme a Figura 3.

#### Cálculo do potencial de abatimento

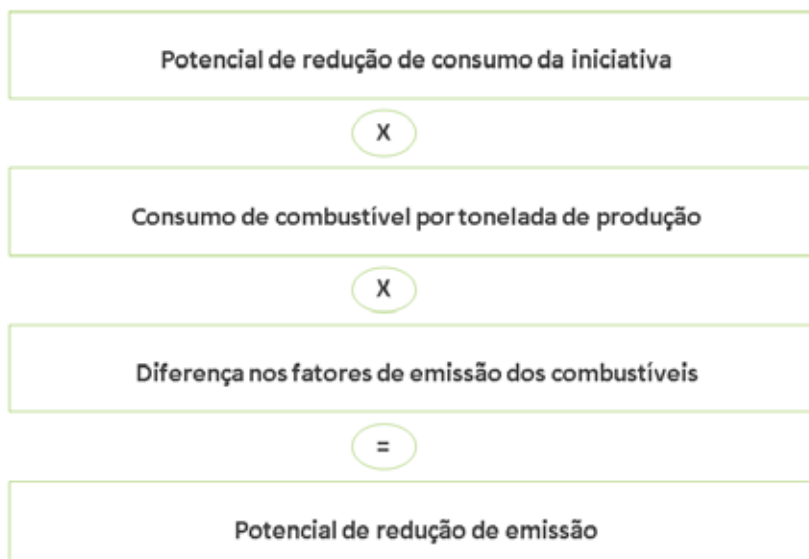


Figura 3. Metodologia de cálculo do potencial de abatimento

Para o cálculo do consumo de combustível para produção foram utilizados *benchmarks* internacionais e nacionais, e buscou-se obter um padrão de consumo nacional por tonelada de minério produzido. É importante ressaltar que, para o cálculo minucioso do potencial de abatimento, é necessário entender a variabilidade de consumo por

tipologia, tamanho, idade e tecnologia da mina, e considerá-la para o estabelecimento, no futuro, de metas setoriais. Além disso, o potencial de redução somente poderá ser obtido ultrapassadas as barreiras para implementação das iniciativas, detalhadas no capítulo 8.

**8. Barreiras e estratégias de implementação dos programas**

Para cada iniciativa é necessário entender quais as barreiras à implementação e como tais barreiras podem ser ultrapassadas a fim de obter insumos para o detalhamento dos planos operativos de cada iniciativa. Além disso, é necessário um estudo mais aprofundado para entender dificuldades regionais de implementação das iniciativas. Contudo, nesta seção, é apresentada uma “visão macro” de eventuais dificuldades e possíveis maneiras de mitigação, conforme mostra a Tabela 8.

**Tabela 8. Barreiras para iniciativas**

Iniciativas do programa	Barreiras	Mitigação de barreiras
Uso de biocombustíveis no transporte interno	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Oferta regional de biocombustível</li> <li>» Logística de escoamento do combustível</li> <li>» Capacidade de produção brasileira</li> <li>» Baixa disponibilidade de mudas de semente para plantas</li> <li>» Preço competitivo do biocombustível em relação ao diesel</li> <li>» Zoneamento fundiário – fazendas plantadas têm diversos proprietários oficiais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Fomento à indústria de produção de biocombustível de palma</li> <li>» Melhorar logística de infraestrutura para o escoamento da óleo de palma do Norte do País</li> <li>» Sistema de transporte eficiente (dutovias)</li> <li>» Investimento em P&amp;D para novos biocombustíveis e aumento da produtividade dos atuais</li> <li>» Legislação de demanda adequada para incentivar a produção e o mercado regular de biocombustível a preços competitivos</li> <li>» Investimento do governo a ser feito em áreas para a produção do biocombustível</li> <li>» Incentivo à produção de sementes no País</li> <li>» Incentivo positivo ao consumo</li> <li>» Garantir que o programa de plantação de palma seja acompanhado de uma regularização fundiária das terras</li> </ul>
Uso de gás natural nas usinas de pelletização;	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Oferta de gás natural no Norte do Brasil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Canalização de oferta a preços competitivos</li> </ul>

