



II Inventário de Gases Efeito Estufa do Setor Mineral



IBRAM

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

II Inventário de Gases Efeito Estufa do Setor Mineral

BRASÍLIA, 2014



IBRAM

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

© Copyright 2014, IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração
Impresso no Brasil / Printed in Brazil

DISPONÍVEL EM:
www.ibram.org.br

Esta publicação é de responsabilidade do
Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM)

[Prefácio]

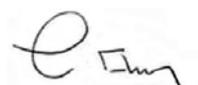
O INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM) apresenta o “II Inventário de Gases de Efeito Estufa do Setor Mineral” documento que abrange a consolidação dos inventários de emissões de GEE de parte das empresas associadas ao Instituto, para o ano base de 2011.

A agenda de Clima é notoriamente umas das que mais avançam nas últimas décadas. Com a promulgação da Política Nacional sobre Mudança de Clima – PNMCM – e de seus instrumentos de gestão, entre eles, os Planos Setoriais, o Brasil mostrou seu protagonismo perante o tema.

Com as metas estabelecidas na PNMCM, torna-se necessário conhecer, monitorar e verificar as emissões por setor da atividade econômica dentro dos Planos Setoriais, assim como está prevista a elaboração de inventário periódico de emissões por setor. Para tanto, o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa é o procedimento consagrado para identificação das fontes e o cálculo das emissões de GEE em nível mundial, nacional ou individual. É o ponto de partida na gestão de metas nacionais.

Neste sentido, mantendo o compromisso de ampliar e aprofundar paulatinamente o estudo das emissões de gases de efeito estufa no setor mineral, o IBRAM lança o presente estudo, no intuito de mapear e conhecer a contribuição da mineração para o aquecimento global. Além disso, busca analisar comparativamente os dois anos em que foram feitos os levantamentos das emissões de Gases do Efeito Estufa apresentando, assim, o comportamento do segmento com relação a essas emissões.

O Instituto entende que, por meio do conhecimento qualificado, verificação e reporte das emissões de GEE, é possível se ter um melhor entendimento dos riscos e oportunidades relacionadas ao tema Clima. Além de estar em consonância com a crescente preocupação e conscientização mundial sobre medidas de monitoramento e mitigação relacionadas à mudança climática.



José Fernando Coura
Diretor Presidente
Instituto Brasileiro de Mineração

APRESENTAÇÃO	11
1. BREVE PANORAMA DO SETOR MINERAL BRASILEIRO	15
2. OBJETIVO	19
3. METODOLOGIA	21
3.1 DEFINIÇÃO DOS BENS MINERAIS	21
3.2 LIMITE ORGANIZACIONAL	22
3.3 LIMITE OPERACIONAL	23
3.4 DEFINIÇÃO DO LIMITE DO PROCESSO PRODUTIVO	24
3.5 DEFINIÇÃO DAS FONTES TÍPICAS DE EMISSÃO	27
3.6 OBTENÇÃO DOS DADOS NECESSÁRIOS	27
3.7 DEFINIÇÃO DAS EMPRESAS SELECIONADAS PARA TRATAMENTO INDIVIDUALIZADO	30
3.8 DEFINIÇÃO DAS CADEIAS TRATADAS DE FORMA AGREGADA	35
3.9 ANÁLISE DOS DADOS EXISTENTES	37
3.10 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES RECEBIDAS	37
3.10.1 Empresas com inventários individuais	38
3.10.2 Empresas consideradas individualmente pela associação – Carvão Mineral	38
3.10.3 Empresas tratadas de forma agregada	39

[Sumário]

4. RESULTADOS	41
4.1 INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE CONSOLIDADO POR BEM MINERAL	41
4.1.1 Bauxita	41
4.1.2 Caulim	45
4.1.3 Cobre	48
4.1.4 Estanho	52
4.1.5 Ferro e Pelotização	52
4.1.6 Fosfato	60
4.1.7 Manganês	63
4.1.8 Nióbio	67
4.1.9 Níquel	70
4.1.10 Ouro	74
4.1.11 Potássio	78
4.1.12 Zinco	81
4.2 INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE – CADEIAS AGREGADAS	85
4.2.1 Gipsita	85
4.2.2 Carvão Mineral	86
4.2.3 Areia e Brita	89
4.2.4 Rochas Ornamentais	92
4.2.5 Calcário	93
5. INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE CONSOLIDADO	95
5.1 PREDOMINÂNCIA DO ESCOPO 1	95
5.2 PROJEÇÃO	96
5.3 DIFERENÇAS ENTRE AS EMISSÕES DE 2008 E 2011	97
5.4 PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL POR BEM MINERAL	99
6. ANÁLISE COMPARATIVA	101
7. CONCLUSÕES	105

Figura 1:	Representatividade das reservas brasileiras em escala global 2011	15
Figura 2:	Participação da Indústria Extrativa Mineral (%)	16
Figura 3:	Composição das Exportações Brasileiras – 2011	17
Figura 4:	Composição das Importações Brasileiras - 2011	17
Figura 5:	Abordagens para Limite Organizacional	23
Figura 6:	Empresas com e sem Inventário GHG – Ano Base 2011	28
Figura 7:	Emissões por Escopo – Bauxita	43
Figura 8:	Emissões por Combustão e Demais Emissões – Bauxita	43
Figura 9:	Emissões por demais fontes, exceto combustão – Bauxita	44
Figura 10:	Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Bauxita	44
Figura 11:	Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Bauxita	44
Figura 12:	Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Bauxita	45
Figura 13:	Emissões por Escopo – Caulim	46
Figura 14:	Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Caulim	47
Figura 15:	Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Caulim	47
Figura 16:	Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Caulim	47
Figura 17:	Emissões por Escopo – Cobre	50
Figura 18:	Emissões por Combustão e Demais Emissões – Cobre	50
Figura 19:	Emissões por demais fontes exceto combustão – Cobre	51
Figura 20:	Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Cobre	51
Figura 21:	Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Cobre	51
Figura 22:	Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Cobre	52
Figura 23:	Emissões por Escopo – Ferro	55
Figura 24:	Emissões por Combustão e Demais Fontes – Ferro	55
Figura 25:	Emissões por demais fontes exceto combustão – Ferro	56
Figura 26:	Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Ferro	56
Figura 27:	Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Ferro	56
Figura 28:	Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Ferro	57
Figura 29:	Emissões por Escopo – Pelotização	57
Figura 30:	Emissões por Combustão e Demais Fontes – Pelotização	58
Figura 31:	Emissões por fonte exceto uso de explosivos – Pelotização	58
Figura 32:	Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Pelotização	59
Figura 33:	Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Pelotização	59
Figura 34:	Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Pelotização	59
Figura 35:	Emissões por Escopo – Fosfato	62
Figura 36:	Emissões por Combustão e Demais Fontes – Fosfato	62
Figura 37:	Emissões por fonte exceto combustão – Fosfato	62
Figura 38:	Emissões por Escopo – Manganês	64
Figura 39:	Emissões por Combustão e Demais Fontes – Manganês	65
Figura 40:	Emissões por Fonte exceto combustão – Manganês	65
Figura 41:	Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Manganês	66
Figura 42:	Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Manganês	66

[Lista de Figuras]

Figura 43:	Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Manganês	66
Figura 44:	Emissões por Escopo – Nióbio	68
Figura 45:	Emissões por Combustão e Demais Fontes – Nióbio	68
Figura 46:	Emissões por Fonte – Nióbio	69
Figura 47:	Comparativo entre movimentações – 2008 e 2011 – Nióbio	69
Figura 48:	Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Nióbio	69
Figura 49:	Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Nióbio	70
Figura 50:	Emissões por Escopo – Níquel	72
Figura 51:	Emissões por Combustão e Demais Fontes – Níquel	72
Figura 52:	Emissões por fonte exceto emissões fugitivas e resíduos sólidos e efluentes – Níquel	73
Figura 53:	Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Níquel	73
Figura 54:	Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Níquel	74
Figura 55:	Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Níquel	74
Figura 56:	Emissões por Escopo – Ouro	76
Figura 57:	Emissões por Combustão e Demais Fontes – Ouro	76
Figura 58:	Emissões por Fonte exceto combustão – Ouro	77
Figura 59:	Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Ouro	77
Figura 60:	Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Ouro	77
Figura 61:	Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Ouro	78
Figura 62:	Emissões por Escopo – Potássio	79
Figura 63:	Emissões por Combustão e Demais Fontes – Potássio	80
Figura 64:	Emissões por fonte – Potássio	80
Figura 65:	Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) Potássio	80
Figura 66:	Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Potássio	81
Figura 67:	Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Potássio	81
Figura 68:	Emissões por Escopo – Zinco	83
Figura 69:	Emissões por Combustão e Demais Fontes – Zinco	83
Figura 70:	Emissões por Combustão e Demais Fontes – Zinco	83
Figura 71:	Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) Zinco	84
Figura 72:	Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) Zinco	84
Figura 73:	Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) Zinco	84
Figura 74:	Fluxograma – Carvão Mineral	88
Figura 75:	Emissões por Combustão e Demais Fontes Carvão Mineral	88
Figura 76:	Emissões por Escopo – Areia	92
Figura 77:	Emissões por Escopo – Brita	92
Figura 78:	Total de Emissões de GEE por Escopo – Estimativa	96
Figura 79:	Comparativo - Escopo 1	97
Figura 80:	Comparativo – Escopo 2	97
Figura 81:	Emissões de GEE totais por bem mineral – Comparativo	98
Figura 82:	Emissões de Ferro e Pelotização – Estimativa	99