Substituição da frota por caminhões de maior capacidade, novos e/ou híbridos	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Investimento por caminhão e fontes de financiamento acessíveis a pequenas empresas de mineração</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Estímulo à criação de parque metal mecânico "verde" para produção de motores híbridos no País</li> <li>» Criação de parque industrial para fornecimento de caminhões</li> <li>» Medidas governamentais de incentivo positivo à renovação da frota</li> <li>» Fomento, por meio de linhas de financiamento, à produção de equipamentos de tecnologia nacional</li> </ul>
Uso de equipamentos que otimizem o consumo	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Investimento a ser efetuado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Medidas governamentais de incentivo positivo ao uso de equipamentos</li> </ul>
Otimização da combustão no forno	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Limitação técnica do forno</li> <li>» Investimento no sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Fomento à P&amp;D no setor</li> </ul>
Uso de auxílio elétrico a caminhões	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Configuração, tamanho e qualidade da mina</li> <li>» Investimento no equipamento</li> <li>» Falta de familiaridade do setor com a tecnologia</li> <li>» Flexibilidade de produção da mina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Medidas governamentais de incentivo positivo para o uso da iniciativa</li> <li>» Considerar no licenciamento do setor o abatimento de emissões de CO<sub>2</sub> advindos do projeto</li> <li>» Criação de parque industrial "verde" para fornecimento de equipamentos</li> </ul>
Uso de correias transportadoras e britagem na mina	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Investimento em equipamentos</li> <li>» Falta de familiaridade do setor com a tecnologia</li> <li>» Flexibilidade de produção da mina</li> <li>» Disponibilidade de correias transportadoras para aquisição</li> <li>» Dificuldade de licenciamento para uso de correias transportadoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Medidas governamentais de incentivo positivo para o uso da iniciativa</li> <li>» Criação de parque industrial "verde" para fornecimento de equipamentos</li> </ul>

A respeito das iniciativas de alteração de fonte energética, verificou-se a viabilidade de implementação de cada iniciativa com as entidades responsáveis, conforme descrito a seguir.

**Uso de biocombustível de palma na mineração:**

Esta iniciativa implica a necessidade de mais de 200 milhões de litros de biocombustível de palma, o que representa cerca de 50 mil hectares de palma plantada. Atualmente, o País tem 100 mil hectares plantados de palma e importa o equivalente a 250 mil hectares, mas a previsão é de que em um ou dois anos o País tenha cerca de 500 mil hectares plantados e, em cinco anos, 1 milhão de hectares.

Apesar da concorrência do uso da palma para fabricação de produtos alimentícios e de limpeza, além de exportação, é possível produzir a quantidade necessária, tendo em

vista o alto poder de transformação da palma em biocombustível, que é de cerca de 4.000 litros por hectare.

Essa produção se daria principalmente no Pará, Estado que proporciona as melhores condições para o plantio, o que implica a necessidade de uma infraestrutura de escoamento robusta para distribuição do biocombustível. Tal infraestrutura está prevista no Plano de Aceleração de Crescimento (PAC).

Finalmente, para que a produção de palma ocorra, há necessidade de uma maior produção de sementes no País, o que já está sendo incentivado oficialmente pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Com base nessas considerações, conclui-se que é possível implementar esta iniciativa no País.

#### **Uso de gás natural na usina de pelotização de São Luís (MA):**

Esta iniciativa implica a necessidade de cerca de 75 milhões de metros cúbicos de gás natural a serem fornecidos anualmente à usina de pelotização localizada em São Luís.

O Plano Decenal de Energia 2020 não considera a oferta de gás natural na região, entretanto, esta iniciativa foi considerada passível de implementação devido à descoberta de poços de gás na região e na faixa litorânea próxima à usina, nos quais a produção poderia ser iniciada em um a dois anos, sendo escoada por um gasoduto a ser construído no período de cinco anos.

Devido à demanda de gás natural na região de duas grandes empresas mineradoras, é possível que o combustível seja escoado para São Luís, no Maranhão.

### **9. Adaptação às Mudanças Climáticas**

De acordo com a Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima e a tradução oficial brasileira, Adaptação é definida como a capacidade de um sistema de se ajustar à mudança do clima (inclusive à variabilidade climática e aos eventos extremos de tempo), moderando possíveis danos, tirando vantagens das oportunidades ou lidando com as consequências.