Tabela 1:	Bens Minerais Selecionados	22
Tabela 2:	Limite do Processo Produtivo por bem mineral	25
Tabela 3:	Movimentação por bem mineral	31
Tabela 4:	Empresas – Bauxita	32
Tabela 5:	Empresas – Caulim	32
Tabela 6:	Empresas – Cobre	32
Tabela 7:	Empresas – Estanho	33
Tabela 8:	Empresas – Ferro	33
Tabela 9:	Empresas – Fosfato	33
Tabela 10:	Empresas – Manganês	33
Tabela 11:	Empresas – Nióbio	34
Tabela 12:	Empresas – Níquel	34
Tabela 13:	Empresas – Ouro	34
Tabela 14:	Empresas – Potássio	34
Tabela 15:	Empresas – Zinco	35
Tabela 16:	Empresas – Carvão Mineral	35
Tabela 17:	Emissões – Bauxita	42
Tabela 18:	Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração da Bauxita	43
Tabela 19:	Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Caulim	46
Tabela 20:	Emissões – Cobre	49
Tabela 21:	Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Cobre	49
Tabela 22:	Emissões – Ferro	53
Tabela 23:	Emissões – Pelotização	54
Tabela 24:	Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Ferro	54
Tabela 25:	Estimativa de emissão para 100% de pelotas de Ferro	54
Tabela 26:	Emissões – Fosfato	61

[Lista de Tabelas]

Tabela 27:	Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Fosfato	61
Tabela 28:	Emissões – Manganês	64
Tabela 29:	Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Manganês	64
Tabela 30:	Emissões – Nióbio	67
Tabela 31:	Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Nióbio	68
Tabela 32:	Emissões – Níquel	71
Tabela 33:	Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Níquel	71
Tabela 34:	Emissões – Ouro	75
Tabela 35:	Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Ouro	76
Tabela 36:	Emissões – Potássio	79
Tabela 37:	Emissões – Zinco	82
Tabela 38:	Consumo de Combustível – Gipsita	86
Tabela 39:	Emissões Gipsita	86
Tabela 40:	Emissões – Carvão Mineral	87
Tabela 41:	Estimativa de emissão para 100% da Carvão Mineral	87
Tabela 42:	Emissões Grande Empresa – Areia e Brita	91
Tabela 43:	Fatores de Emissão – Areia e Brita	91
Tabela 44:	Produções Areia e Brita – 2011	91
Tabela 45:	Emissões Areia (tCO ₂ eq) – Estimativa	91
Tabela 46:	Emissões Brita (tCO ₂ eq) – Estimativa	91
Tabela 47:	Consumo de Combustível – Rochas Ornamentais	93
Tabela 48:	Emissões – Rochas Ornamentais	93
Tabela 49:	Emissões Totais – Projeção	96
Tabela 50:	Comparativo percentual de emissões por bem mineral – 2008/2011	98
Tabela 51:	Participação percentual nas emissões de GEE por bem mineral – 2011	99
Tabela 52:	Comparativo entre Movimentações e Emissões – 2008/2011	101



[Apresentação]

EM DEZEMBRO DE 2009, o Brasil surpreendeu o mundo com a corajosa proposta de reduzir voluntariamente as emissões nacionais de gases de efeito estufa em mais de 35% até 2020. O Presidente Lula, o Presidente Obama e diversos outros presidentes dos mais de 150 países reunidos na reunião anual da Convenção do Clima (UNFCCC), em Copenhague incorporaram, à agenda política mundial, o tema do aquecimento global e de seus impactos sobre o equilíbrio climático do Planeta.

A iniciativa anunciada se transformou na Política Nacional sobre Mudança de Clima – PNMC – com seus instrumentos de gestão. Os planos setoriais incluem a mineração como um tema prioritário e embora a contribuição da atividade de extração mineral para o aquecimento global seja muito pequena, se comparada a outras fontes, especialmente o desmatamento, as emissões da agroindústria e da indústria de transformação, o tema foi tratado em plano setorial específico.

O Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa é o procedimento consagrado para identificação das fontes e o cálculo das emissões de GEE em nível mundial, nacional ou individual. É o ponto de partida na gestão de metas nacionais.

Como signatário da Convenção do Clima, o Brasil publica suas emissões de acordo com o protocolo estabelecido para a Comunicação Nacional. Com as metas estabelecidas na Política Nacional para Mudança do Clima torna-se necessário conhecer, monitorar e verificar as emissões por setor da atividade econômica dentro dos Planos Setoriais, assim como está prevista a obrigatoriedade do inventário anual por setor e por empresa. Corroborando essa tendência, diversas unidades federativas instituíram novas legislações regionais no intuito de controlar e reduzir as emissões. No Brasil, estados do Acre, Tocantins, Goiás, Bahia, Pernambuco, Paraíba, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul têm leis em vigor. Desses, apenas os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraíba têm metas definidas de redução de gases de efeito estufa. O IBRAM decidiu acertadamente antecipar-se às decisões governamentais de estabelecimento de metas quantificadas para redução das emissões de gases de efeito estufa do setor e apresentou uma agenda de diálogo com o grupo responsável no governo federal – GEx. Como primeiro item da pauta, o Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Mineração para o ano base de 2008 trouxe, à mesa de negociações, a realidade vivenciada ao longo do trabalho, com destaque para: definição dos limites operacionais da atividade de extração mineral para efeito do Plano Setorial da Mineração; as dificuldades de contabilização das emissões por fonte; as dificuldades na definição de linhas de base; e o estabelecimento de metas amplas num setor diverso e com muita variação entre as empresas.

Mantendo o compromisso de ampliar e aprofundar paulatinamente o estudo das emissões de gases de efeito estufa no setor mineral, o IBRAM considerou no novo Inventário, para o ano base 2011, mais segmentos representativos em quantidade de minério movimentado e número de frentes de lavra, além daqueles de maior peso econômico.

Além do critério de representatividade econômica e por minério movimentado, esta nova consolidação das emissões de GEE abrange bens minerais cuja inclusão foi solicitada nas audiências públicas de finalização e validação do Plano Setorial de Redução das Emissões de GEE e Adaptação às Mudanças do Clima na Mineração.

Enquanto em 2008 foram considerados 14 bens minerais, em 2011 o total estudado foram 18 bens minerais. Foram incluídos extração do carvão mineral e os segmentos que movimentam grandes volumes, mas caracterizam-se por muitas pequenas mineradoras, como extração de areia, brita, gipsita e outros.

Esta **II Consolidação do Inventário de Gases de Efeito Estufa da Mineração** segue a mesma metodologia básica do estudo inicial, isto é, busca consolidar os inventários individuais das empresas (bottom-up) por bem mineral, considerando somente as atividades nas minas – abertura de frente de lavra e recomposição vegetal, extração, movimentação de máquinas e beneficiamento físico.

Os gases inventariados são os três principais: monóxido de carbono, metano e óxido nitroso.

Em um primeiro momento, a iniciativa foi levantar junto aos associados do IBRAM as empresas de grande porte com inventários regulares por ano, visando mapear o grau de complexidade na abordagem das emissões por empresa.

Em cada bem mineral, as empresas foram escolhidas em ordem decrescente de movimentação de minério, e cujo somatório representava, no mínimo, 80% do valor total de minério movimentado (t ROM). A partir desses valores foram estimadas as projeções para 100% do valor de ROM em cada bem mineral.

Além das grandes minerações, procurou-se trabalhar com as associações dos novos bens minerais incluídos no estudo, mediante a busca de informações sobre emissões de GEE. Apenas o carvão mineral teve suas emissões de GEE calculadas pela Associação Brasileira de Carvão Mineral (ABCM).

Cadeias produtivas caracterizadas por pequenas frentes de lavra atomizadas em muitos estados e sem informações sobre emissões de GEE tornaram a contabilização *bottom-up* inviável. Para tentar estabelecer uma primeira ordem de grandeza das emissões de GEE de extração mineral, a decisão do IBRAM foi assumir pelo menos as emissões da principal fonte, que na maioria das extrações, responde por 90% das emissões de GEE – consumo de combustíveis e de energia de forma agregada. Esta decisão levou em consideração as evidências dos inventários analisados individualmente, nos quais em torno de 90% ou mais das emissões de GEE provêm dessas fontes, na fase de extração.

Além do consumo de energéticos, foi necessário obter as características operacionais dos principais processos de extração, para: gipsita, rochas ornamentais, calcário e agregados para a construção civil (areia e brita).

O IBRAM está ciente das incertezas e heterogeneidade dos dados disponíveis e do impacto que tais fatores causam no resultado final, porém este estudo objetiva apontar a magnitude das emissões, como parte de um processo gradual e permanente de ampliação do Escopo, da representatividade das emissões das empresas e aprofundamento do conhecimento.

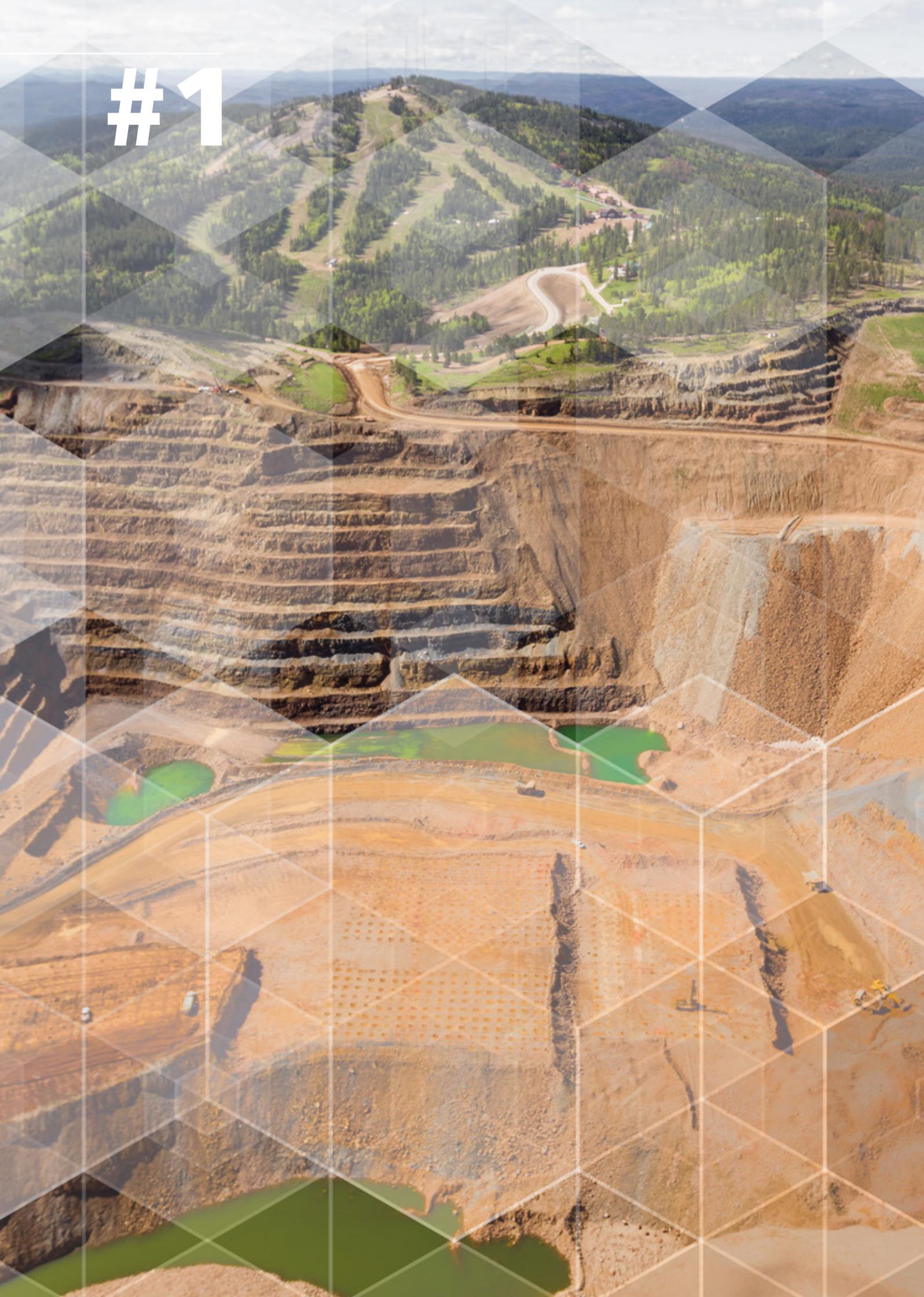
Por fim, o estudo seguiu a estratégia e abrangência acordadas entre o IBRAM e associados com os membros do governo federal no Grupo Executivo (GEx) responsável pela condução desses Planos Setoriais:

- i. considerar, para efeito do Plano Setorial da Mineração, que os limites operacionais incluiriam tão somente as fontes de emissão de GEE nos processos de extração e outras atividades dentro das minas;
- ii. buscar dados individuais de emissões GEE nas empresas representativas; e
- iii. incluir pequenas minerações.

Foi de responsabilidade do IBRAM a coordenação e o controle do processo de realização deste trabalho. A Celta Capital Sustentável foi a responsável pelo serviço técnico, buscando informações públicas, estruturando o estudo e processando as informações oriundas das empresas do setor mineral.



#1

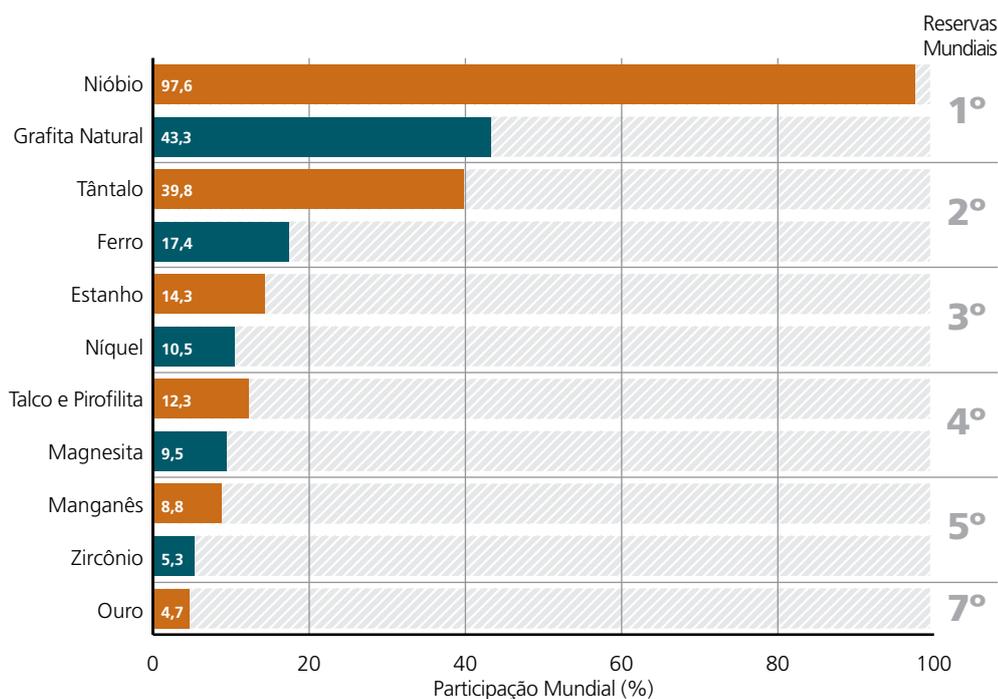


1. Breve panorama do setor mineral brasileiro

O BRASIL É UM grande produtor de minérios. Em 2011, a produção nacional abrangeu setenta substâncias. Desses bens minerais alguns se destacam por representarem uma grande porcentagem de produção mundial, ou o Brasil deter uma grande porcentagem de reservas mundiais.

As reservas de Nióbio pertencentes ao Brasil, por exemplo, perfazem um total de 97,6% do total existente em todo o planeta. No caso do Ferro, o país possui 17,4% das reservas mundiais. Reservas nacionais de minerais como Tântalo, Estanho, Níquel e Magnesita também possuem uma grande representatividade com relação às reservas mundiais. A Figura 1 mostra a participação percentual das reservas de bens minerais do Brasil, com grande representatividade em escala global.

Figura 1: Representatividade das reservas brasileiras em escala global 2011

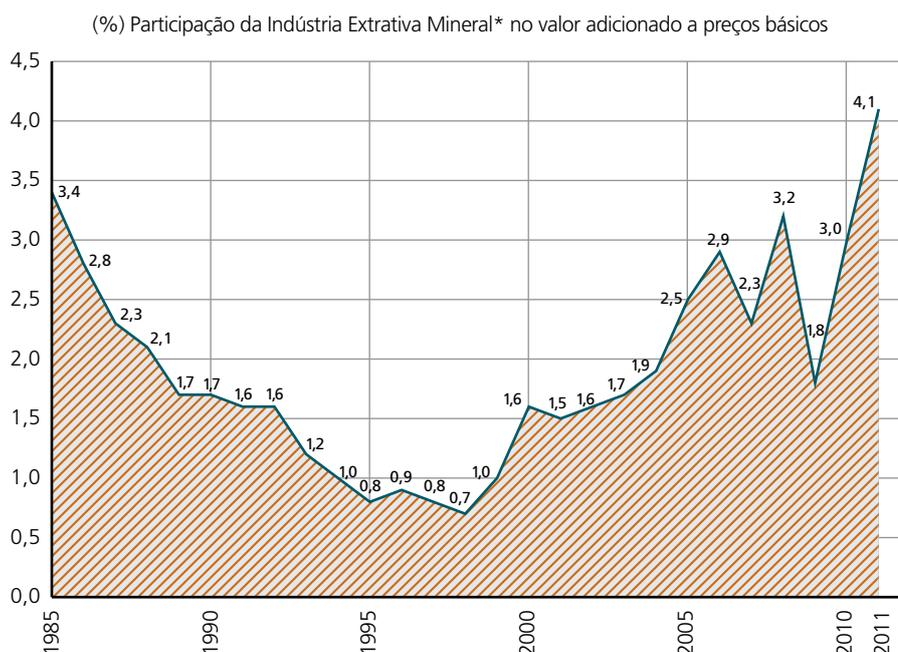


Fonte: DNPM

Considerando as crescentes exigências socioambientais e de pegada ecológica dos mercados compradores internacionais, cresce igualmente a demanda por informações sobre tecnologias utilizadas e desenvolvidas no país, questões ambientais, sociais, de saúde e segurança. As emissões de gases de efeito estufa na extração mineral são comparativamente pequenas, mas a Política Nacional de Mudanças Climáticas considerou o setor prioritário. Dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior revelam que os Minérios Metalúrgicos tiveram grande representatividade nas exportações brasileiras em 2011, ano escolhido para este estudo.

A Figura 2 ilustra em números a importância econômica da indústria extrativa mineral. Segundo dados do DNPM, no ano de 2011 a produção mineral aumentou 4,1%, em relação a 2010.

Figura 2: Participação da Indústria Extrativa Mineral (%)



* Inclui petróleo + gás natural

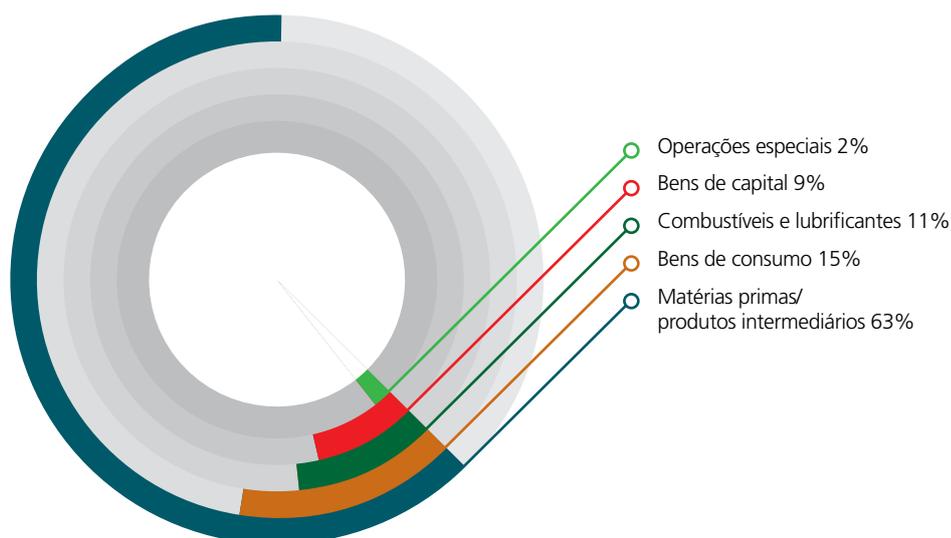
Fonte: IBGE/DNPM

No cenário global, o Brasil é um dos maiores exportadores de diversos bens minerais, dentre eles nióbio, minério de ferro, manganês, tantalita, grafite, bauxita e rochas ornamentais. É, também, autossuficiente em vários outros.