A adaptação, na prática, tem por objetivo reduzir o risco dos danos por impactos adversos, de modo eficaz e considerando, também, os benefícios potenciais das medidas adotadas.

Algumas dessas medidas consistem, por exemplo, no uso mais eficiente dos recursos hídricos, adaptar as normas de construção vigentes para suportar fenômenos meteorológicos extremos, construir defesas contra inundações, desenvolver culturas resistentes à secas, colocar em prática ações que tornem o recurso florestal menos vulnerável a incêndios, elaborar planos de ordenamento territorial, planejamento estratégico, dentre outras.

A adaptação pode, então, compreender estratégias nacionais ou regionais, assim como medidas práticas no âmbito de comunidade ou de setores e grupos de indivíduos.

Em síntese, a adaptação exige que se conheça completamente um problema de natureza complexa; que se avaliem as melhores políticas e medidas a serem executadas; que se estabeleçam consensos sobre a natureza do problema a resolver e sobre as possíveis soluções; que se coordenem ações nacionais ou regionais entre atores de diversas entidades e competências; que se mantenham no tempo as ações empreendidas e se preserve e amplie as fontes de recursos para sua execução. E isso deve ser feito antes de se ajustar e modificar de maneira flexível a orientação dos programas para responder eficazmente às mudanças na intensidade, frequência e características dos impactos produzidos em função da capacidade de resposta à sociedade.

De acordo com a Política Nacional sobre Mudança do Clima, as ações de adaptação são entendidas como iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos frente aos efeitos atuais e esperados da mudança do clima. O governo brasileiro está comprometido com os desafios atuais e futuros impostos pelos desastres naturais e mudanças climáticas, integrantes do componente de adaptação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima.

No Brasil estão os principais centros de estudos sobre o clima dentre os países emergentes. Mas ainda não há disponibilidade de modelos regionalizados de eficácia comprovada, para que as empresas possam fazer projeções futuras com risco aceitável para o clima local, visando identificar riscos, tomar as decisões estratégicas adequadas e investir com antecedência.

É imperativo, portanto, que as decisões de investimento de longo prazo incorporem a variável climática com grau aceitável de incertezas e de antecedência. Para tal, é recomendado integrar políticas públicas de infraestrutura aos investimentos empresariais. Igualmente importante é promover estudos acadêmicos dirigidos para pesquisa de clima, de desenvolvimento de tecnologias e técnicas agrícolas, industriais, médicas e muitas outras, bem como torná-las acessíveis para os necessitados, garantindo a segurança da água potável, saneamento, alimentos e outros recursos cruciais para a saúde humana.

Também há recomendações de iniciativas que ofereçam maiores oportunidades de conscientização acerca da importância da adaptação e de medidas preventivas para aumentar a resiliência da sociedade por meio da educação e de outros meios.

Em termos nacionais cabe salientar as características singulares do Brasil, um país continental, localizado na região tropical, onde as previsões de aumento de temperatura são mais intensas. Ademais, o Brasil é classificado como país biologicamente megadiverso, além de ter grande diversidade geográfica, cultural e étnica. A costa marítima de mais de 7.000 quilômetros, agrega pelo menos sete tipos de biomas litorâneos e caracteriza-se por expressiva ocupação urbana. Além do litoral, os outros biomas identificados (caatinga, campos, cerrado, floresta amazônica, mata atlântica, mata dos pinhais, mata dos cocais e

pantanal) possuem ocupação heterogênea e responderão de forma distinta aos efeitos de um clima em modificação.

Finalmente, devem ser tomadas medidas de adaptação relacionadas ao investimento em pesquisa para eficiência do processo produtivo de empresas de pequeno porte, com o intuito de obter um índice de emissão de CO<sub>2</sub>e menor para estas empresas.

### **Ação para criar um plano de adaptação às mudanças do clima**

Mais especificamente, o Fundo Clima, um dos instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima, procura financiar projetos que busquem desenvolver uma abrangente base de informações para o componente de adaptação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima. O Fundo Clima financia projetos e propostas nas seguintes linhas:

- » gerar planos de ação específicos e possam contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas no contexto da estratégia nacional de adaptação;
- » fazer recomendações claras sobre a direção futura a ser tomada para adaptação setorial e regional, dadas as suas conclusões teóricas e práticas;
- » utilizar abordagem metodológica e modelos climáticos de última geração adaptados às singularidades de cada bioma.