O valor de exportação de minérios chegou a 49.710 bilhões de dólares norte-americanos e o saldo da balança comercial para o setor foi de 11.292 bilhões de dólares norte-americanos.

Dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, referentes à distribuição das exportações e importações brasileiras para 2011 revelou que as matérias primas e produtos intermediários representaram a maior parte das exportações do país (Figura 3). Nesse segmento, os bens minerais representaram 25,3% das exportações brasileiras.

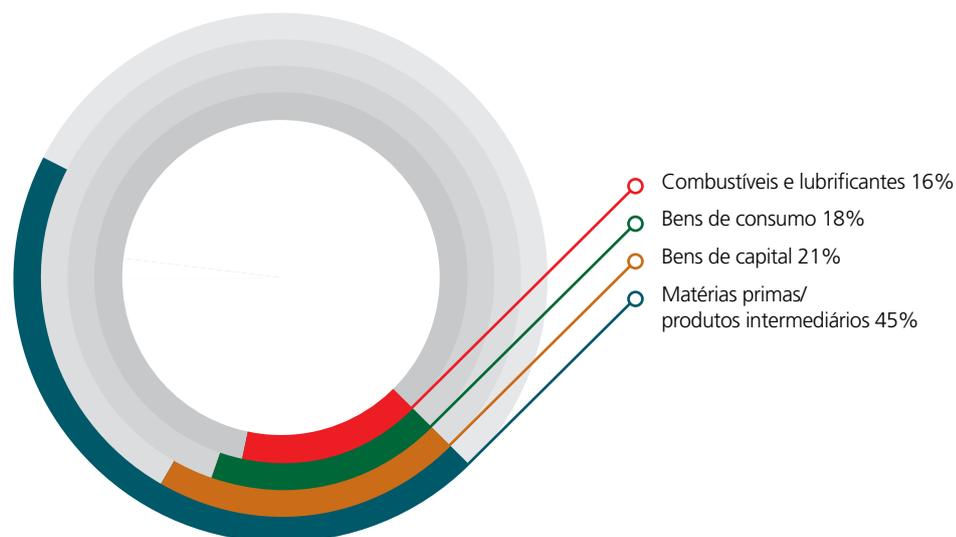
Figura 3: Composição das Exportações Brasileiras – 2011



Fonte: DNPM

O segmento de matérias primas e produtos intermediários representaram 45% das importações nacionais. E a importação de bens minerais perfaz 10,4% do total nacional como mostra a figura a seguir.

Figura 4: Composição das Importações Brasileiras - 2011



Fonte: DNPM

#2



2. Objetivo

ESTE RELATÓRIO TEM POR objetivo apresentar a Consolidação do **II Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa na Mineração** em 2011 para 18 bens minerais, como indicativo das emissões de GEE do setor mineral, em sua primeira etapa de extração e beneficiamento físico primário.



#3



3. Metodologia

A METODOLOGIA ADOTADA AO longo do estudo tem poucas modificações fundamentais com relação ao que foi desenvolvido para o ano base de 2008, conforme descrita nos itens subsequentes. Esse universo contemplou as minerações por mina.

A grande alteração na metodologia básica ocorreu ao longo do processo de busca de informações sobre as pequenas minerações, uma vez que o Escopo contratado pelo IBRAM com a CELTA descartou a pesquisa de dados primários em campo. Dados enviados pelo DNPM, ABCM e extraídos dos perfis das rochas ornamentais, calcário, gipsita, areia e brita para construção civil elaborado pelo MME em 2009 apontam para 4.000 unidades extrativas nessas categorias.

3.1 Definição dos bens minerais

O IBRAM com seus associados e a Celta como consultora definiram, em conjunto, os bens minerais objeto de análise e contabilização das emissões de gases de efeito estufa baseado nos seguintes critérios:

- representatividade econômica;
- representatividade pela quantidade de minério movimentado;
- representatividade em número de empresas por bem mineral e distribuição geográfica;
- atendimento à solicitação das audiências públicas do Plano Setorial de Mineração para incluir bens minerais com muitas empresas pequenas e dispersas;
- não ser garimpo.

Dos 70 bens minerais listados no DNPM, 18 atendiam aos requisitos acima, e estão relacionados na tabela 1.

Tabela 1: Bens Minerais Selecionados

BENS MINERAIS		
Areia	Cobre	Níquel
Brita	Estanho	Ouro
Bauxita	Ferro	Potássio
Calcário	Fosfato	Rochas Ornamentais
Carvão Mineral	Manganês	Gipsita
Caulim	Nióbio	Zinco

3.2 Limite Organizacional

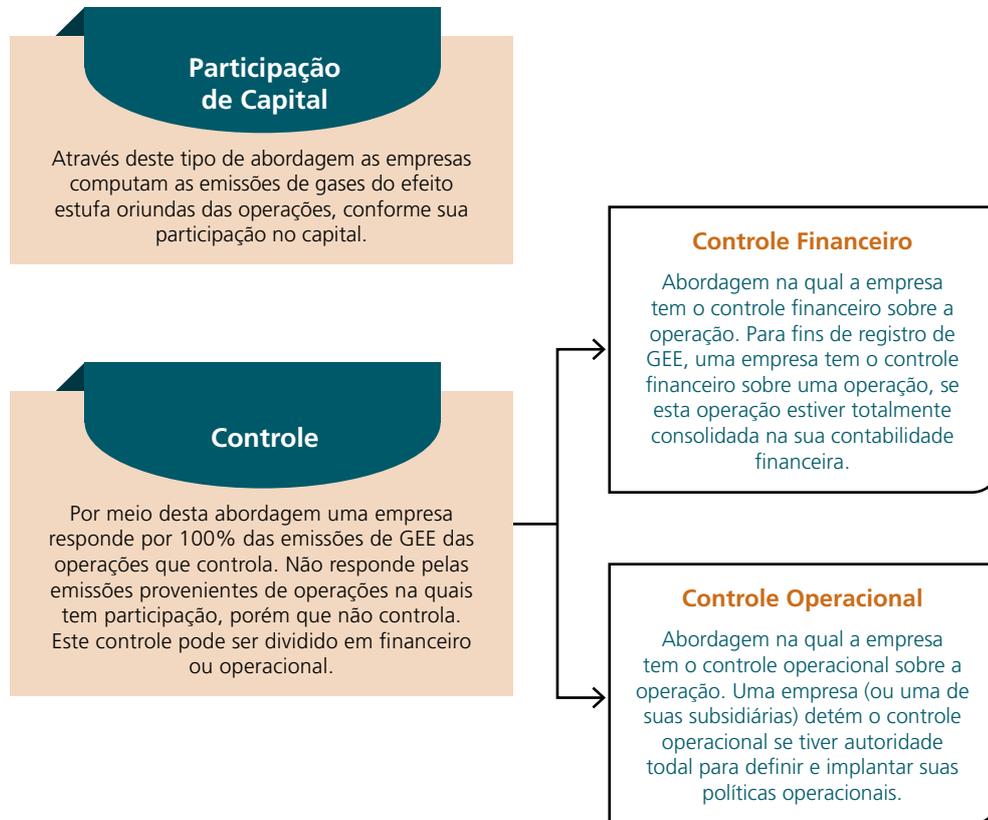
Segundo os critérios de contabilização das emissões de GEE em inventários, o limite organizacional está diretamente relacionado ao controle que uma empresa exerce sobre as operações. Essas operações variam conforme as estruturas legais e organizacionais e podem ser detidas por subsidiárias, *joint ventures* incorporadas e não incorporadas na totalidade, e outras.

Ao estabelecer os limites organizacionais, a empresa elege uma determinada abordagem para consolidação das suas emissões de GEE.

Existem duas formas de abordagem distintas quanto à consolidação dos limites organizacionais: controle e participação de capital.

A partir da escolha de uma dessas formas é elaborado o inventário de GEE.



Figura 5: Abordagens para Limite Organizacional

A abordagem por controle operacional é hoje a prática mais comum de registro e comunicação de inventários de GEE por diversas empresas. O estudo do IBRAM considerou os inventários das empresas que adotam essa abordagem de limite operacional.

Mesmo que haja variação nas emissões das organizações devido à sua participação acionária, este estudo objetiva indicar as emissões de GEE da extração mineral e seu beneficiamento primário dentro da mina. Neste caso, a emissão considerada foi aquela gerada pela operação de abertura de frente de lavra, extração e beneficiamento primário na própria mina.

3.3 Limite Operacional

A metodologia universalmente adotada estabelece o limite operacional como a forma de classificar as emissões em diretas ou indiretas provenientes dos processos das empresas e organizações. Para isso, foram estabelecidos três Escopos, no âmbito da Convenção do Clima e dos organismos subsidiários e de assessoramento técnico-científico:

- **Escopo 1:** para emissões diretas;
- **Escopo 2:** para emissões indiretas; e
- **Escopo 3:** para emissões de atividades indiretas (não considerado neste estudo).

EMISSÕES DIRETAS: são emissões geradas a partir de fontes pertencentes ou controladas pela organização (neste estudo circunscrito à mina).

- **ESCOPO 1 – Emissões diretas de GEE:** emissões de GEE da própria empresa (emissões físicas), incluídas as emissões da queima de combustível, dos processos de fabricação, e de transporte de propriedade da empresa.

As emissões contabilizadas no Escopo 1 podem ser subdivididas em: combustão estacionária, combustão móvel, emissões por processos físicos e químicos, emissões fugitivas e emissões agrícolas.

EMISSÕES INDIRETAS: são emissões geradas em fontes pertencentes ou controladas por outra empresa, mas que interferem nas atividades da empresa responsável pelo Inventário.

- **ESCOPO 2 – Emissões indiretas de GEE por uso de energia:** emissões de GEE 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.
- **ESCOPO 3 – Outras emissões de GEE indiretas:** Todas as demais fontes de emissões de GEE possivelmente atribuíveis à atividade da empresa. Por exemplo: viagens de funcionários e transporte de produtos em veículos não pertencentes à empresa, terceirização de atividades núcleo e atividades de gerenciamento/descarte de resíduos fora do estabelecimento e etc.

Para este estudo foi descartado o Escopo 3 por ser declaração opcional e poucos inventários empresariais o contemplarem. Assim, foram consideradas apenas as emissões referentes ao Escopo 1 e 2, informadas nos inventários das empresas.

Para efeito deste estudo são consideradas como Escopo1 as emissões de GEE decorrentes das atividades de: extração de um bem mineral, as operações de abertura de frentes de lavra, o decapeamento, a extração e os beneficiamentos físicos no âmbito da mina.

Cabe salientar, que embora em algumas minas esse processo seja terceirizado, prevaleceu o objetivo deste estudo: saber as emissões das extrações minerais ocorridas nas minas, da figura jurídica detentora do controle.

3.4 Definição do limite do processo produtivo

A Política Nacional de Mudança do Clima estabeleceu sete planos setoriais prioritários. Empresas de mineração podem extrair e transformar minérios em diversos produtos com diferentes níveis de beneficiamento dentro da cadeia. Por isto, uma mesma empresa

pode ter suas operações consideradas no Plano Indústria, de Transporte (transporte de cargas) e no de Mineração.

O IBRAM definiu junto com seus associados e os membros do GEx um padrão para as informações a serem consolidadas por empresa e por cada um dos bens minerais, buscando inclusive evitar dupla contagem ou omissão de emissões de GEE do processo de extração mineral.

Para efeito do Plano de Mineração e deste estudo, os limites de processo produtivo restringem-se a operações extrativas e dos processos físicos preliminares nas minas, tais como:

- Decapeamento e abertura de frente de lavra;
- Extração;
- Beneficiamento físico;
- Movimentação de máquinas, equipamentos e transporte interno;
- Recuperação de áreas abertas; e
- Encerramento dessas áreas.

Apesar desta definição geral das etapas básicas, na análise dos inventários de GEE enviados pelas empresas, buscou-se uniformizar de forma realista as fontes das minas e suas emissões, em cada um dos bens minerais.

As considerações individuais para cada empresa selecionada e por bem mineral serão tratadas no capítulo de Resultados.

A tabela 2 revela quais são os limites do processo produtivo de cada bem mineral considerado no estudo.

A exceção na abrangência do processo produtivo é o minério de ferro que considera, além das operações nas minas, o processo de pelotização.

Tabela 2: Limite do Processo Produtivo por bem mineral

Bem Mineral/ Pelotização	Limite do Processo Produtivo
Areia	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas aberta.
Brita	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas
Bauxita	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Calcário	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Carvão Mineral	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.

Bem Mineral/ Pelotização	Limite do Processo Produtivo
Caulim	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Cobre	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Estanho	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Ferro	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Pelotização	Processo de pelotização*
Fosfato	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Potássio	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Manganês	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Nióbio	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Níquel	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Ouro	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Rochas Ornamentais	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Gipsita	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.
Zinco	abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas.

*De acordo com o Inventário Nacional e a metodologia do IPCC, a pelotização é incorporada à mineração



3.5 Definição das fontes típicas de emissão

Embasado no conhecimento técnico, nos documentos fornecidos pelas empresas, pelo IBRAM e a informação pública, somados à experiência acumulada na elaboração da I Consolidação do Inventário de Emissões de GEE do Setor Mineral, foi possível estabelecer um quadro de fontes de emissões de GEE típicas para o setor, a saber:

Escopo 1

- Combustão em equipamentos estacionários;
- Geração própria de energia;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Uso de explosivos;
- Emissões decorrentes do processo produtivo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Emissões provenientes de resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção de solo.

Escopo 2

- Aquisição de energia elétrica.

Também foi levado em consideração o sequestro e estoque de carbono.

Alguns bens minerais não possuem em seu processo produtivo algumas das fontes de emissões listadas anteriormente, mas para que fosse feita uma padronização ficou definido que essas fontes seriam citadas mesmo que seus valores expostos no ano de 2011 fossem nulos.

3.6 Obtenção dos dados necessários

Para a elaboração deste estudo, o primeiro passo foi buscar inventários de 2011 das empresas constantes no primeiro estudo (ano base 2008). Em paralelo, acessar os sítios relacionados às empresas e à atividade de mineração, entre outras informações públicas. As ferramentas de busca foram:

- Pesquisa nos sítios web das empresas e de órgãos oficiais (IBRAM, DNPM, MME);
- Análise de documentos e relatórios referentes ao assunto – fontes públicas;
- Reunião de validação;
- Comunicação do projeto aos associados;
- Solicitação de preenchimento do “Formulário de Sensibilidade” para as empresas mais significativas;

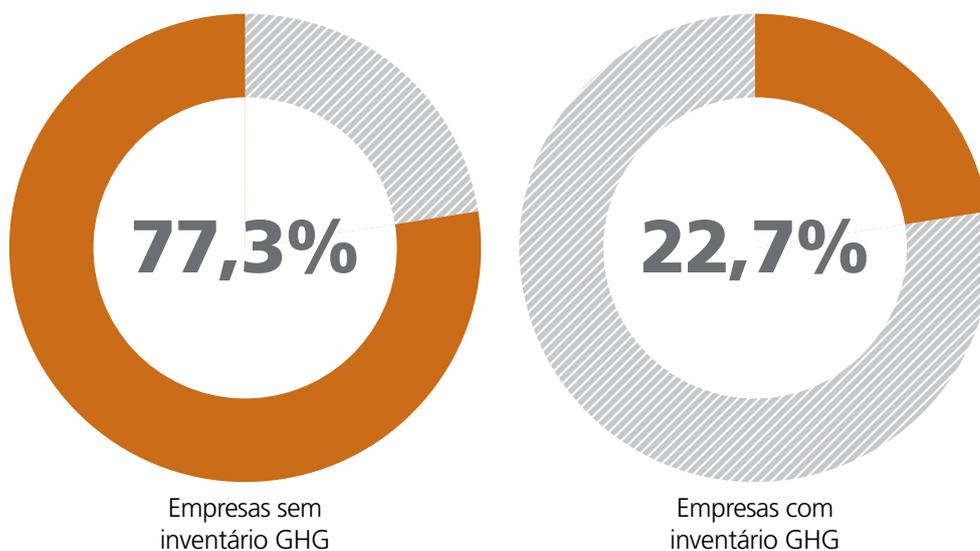
- Solicitação dos inventários;
- Solicitação de preenchimento do “Formulário de Validação e Complementação”;
- Contato com representantes das empresas para complementação e validação;
- Contato com as associações setoriais (agregados, rochas ornamentais, carvão mineral, gipsita e calcário);
- Comparação entre as operações, projetos e investimentos em mitigação de emissões de GEE das empresas mais significativas em 2008 e 2011.

Inicialmente, a CELTA fez a pesquisa de informações públicas referentes às empresas (definidas no item 3.7). Buscou-se encontrar dados referentes aos processos produtivos, os valores de movimentação e inventários.

Esta primeira pesquisa revelou que a maior parte das empresas (mais de 75%) não possuía Inventários de Emissões GEE – ano base 2011 – disponíveis em sítios públicos.

O gráfico apresentado na figura 6 mostra a quantidade percentual de empresas que no início das pesquisas possuíam inventário de gases do efeito estufa para acesso público.

Figura 6: Empresas com e sem Inventário GHG – Ano Base 2011



Ademais, alguns desses inventários públicos de GEE, referentes aos 22,7%, relatam informações agregadas das emissões de todas as unidades do grupo econômico, com operações em vários segmentos, emissões de acordo com as diferentes participações acionárias, o que inviabiliza o uso dessas informações dentro do objeto deste trabalho – extração por bem mineral, por mina.

Considerando a escassez de informações públicas para atender a metodologia adotada, o IBRAM iniciou um processo de comunicação direta às empresas associadas, ressaltan-

do a importância da colaboração e participação para alcançar o objetivo final dessa nova Consolidação das Emissões de GEE, como prevê a PNMC.

Dentro do processo de conscientização foi realizada uma Reunião de Partida em novembro de 2012 com as empresas associadas. Na ocasião foi apresentado o trabalho de ano base 2008 e as metodologias propostas ao novo trabalho, de ano base 2011. A reunião foi o pilar para posicionamento dos associados frente ao papel e mandato do IBRAM na matéria. Destacam-se:

- O protagonismo do setor mediante canal permanente de diálogo construtivo e direto com os atores públicos encarregados de implementar a PNMC;
- A legitimidade do IBRAM como coordenador desse diálogo construtivo e de negociações, no âmbito da PNMC;
- A definição dos limites operacionais a serem considerados no Plano Setorial da Mineração – extração –, considerando que os processos de transformação fazem parte do Plano Indústria, assim como o transporte de carga está no Plano de Transporte;
- A necessidade de ampliar o conhecimento sobre as emissões de GEE e suas fontes, de forma a refletir iniciativas das empresas no sentido da economia de baixo carbono.

Um dos pontos de maior destaque do IBRAM com seus associados foi a necessidade de engajamento dos responsáveis nas empresas e associações congêneres, no preenchimento dos formulários e envio das informações.

A partir da conscientização de que a base do Inventário são os dados fornecidos pelas próprias empresas, o próximo passo foi pesquisar que empresas significativas em cada bem mineral dispunham de informações sobre suas emissões de GEE. A CELTA elaborou o “Formulário de Sensibilidade” no qual era também solicitado o envio do inventário existente, para o ano base 2011, do processo de extração do bem mineral.

Diante das dificuldades em obter respostas, foi decidido criar um novo formulário. Esse documento organizava o pedido de dados da forma como eles seriam tabulados por bem mineral. As fontes por Escopo eram fundamentais para dar prosseguimento ao estudo.

As poucas empresas que já tinham enviado dados receberam o novo formulário com suas informações tabuladas – complementação e validação.