Independente do efeito das mudanças do clima sobre cada setor individualmente, há vitais interdependências que ampliam a criticidade de alguns setores, devido à sua importância para a economia nacional e aos riscos a que estão expostos:

- » **Agricultura:** a agricultura é extremamente vulnerável à mudança climática e a adaptação de espécies ocorre em ritmo mais lento do que a mudança prevista do clima. O que cultivar e onde afetará a oferta de produtos agropecuários num país fortemente exportador de commodities agrícolas e tecnologia agropecuária.
- » **Setor energético:** a hidroeletricidade é predominante no Brasil, mas as barragens sofrem oscilações imprevistas nos projetos originais que utilizaram séries históricas pretéritas. Como a economia depende fortemente da oferta de energia, este é outro setor importante a ser analisado.
- » **Transporte:** todas as modalidades serão impactadas com reflexo na infra-estrutura nacional de transportes, incluindo a mobilidade urbana.
- » **Recursos hídricos:** Com a mudança dos padrões das precipitações, a gestão da oferta hídrica em quantidade e qualidade, para os diversos usos, bem como as áreas inundáveis nas bacias hidrográficas demandarão modificações nos padrões de referência e nos investimentos.

- » **Saúde:** as doenças de veiculação hídrica são preocupações objetivas dos agentes de saúde em situações de emergência. Além da ampliação dessa preocupação, doenças e animais peçonhentos inexistentes em algumas áreas passam a surgir como novas ameaças à saúde junto com o atual deficiente saneamento ambiental.

Diante da incerteza climática e temporal, as empresas e particularmente as organizações transnacionais preocupam-se em reduzir antecipadamente sua vulnerabilidade às mudanças climáticas em dois sentidos: internamente na proteção do patrimônio e das operações; e como atuação socialmente responsável na prevenção de danos à sociedade e ao ambiente nas áreas de influência de suas operações.

As empresas individualmente já adotam medidas preventivas que levam em conta as implicações de possíveis condições climáticas cada vez mais severas, com inundações, ventos fortes, seca e escassez de água ou calor intenso.

#### **Ações de adaptação para mineração e logística**

Em 2008 e 2010, a Vale desenvolveu um estudo para identificar os potenciais riscos operacionais decorrentes dos impactos das mudanças climáticas nas atividades da empresa nos estados do Pará e do Maranhão. Através da regionalização de modelos climáticos globais, que simulam os impactos das mudanças climáticas nas temperaturas e nos regimes de chuvas, a empresa conseguiu avaliar um conjunto de riscos para a operação portuária e para comunidade do entorno, a saber: a disponibilidade de água para a operação portuária, o risco de interrupção no fornecimento de energia elétrica, eventos de precipitações intensas, aumento do nível do mar.

A dificuldade encontrada nesse estudo foi traduzir a complexidade dos modelos climáticos globais em impactos e riscos operacionais locais. A incerteza dos dados climáticos não permite uma análise financeira precisa dos riscos potenciais. Por mais que alguns riscos sejam identificados, a sua magnitude e importância relativa é questionável e sua variabilidade é grande dependendo do modelo climático utilizado.

### **10. Necessidades e Fontes de Financiamento**

Para alcançar os objetivos traçados pelo Plano, consideram-se as seguintes fontes de recursos:

- » Fontes orçamentárias abordadas na Lei Orçamentária Anual;
- » Linhas de crédito do BNDES, como o FINAME, para a aquisição de novos equipamentos e veículos das empresas;
- » Investimentos previstos pelo setor privado;

- » Linhas de crédito de carbono: iniciativas como a plataforma sobre financiamento de carbono para a América Latina permitem o recebimento de fundos para projetos de sustentabilidade;
- » Fundo Clima: é possível que o Fundo Clima seja utilizado como fonte de financiamento, sendo necessário somente observar como viabilizar o mesmo para as empresas que não conhecem essa possibilidade de financiamento. As iniciativas de uso de veículos híbridos na mineração e uso de auxílio elétrico a caminhões, por exemplo, trazem benefícios significativos em relação à redução de emissões e poderiam ser abordadas neste tipo de fundo.