Aquelas faltantes, o novo formulário foi uma tentativa de solicitar dados já ordenados de acordo com a forma de tabulação dos resultados – reorganização do pedido inicial.

Ficou claro que seria necessário aprofundar a coleta de dados junto aos associados. Para isso, a CELTA e o IBRAM acordaram que seria realizada mais uma fase de contatos diretos, e validação posterior pelas empresas.

3.7 Definição das empresas selecionadas para tratamento individualizado

Para cada bem mineral selecionado foram pesquisadas listas de empresas mais representativas em volume de produção.

As fontes consultadas foram:

- Sites de associações e institutos, inclusive IBRAM;
- Trabalhos técnicos;
- Publicações oficiais do Ministério de Minas e Energia e outros organismos públicos.

Por fim, o IBRAM indicou a lista a ser considerada, sempre considerando fontes fidedignas.

Em cada lista, as mineradoras foram escolhidas em ordem decrescente de produção, e deveriam totalizar em conjunto pelo menos 80% da quantidade total movimentada daquele bem mineral.

As maiores empresas em cada bem mineral seriam objeto de análise individual, a partir das emissões produzidas por elas mesmas ou por quem elas delegavam.

Esta metodologia permitiu atender parte do objetivo do presente estudo: atualizar as emissões de GEE de 2008. Também permitiu incluir o carvão mineral no estudo, a partir dos dados de emissão calculados pela Associação Brasileira de Carvão Mineral para cada uma das empresas consideradas pela ABCM como mais representativas.

Com relação ao objetivo de ampliar o número de bens minerais e incluir as pequenas e médias mineradoras, o critério de seleção sofreu alterações muito significativas. Os novos bens minerais, exceto o carvão mineral, têm como característica a grande quantidade de pequenas e médias mineradoras. Mesmo possuindo grandes empresas, a representatividade destas grandes, somadas, não atingia aos 80% em quantidade movimentada. Ademais, tecnologias e processos eficientes existentes em grandes mineradoras não são, em geral, comparáveis aos utilizados nas pequenas e médias.

As discussões públicas do Plano Setorial de Mineração reivindicaram a inclusão das pequenas e médias minerações em todas as regiões do país. Especificamente, foram reivindicadas as extrações de Calcário, Gipsita, Rochas Ornamentais e Agregados da Construção Civil (areia e brita).

Como o escopo do trabalho pressupõe a consolidação de inventários desenvolvidos pelas empresas (bottom-up) e foi descartada a pesquisa de dados primários, a decisão do IBRAM foi buscar subsídios nas próprias associações de classe dos novos bens minerais. O único caso de pesquisa através das associações com resultados positivos foi o carvão

mineral, porque a ABCM fez o inventário individualmente com as empresas cuja soma representa mais de 90% da produção do setor e repassou ao IBRAM.

As tabelas 4 a 16 relacionam as companhias mais relevantes e que foram consideradas neste estudo excetuando-se gipsita, calcário, rochas ornamentais, areia e brita para construção civil. Os valores das participações percentuais, na produção total, de cada empresa por bem mineral foram retirados do documento “Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira – 7ª Edição – Dezembro/2012 – IBRAM”.

Cabe salientar que foram observadas algumas discrepâncias entre os valores de movimentação em ROM total, informado pelas empresas e pelo DNPM. Por exemplo, no caso da bauxita e do cobre o valor de movimentação em ROM total das empresas que enviaram as informações superam o valor fornecido pelo DNPM.

A tabela 3, a seguir, apresenta a movimentação de minério, segundo o DNPM.

Tabela 3: Movimentação por bem mineral

Substância	Movimentação Bruta (ROM) (10³ t)
Areia	346.772
Pedra Britada	268.000
Bauxita	35.135
Caulim	7.135
Carvão Mineral	12.305
Cobre	63.800
Estanho	20.480
Ferro	519.300
Fosfato	41.383
Manganês	5.189
Nióbio	8.391
Níquel	18.420
Ouro	136.500
Potássio	2.556
Rochas Ornamentais	23.435
Gesso (Gipsita)	3.223
Zinco	2.303

As tabelas de 4 a 16, a seguir, apresentam as participações percentuais por empresa na produção de cada bem mineral.

Tabela 4: Empresas – Bauxita

BAUXITA	
Empresa	Participação na Produção
MRN	54,00%
HYDRO (VALE)	12,00%
Alcoa	12,00%
CBA Mineração	11,00%
Mineração Curimbaba	8,40%
Outras	2,60%
Total	100,00%

Tabela 5: Empresas – Caulim

CAULIM	
Empresa	Participação na Produção
IMERYS	71,00%
CADAM (VALE)	24,00%
OUTRAS	5,00%
Total	100,00%

Tabela 6: Empresas – Cobre

COBRE	
Empresa	Participação na Produção
VALE	46,00%
YAMANA	39,00%
CARAÍBA	14,00%
OUTRAS	1,00%
Total	100,00%

Tabela 7: Empresas – Estanho

ESTANHO	
Empresa	Participação na Produção
MINERAÇÃO TABOCA/MAMORÉ	66,00%
COOPERSANTA	20,00%
OUTRAS	14,00%
Total	100,00%

Tabela 8: Empresas – Ferro

FERRO	
Empresa	Participação na Produção
VALE	84,50%
SAMARCO	6,30%
CSN	2,90%
Outras	6,30%
Total	100,00%

Tabela 9: Empresas – Fosfato

FOSFATO	
Empresa	Participação na Produção
VALE	78,00%
OUTRAS	22,00%
Total	100,00%

Tabela 10: Empresas – Manganês

MANGANÊS	
Empresa	Participação na Produção
VALE	95,00%
OUTRAS	5,00%
Total	100,00%

Tabela 11: Empresas – Nióbio

NIÓBIO	
Empresa	Participação na Produção
COMIPA/CBMM	60,00%
ANGLO AMERICAN	21,00%
OUTRAS	19,00%
Total	100,00%

Tabela 12: Empresas – Níquel

NÍQUEL	
Empresa	Participação na Produção
VOTORANTIM METAIS	77,00%
ANGLO AMERICAN	19,00%
OUTRAS	4,00%
Total	100,00%

Tabela 13: Empresas – Ouro

OURO	
Empresa	Participação na Produção
ANGLO GOLD	22,00%
YAMANA	17,00%
KINROSS	29,00%
OUTRAS	32,00%
Total	100,00%

Tabela 14: Empresas – Potássio

POTÁSSIO	
Empresa	Participação na Produção
VALE	100,00%
Total	100,00%

Tabela 15: Empresas – Zinco

ZINCO	
Empresa	Participação na Produção
VOTORANTIM METAIS	100,00%
Total	100,00%

Tabela 16: Empresas – Carvão Mineral

CARVÃO MINERAL	
Empresa	Participação na Produção
METROPOLITANA	10,17%
CRICIÚMA	10,66%
CATARINENSE	5,55%
RIO DESERTO	6,03%
COOPERMINAS	8,00%
BELLUNO	8,67%
COPELMI	24,41%
CRM	18,29%
OUTRAS	8,22%
Total	100,00%

3.8 Definição das cadeias tratadas de forma agregada

A pesquisa de inventários de GEE existentes para os novos bens minerais foi infrutífera, exceto para o carvão mineral, como acima mencionado. As empresas dessas cadeias, com raras exceções para grandes organizações, não fazem inventário e fracassaram as tentativas das associações em coletar os dados diretamente.

O IBRAM comprometeu-se nas Audiências Públicas do Plano Setorial de Mineração, de que no próximo Inventário buscaria incluir as cadeias apontadas como importantes pelo GEx e pelos participantes dessas audiências. Essas cadeias caracterizam-se pela extração mineral em centenas de frentes de lavra pequenas.

Inicialmente, tentou-se utilizar o critério de representatividade na produção: grandes empresas e seu percentual no total extraído por bem mineral. Como as grandes minerações ou não faziam inventário e seu somatório não chegou aos 80% da produção, foi

tentada uma alternativa que não comprometesse o objetivo final (ordem de grandeza das emissões dessas cadeias).

Quando havia inventário com as fontes identificadas eles foram a referência para o bem mineral em análise.

A outra tentativa foi buscar informações através das Associações, mediante faixas de movimentação: tratamento agregado, considerando “empresas típicas” dividindo-as em médias e pequenas minerações. A tentativa com as associações foi de buscar dados típicos de uma amostra entre 10 e 20 médias e pequenas minerações de acordo com o critério estabelecido pelo DNPM para classificar porte. Fora o carvão mineral já mencionado, esta rota também foi infrutífera.

Os dados solicitados foram:

- Movimentação (ROM) de rochas brutas ou de minério, em toneladas (Parte utilizada + parte não utilizada);
- Produção de rochas ou minério, em toneladas (quantidade útil);
- Tipos de combustíveis;
- Quantidade de combustível consumida por cada tipo;
- Consumo de Energia Elétrica mensal, em Kwh;
- Consumo específico de combustível (diesel como principal) /t ROM (estimativa com base no conhecimento das empresas sobre seus consumos médios anuais);
- Consumo de energia elétrica médio mensal, em KWh (estimativa com base no conhecimento das empresas sobre seus consumos médios mensais);
- Tipo de explosivo mais utilizado e quantidade consumida média anual.

Por fim, considerando as tecnologias e processos mais usuais, os inventários obtidos em 2011 e o Inventário de 2008, ficou claro que o consumo de óleo diesel é a principal fonte.

Com relação a rochas ornamentais, foram abordadas as associações de classe na *Vitoria Stone Fair* de 2013 e mantido contato com o trabalho em desenvolvimento pelo CETEM para cálculo de emissões de GEE das rochas ornamentais.

IBRAM decidiu então abordar as emissões de consumo de diesel em fontes móveis e equipamentos fixos e móveis. A energia elétrica foi muito pouco significativa, outros combustíveis não foi informado e dados sobre uso de explosivos inexistente. Agrega-se o fato de que o escopo contratado com a Celta não incluía pesquisa de dados primários e sim inventários das empresas.

A dificuldade em obter esses dados levou à decisão de focar na principal fonte de emissão de GEE com os seguintes critérios:

- Considerar a quantidade total de minério movimentado (t ROM) segundo dados de controle da extração mineral fornecidos diretamente pelo DNPM;
- Selecionar a principal fonte de emissão de gases de efeito estufa na extração do bem mineral em estudo. Como evidenciado na Primeira Compilação das Emissões de GEE por extração mineral, o consumo de combustíveis e energia

aparecem como fontes de emissão em todos os processos, seja como fonte direta ou indireta, fixa ou móvel. O óleo diesel é a fonte de emissão de GEE mais importante – na maioria dos bens minerais ela representa mais de 90% das emissões de GEE;

- Solicitar à associação que reúne os produtores de um bem mineral que estime o consumo médio de diesel por tonelada ROM, junto a seus associados produtores.

Os bens minerais constantes nesse grupo com muitas pequenas minerações foram: Areia, Brita, Calcário, Gipsita e Rochas Ornamentais.

Sem muitas informações e com o compromisso assumido de incorporar pequenas minerações, o IBRAM decidiu considerar apenas o consumo médio de óleo diesel informado e a movimentação de minério para ter uma primeira ordem de grandeza das emissões relativas de GEE desses bens minerais.

3.9 Análise dos dados existentes

Tomou-se como base de estudo alguns relatórios e documentos que abordam o tema e que refletem a realidade do setor mineral.

Fez-se uma análise da movimentação mineral brasileira e de sua importância para a economia nacional; das iniciativas e incentivos existentes a nível nacional e em diversas unidades federativas no esforço de levantar e quantificar as emissões de GEE; das metodologias e critérios técnicos internacionais e aplicáveis (informações do IPCC, do CDP e do GHG Protocol).

3.10 Análise das informações recebidas

A análise dos dados foi ajustada ao longo do processo de acordo com as informações que eram recebidas de cada empresa, preservando a base metodológica – dados provenientes das empresas. Foi estabelecido um padrão geral de organização de dados, mas havia particularidades inerentes aos processos das empresas, como, por exemplo, emissões provenientes de determinada fonte de uma empresa não estava presente em outras empresas dentro do mesmo bem mineral, por diferenças no processo.

A análise dos dados buscou também estabelecer mecanismos para avaliação e consolidação das informações de emissões de gases do efeito estufa para cada bem mineral.

Por fim, todos os dados aglutinados e trabalhados forneceram um panorama das emissões de GEE do setor.

Os dados foram tratados segundo três metodologias:

- Empresas com Inventários individuais;
- Empresas com emissões individuais processadas pela associação da cadeia produtiva;
- Empresas tratadas de forma agregada pelas emissões de queima de combustível como fonte principal.

Cabe ressaltar que algumas empresas contabilizam e informam suas emissões líquidas, subtraindo das emissões totais de GEE o valor do sequestro e estoque de carbono. Quando informado separadamente esse valor foi descrito no trabalho.

3.10.1 Empresas com inventários individuais

O universo inicial contemplava atualização das informações do primeiro Inventário que englobava 10 empresas e 37 minas dos 10 bens minerais estudados.

A partir desse universo foram desenvolvidas “fichas resumo” referentes às emissões de cada uma das empresas. Essas fichas foram sendo elaboradas de acordo com a chegada de dados atualizados pelas companhias (formulários de sensibilidade, inventários, formulários de validação e complementação de dados) e separadas por bem mineral.

Ao final, cada documento individual apresentou informações que serviram de base para construção do universo final de estudo e a sua abrangência.

Principais informações extraídas dos inventários individuais:

- Unidades de Operação;
- Processos e tecnologias;
- Limite Organizacional;
- Limite Operacional;
- Limite do Processo Produtivo;
- Fontes consideradas no ano base de 2011;
- GEE inventariados;
- Planilha “Inventário de Emissões de GEE ano-base 2011 – Escopos 1 e 2”;
- Contribuição relativa das diferentes fontes;
- Características do consumo de combustível por bem mineral;
- Comparação entre os dois estudos (2008 e 2011).

3.10.2 Empresas consideradas individualmente pela associação – Carvão Mineral

A Associação Brasileira de Carvão Mineral (ABCM) elaborou o cálculo das emissões de GEE individualmente para as empresas mais representativas, as quais somam mais de 90% da produção nacional de carvão mineral.

3.10.3 Empresas tratadas de forma agregada

Para os bens minerais com muitas empresas pulverizadas foram utilizadas duas abordagens: quando foi possível obter inventários de grandes minerações com fontes de emissão de GEE bem definidas; e quando não foi possível obter informação alguma diretamente das empresas ou das associações.

No primeiro caso foi estipulada a emissão do segmento com base nas emissões da grande mineração; e no segundo caso foi utilizada uma proxy para consumo de óleo diesel como principal fonte, conforme descrito no item 3.8.



#4



4. Resultados

UTILIZANDO TODAS AS PREMISSAS citadas na metodologia e os dados recebidos das empresas selecionadas 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 as emissões de GEE para cada bem mineral. Foram lançados os valores de emissões por fonte, classificadas em Escopo 1 ou 2, bem como uma proxis do total de emissões em cada bem.

4.1 Inventário de Emissões de GEE consolidado por bem mineral

Para calcular as emissões de gases do efeito estufa em toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (tCO_2e) foram utilizados os dados enviados pelas empresas mais representativas por bem mineral.

O total das emissões de GEE indicado através de proxis nos itens a seguir obedeceu às proporções apontadas pelo IBRAM nas tabelas do tópico 3.7 – Definição das empresas selecionadas. Para calcular proxis das emissões de 100% da quantidade de minério movimentado ($t ROM$) em cada bem mineral selecionado, foi tomado o somatório das emissões das mais representativas do bem objeto de análise (pelo menos 80% do total) e usado o critério de estimar uma emissão específica média de tCO_2e por $TROM$ e aplicar esse fator aos 20% ou menos remanescentes, para totalizar os 100% das emissões.

4.1.1 Bauxita

As empresas extratoras de bauxita mais representativas totalizaram 97,40% da produção nacional. Nesse estudo foram consideradas as empresas que representam 89,00% da produção contemplando quatro companhias.

O limite do processo produtivo na extração da bauxita considerou abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas e encerramento na mina.

As emissões foram apresentadas classificadas em Escopo 1 e 2 conforme indicado abaixo:

Escopo 1 – emissões diretas:

- Combustão em equipamentos fixos;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Geração própria de energia;
- Uso de explosivos;
- Emissões do processo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção do solo.

Escopo 2 – emissões indiretas:

- Aquisição de energia.

Os gases de GEE inventariados foram expressos em tCO₂e na tabela a seguir.

Tabela 17: Emissões – Bauxita

PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO	ANO-BASE 2011	
	ESCOPO 1	ESCOPO 2
	tCO ₂ e	tCO ₂ e
Total das emissões por combustão	415.422,03	-
Uso de explosivos	0,00	-
Emissões do processo	0,00	-
Emissões Fugitivas	0,00	-
BAUXITA		
Decapeamento	0,00	-
Resíduos Sólidos e Efluentes	4.080,50	-
Tratamento e Correção de Solo	147,58	-
Sequestro e Estoque de Carbono	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	5.548,00
EMISSIONES DE GEE POR ESCOPO	419.650,11	5.548,00

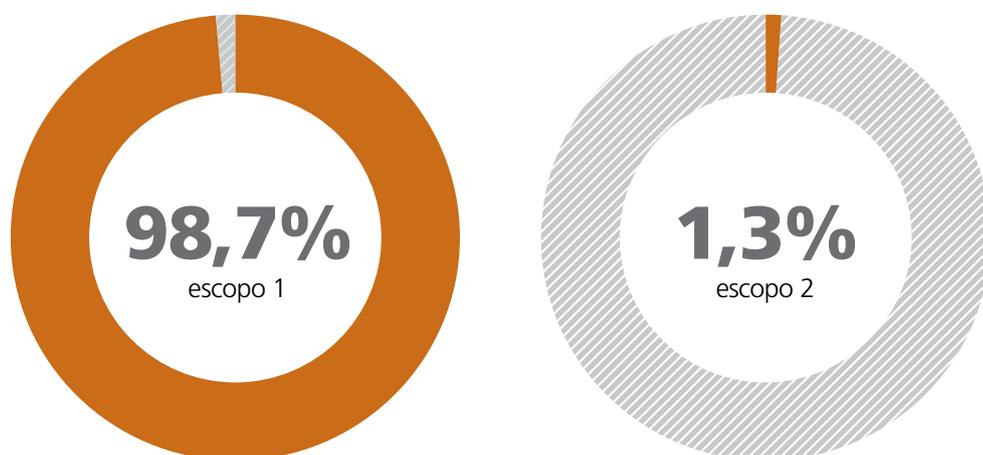
Considerando que os inventários apontaram o consumo de energéticos como responsável por mais de 90% das emissões de GEE, e o consumo de diesel em equipamentos e na movimentação de minério como o principal emissor, as emissões totais foram estimadas a partir de uma emissão específica média de tCO₂e por t ROM das empresas que forneceram seus dados individuais e, a partir dessa emissão específica, chegar ao total estimado de emissões de GEE referentes à 100% do minério movimentado (t ROM).