Cabe ressaltar que, neste plano, buscou-se estabelecer um investimento necessário por iniciativa, mas que este deve ser alvo de minuciosa análise para garantir que estejam consideradas todas as necessidades de financiamento para implementação da mesma, podendo haver diferenças por região, por tipo de mina ou de usina.

É importante para o setor que se desenvolva o conhecimento para utilização das fontes de financiamento existentes, e que as mesmas sejam aplicáveis nas condições em que estão sendo praticadas. Sendo assim, é importante que tanto a pequena quanto a grande empresa tenham conhecimento das formas existentes de financiamento e consigam aplicá-las para obter os recursos.

## **11. Monitoramento**

Este capítulo trata do monitoramento das iniciativas apresentadas no plano, detalhando entidades responsáveis e indicadores para controle.

### **11.1. Governança**

Para garantir a implementação das iniciativas, é necessário que haja um monitoramento para cada uma delas com definições de indicadores que devem ser revistos periodicamente pelo Ministério de Minas e Energia com a contribuição de todos os segmentos interessados, mediante inventário periódico setorial de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Adicionalmente, é possível que haja um monitoramento da implementação das iniciativas identificadas neste Plano.

O monitoramento das emissões deverá ser realizado pelo Ministério de Minas e Energia. Este poderá indicar, a seu critério, entidades da sociedade civil, universidades ou outros órgãos governamentais para colaborar com o monitoramento.

Cabe ressaltar que deve haver uma integração do monitoramento setorial com o monitoramento nacional coordenado pelo GEX, para que seja evitada a dupla contagem, e com o monitoramento efetuado pelo Ministério do Meio Ambiente. Finalmente, deve ser coordenado o monitoramento com o setor responsável pelas questões de mudanças climáticas da Casa Civil.



**11.2. Indicadores**

Este plano propõe um conjunto de indicadores iniciais, que devem ser monitorados e revistos periodicamente. Para definição mais precisa dos indicadores é necessário que exista um esforço de coordenação para que as linhas de base dos Planos de Mitigação formem um único cenário para todos os setores. Essa linha de base deverá ser atualizada juntamente com a revisão do plano. A formação da linha de base prevista deste plano foi um exercício importante para mapear os impactos no futuro, mas carece de coordenação com outros setores para alinhamento no contexto nacional.

Para ser possível identificar se as ações estão sendo efetuadas pelas empresas, o monitoramento deverá ser feito através de indicadores de monitoramento, considerando as peculiaridades do setor e as barreiras à implementação das iniciativas, conforme previsto na Tabela 9. Estes indicadores se propõem tão somente a serem auxiliares do monitoramento, não se refletindo em nenhum indicador de efetividade.

Tabela 9. Indicadores de monitoramento

Programa	Iniciativas do programa	Indicador
Alteração da fonte energética utilizada nos processos	1. Uso de biocombustíveis no transporte interno	» Consumo de biocombustível em relação ao total consumido de diesel e biocombustível
	2. Uso de gás natural nas usinas de pelotização;	» Número de usinas com insumo de gás natural
Otimização dos ativos da mineração	1. Troca da frota: 1.1. Uso de caminhões maiores 1.2. Renovação de caminhões	» Idade média da frota » % de caminhões de grande porte em relação ao total de caminhões
	2. Otimização da combustão no forno	» Sistemas instalados em usinas
	3. Uso de equipamentos que otimizem consumo	» Número de usinas com ventiladores otimizados » % do total de caminhões da frota da mina com torque alternativo instalado » Número de moinhos verticais instalados
Uso de novas tecnologias de mineração	1. Uso de auxílio elétrico a caminhões	» Km de auxílio elétrico instalado » Número de minas utilizando auxílio elétrico » Produção sujeita ao uso de auxílio elétrico
	2. Uso de correias transportadoras e britagem na mina	» Número de minas utilizando correias transportadoras e britagem na mina
	3. Uso de veículos híbridos	» % de caminhões híbridos da frota da mina

Também deverá ser considerado um indicador de efetividade, que auxilie a concluir se o plano está atingindo seus objetivos. Este índice deverá considerar somente as atividades de escopo 1, pois são aquelas que a empresa pode tomar ações de mitigação, e também deverá ser passível de ser medido e refletir todas as considerações propostas aqui neste plano, como a atualização da linha de base e ampliação do escopo.

O indicador de efetividade deverá indicar se o plano cumpriu com seu propósito, e deverá considerar em seu cálculo que iniciativas podem ser levadas em conta, dadas as barreiras de implementação.

## 12. Propostas e estudos para próximas versões

O setor mineral precisará aprofundar o conhecimento sobre suas emissões nas diferentes cadeias e manter informações atualizadas sobre as emissões do setor. Os dados informados pelas empresas, inclusive em relação ao mesmo bem mineral, são heterogêneos, dificultando a análise comparativa.

É desejável buscar a padronização na elaboração dos inventários do setor, assim como ampliar o número de empresas com inventários, para que se possa adotar a abordagem “de baixo para cima” como a mais sólida e fidedigna.

Para a formação da linha de base há um conjunto de estudos necessários:

- » Estudo para estimar o impacto de fatores como teor do minério (*grade*), *relação estéril/minério (strip ratio)* e recuperação mássica nas emissões;
- » Estudos detalhados de emissões advindas da mineração de rochas ornamentais e de calcário, devido à sua importância;
- » Refinamento do inventário de emissões de carvão;
- » Criação do inventário de emissões de agregados e cerâmicas.

Para a análise das iniciativas há um conjunto de estudos necessários a ser aprofundado:

- » Uso de biocombustíveis na mineração;
- » Uso de carvão vegetal em substituição ao antracito: não foi incluído neste estudo devido à incerteza técnica do funcionamento da iniciativa, mas recomenda-se que seja considerado para a revisão.
- » Estudo da redução da camada de forramento em usinas de pelotização

Em relação a temas gerais para melhor substanciar o planejamento de mudanças do clima do setor mineral, há estudos que podem ser conduzidos para aumentar o conhecimento e aplicabilidade:

- » Propostas de revisão de escopo do Plano, melhoria da qualidade do escopo e aprofundamento dos indicadores;
- » Detalhamento do plano operativo;
- » Planejamento estratégico setorial.

Além destes, existem programas importantes para as pequenas e médias empresas que não foram considerados para o potencial de abatimento, como: a otimização da gestão na mina, através de uso de ângulo de subida correto e aproximação da pilha de estéril à cava e a melhoria da eficiência no processo por meio da melhor comunicação nas minas subterrâneas e eficiência das plantas de beneficiamento.

A difusão de boas práticas operacionais e tecnologias intrassetoriais desde as empresas líderes para com as médias e pequenas poderá ser fomentado e desenvolvido pelas associações representativas, obtendo ao final ganho real e factível (testado) de capacitação e modernização na transição para economia de baixo carbono.

### 13. Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei nº. 12.187, de 29 de dezembro de 2009 (Lei Ordinária). Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 29 dez. 2009. Seção Extra, p. 109, Coluna 2. 2009.

BRASIL. Decreto nº. 7.390, de 09 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6o, 11 e 12 da Lei nº. 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 dez. 2010.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Mineração 2030. Brasília: MME, 2010.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Plano decenal de expansão de energia 2020. Brasília: EME/EPE 2011.

CARBON DISCLOSURE PROJECT, 2011. Acessado em Nov/2011, através do link [www.cdproject.net](http://www.cdproject.net)

IBRAM. Inventário de emissões do setor de mineração, 2010.

GHG PROTOCOL BRAZIL, 2011. Acessado em Nov/2011, através do link [www.ghgprotocolbrasil.com.br/](http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/)

SAMARCO, 2011. Relatório de sustentabilidade. Acessado em Nov/2011, através do link [www.samarco.com.br](http://www.samarco.com.br)

VALE, 2011. Relatório de sustentabilidade. Acessado em Nov/2011, através do link [www.vale.com](http://www.vale.com)

**Apêndice**

**1. Acesso por cenário**

Superadas as barreiras para implementação das iniciativas, o acesso de cada iniciativa em relação ao total de produção previsto em 2020 do minério pode ser observada na Tabela 10.

**Tabela 10 - Acesso de cada iniciativa em relação ao total de produção previsto em 2020**

Iniciativa	% de acesso e premissas utilizadas para cálculo por cenário		
	Cenário 3	Cenário 2	Cenário 1
Ferro			
Uso de bio-combustíveis	18%	56%	90%
	Considera que somente as minas do Norte seriam afetadas	Considera que todas as minas do Norte seriam afetadas e metade das demais	Considera limitação da oferta de biocombustível
Britagem na mina e uso de correias	10%	18%	31%
	Considera que somente o projeto S11 D seja viável	Considera que o S11 D seja viável e 40% dos novos projetos grandes	Considera que S11 D seja viável e 100% dos novos projetos grandes
Uso de veículos híbridos	18%	27%	81%
	Considera estimativa de fornecedores de produção possível	Considera estimativa de fornecedores de produção possível	Considera que a renovação de caminhões seja para híbrido
Auxílio elétrico a caminhões	1%	6%	90%
	Considera que o retorno para a empresa não seja atrativo	Considera que barreiras financeiras dificultem o uso	Considera que não haja impeditivos ao uso da iniciativa
Equipamento de torque alternativo	23%	45%	90%
	Considera que um quarto de todas as minas, exceto a S11 D, implementem	Considera que metade de todas as minas, exceto a S11D, implementem	Considera que todas as minas, exceto a S11D, implementem

Iniciativa	% de acesso e premissas utilizadas para cálculo por cenário		
	Cenário 3	Cenário 2	Cenário 1
Pelotização			
Uso de gás natural	7%	7%	7%
	Considera a usina de São Luís - MA	Considera a usina de São Luís - MA	Considera a usina de São Luís - MA
Redução da camada de forramento	36%	36%	100%
	Considera que somente as novas usinas ainda não tenham aperfeiçoado seu forno	Considera que somente as novas usinas ainda não tenham aperfeiçoado seu forno	Considera que todas as usinas tenham potencial de redução
Otimização da combustão no forno	1%	2%	3%
	Considera que as usinas já estejam próximos ao limite técnico permitido de redução da camada	Considera que as usinas já estejam próximos ao limite técnico permitido de redução da camada	Considera que as usinas já estejam próximos ao limite técnico permitido de redução da camada
Otimizar consumo de ventiladores	7%	7%	18%
	Considera que seja possível afetar um décimo de todos os ventiladores	Considera que seja possível afetar um décimo de todos os ventiladores	Considera que seja possível afetar um quarto de todos os ventiladores
Uso de moinhos verticais	10%	10%	29%
	Considera que metade dos projetos de usinas utilize moinhos verticais	Considera que metade dos projetos de usinas utilize moinhos verticais	Considera que todos os projetos de usinas utilizem moinhos verticais

Iniciativa	% de acesso e premissas utilizadas para cálculo por cenário		
	Cenário 3	Cenário 2	Cenário 1
Agregados			
Substituição da frota e aumento da capacidade	14%	22%	44%
	Considera que nas grandes empresas a renovação seja periódica e no máximo 5% da produção poderia ser afetada; nas pequenas e médias empresas, poderia ser afetada 15% da produção	Considera que nas grandes empresas a renovação seja periódica e no máximo 5% da produção poderia ser afetada; nas pequenas e médias empresas, poderia ser afetada um quarto da produção	Considera que nas grandes empresas a renovação seja periódica e no máximo 10% da produção poderia ser afetada; nas pequenas e médias empresas, poderia ser afetada metade da produção
Equipamento de torque alternativo	14%	22%	44%
	Considera que nas grandes empresas já esteja implementada e que no máximo 5% da produção poderia ser afetada; nas pequenas e médias empresas, poderia ser afetada 15% da produção	Considera que nas grandes empresas já esteja implementada e que no máximo 5% da produção poderia ser afetada; nas pequenas e médias empresas, poderia ser afetada 25% da produção	Considera que nas grandes empresas já esteja implementada e que no máximo 10% da produção poderia ser afetada; nas pequenas e médias empresas, poderia ser afetada 25% da produção

Iniciativa	% de acesso e premissas utilizadas para cálculo por cenário		
	Cenário 3	Cenário 2	Cenário 1
Carvão			
	13%	17%	27%
Equipamento de torque alternativo	Considera que as minas a céu aberto possam ter 15% de sua produção afetada e as subterrâneas cerca de 5%, devido ao tamanho das minas	Considera que as minas a céu aberto possam ter 20% de sua produção afetada e as subterrâneas cerca de 5%, devido ao tamanho das minas	Considera que as minas a céu aberto possam ter 30% de sua produção afetada e as subterrâneas cerca de 10%, devido ao tamanho das minas
	13%	17%	27%
Substituição da frota e aumento da capacidade	Considera que as minas a céu aberto possam ter 15% de sua produção afetada e as subterrâneas cerca de 5%, devido ao tamanho das minas	Considera que as minas a céu aberto possam ter 20% de sua produção afetada e as subterrâneas cerca de 5%, devido ao tamanho das minas	Considera que as minas a céu aberto possam ter 30% de sua produção afetada e as subterrâneas cerca de 10%, devido ao tamanho das minas

## 2. Fatores por iniciativa

As considerações sobre cada um desses três fatores em relação a cada iniciativa estão ilustradas na Tabela 11

**Tabela 11: Fatores para cálculo do potencial de redução**

Iniciativa	Potencial de redução de consumo	Consumo de material por tonelada produzida	Diferenciação no fator de emissão
Uso de biocombustíveis para mineração	Não há	Aumento de 9% no consumo	Redução de 57% no fator de emissão
Uso de correias transportadoras e britagem na mina	95% de redução no consumo de diesel Aumento de 973% no consumo de eletricidade	Sem alteração no consumo por tonelada	Sem alteração nos fatores de emissão
Inserção de equipamento de torque alternativo	Redução de 5% no consumo de diesel	Sem alteração no consumo por tonelada	Sem alteração nos fatores de emissão
Uso de veículos híbridos	Redução de 30% no consumo de diesel	Sem alteração no consumo por tonelada	Sem alteração nos fatores de emissão
Uso de auxílio elétrico a caminhões	95% de redução no consumo de diesel onde a iniciativa é aplicável	Sem alteração no consumo por tonelada	Sem alteração nos fatores de emissão

Iniciativa	Potencial de redução de consumo	Consumo de material por tonelada produzida	Diferenciação no fator de emissão
Uso de gás natural no lugar de óleo	100% de redução no consumo de óleo combustível	Consumo de gás natural por tonelada	Substituição de fator de emissão do antracito pelo gás natural (55% de redução no fator)
Otimização do consumo de energia nos ventiladores	33% de redução no consumo de eletricidade	Sem alteração no consumo por tonelada	Sem alteração nos fatores de emissão
Uso de moinhos verticais	33% de redução no consumo de eletricidade	Sem alteração no consumo por tonelada	Sem alteração nos fatores de emissão
Substituição de frota e aumento da capacidade dos caminhões	Redução no consumo de combustível	Redução no consumo por tonelada	Sem alteração nos fatores de emissão

### 3. Potencial de redução por iniciativa

Uma estimativa do potencial de redução de emissões por tonelada produzida pode ser verificada na Tabela 12.

**Tabela 12: Total de abatimento de cada iniciativa por cenário**

Iniciativa	Total de abatimento (Ton Co <sub>2</sub> e)		
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<b>Uso de biocombustíveis para mineração de ferro</b>	200.013	124.581	40.604
<b>Britagem na mina e uso de correias transportadoras</b>	938.449	550.056	291.128
<b>Inserção de equipamento de torque alternativo</b>	156.320	79.170	41.100
<b>Uso de veículos híbridos</b>	770.380	256.572	171.048
<b>Uso de auxílio elétrico a caminhões</b>	398.584	28.471	4.764
<b>Uso de gás natural no lugar de óleo</b>	65.369	65.369	65.369
<b>Otimização da combustão no forno</b>	18.388	18.388	18.388
<b>Otimização do consumo de energia nos ventiladores</b>	2.295	918	918
<b>Substituição da frota e aumento da capacidade</b>	158.612	103.064	103.064
<b>Total</b>	2.718.691	1.231.728	739.537









Ministério do  
**Meio Ambiente**