Tabela 18: Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração da Bauxita

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total (tCO ₂ e)
471.516,98	6.233,71	477.750,69

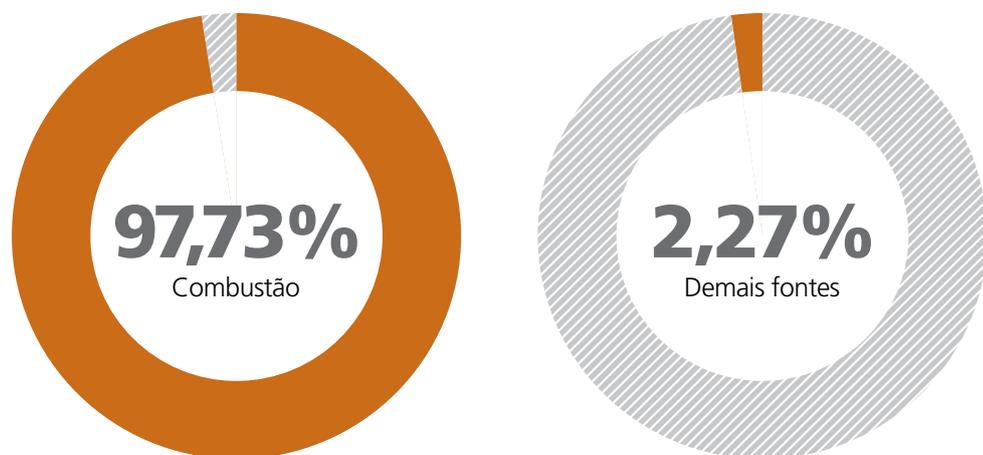
O gráfico a seguir (Figura 7) representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para bauxita:

Figura 7: Emissões por Escopo – Bauxita

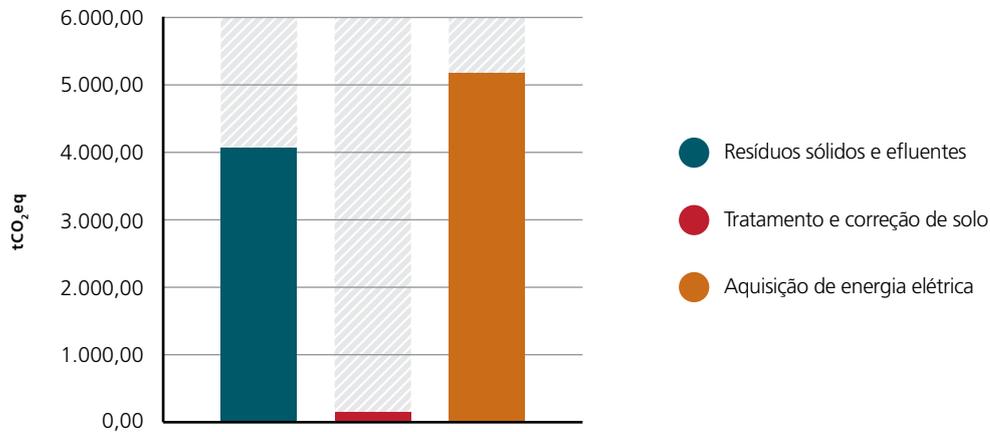


O gráfico abaixo (Figura 8) representa as emissões referentes à combustão como **98%** do total.

Figura 8: Emissões por Combustão e Demais Emissões – Bauxita



O gráfico a seguir (Figura 9) representa as emissões das demais fontes de emissão da extração da bauxita, excluindo-se a combustão.

Figura 9: Emissões por demais fontes, exceto combustão – Bauxita

Os gráficos a seguir (Figuras de 10 a 12) apresentam um panorama das produções e emissões separadas por Escopo nos anos de 2008 e 2011.

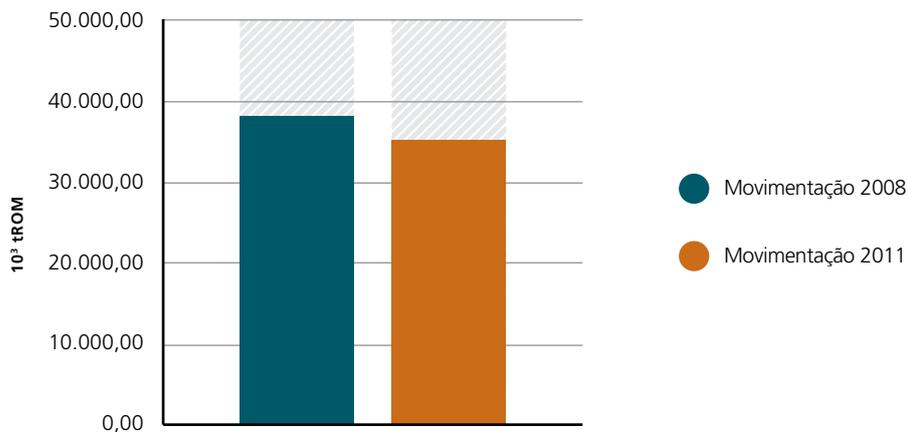
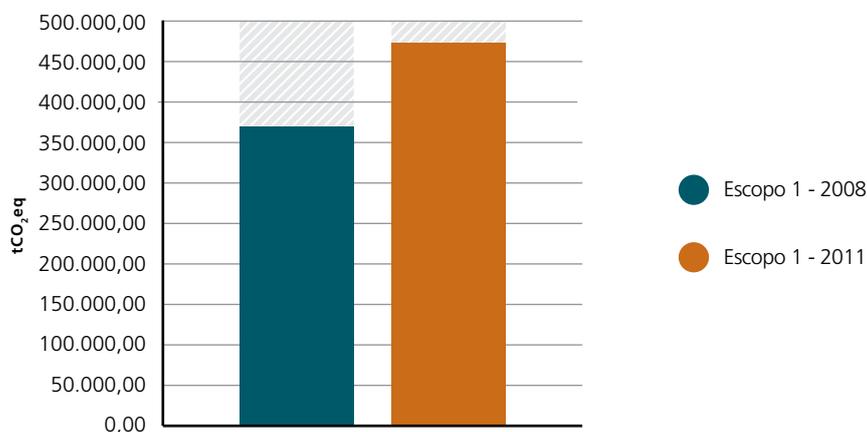
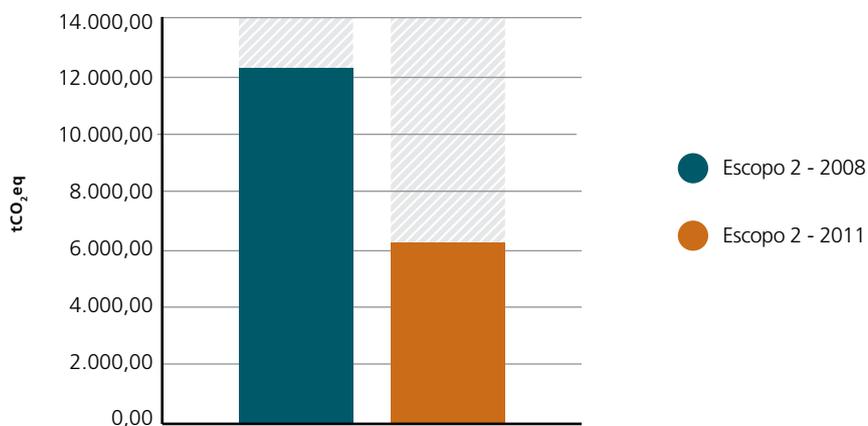
Figura 10: Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Bauxita**Figura 11:** Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Bauxita

Figura 12: Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Bauxita

Para o cálculo das variações percentuais entre os dois anos estipulou-se que 2008 seria o ano inicial, sendo o valor desse ano equivalente a 100%. Todo aumento ou diminuição faz referência a 2008. Os valores indicam um aumento de 28% nas emissões diretas (Escopo 1) entre 2008 e 2011 enquanto as emissões provenientes de aquisição de energia elétrica apresentou queda de 49% e a movimentação em ROM diminuiu 8%.

4.1.2 Caulim

As duas empresas extratoras de caulim, consideradas neste estudo, totalizaram 95% da produção nacional.

O limite do processo produtivo nas minas de caulim considerou abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas e encerramento na mina. As emissões foram apresentadas divididas em Escopo 1 e 2 conforme indicado abaixo:

Escopo 1 – emissões diretas:

- Combustão em equipamentos fixos;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Geração própria de energia;
- Uso de explosivos;
- Emissões do processo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção do solo.

Escopo 2 – emissões indiretas:

- Aquisição de energia.

Nesse estudo uma unidade de operação e uma companhia que representavam 24% da produção total de Caulim enviaram dados individuais de emissões de GEE para 2011.

Como não atende ao critério estabelecido na metodologia (80%) e não houve resposta atualizada, o IBRAM decidiu por uma adaptação, a partir das emissões do Inventário de 2008, de maneira a manter este bem mineral no Inventário. Foi assumido que o processo não mudou e que as emissões para as mesmas fontes seguiriam em valor a variação quantitativa na produção de minério entre 2008 e 2011 para as empresas antes contabilizadas.

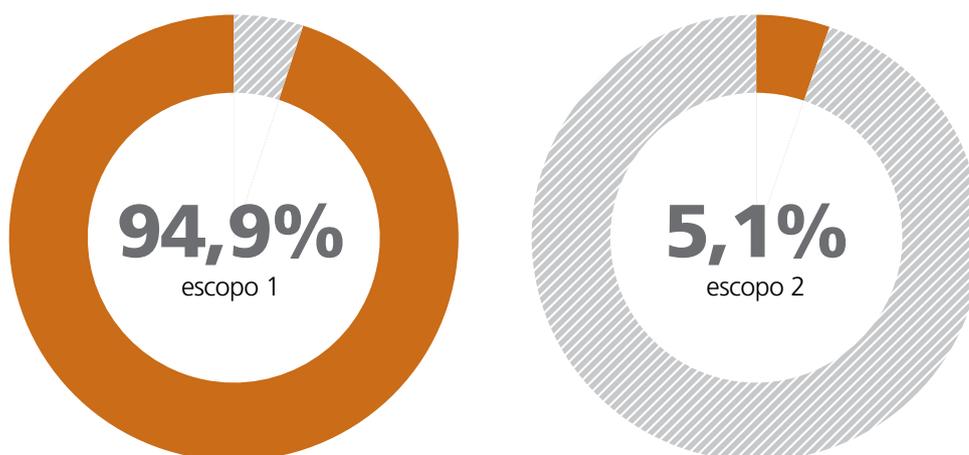
Considerando que os inventários apontaram o consumo de energéticos como responsável por mais de 90% das emissões de GEE, e o consumo de diesel em equipamentos e na movimentação de minério como o principal emissor, as emissões totais foram estimadas a partir de uma emissão específica média de tCO₂e por t ROM das duas empresas e, a partir dessa emissão específica, chegar ao total estimado de emissões de GEE referentes à 100% do minério movimentado (t ROM).

Tabela 19: Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Caulim

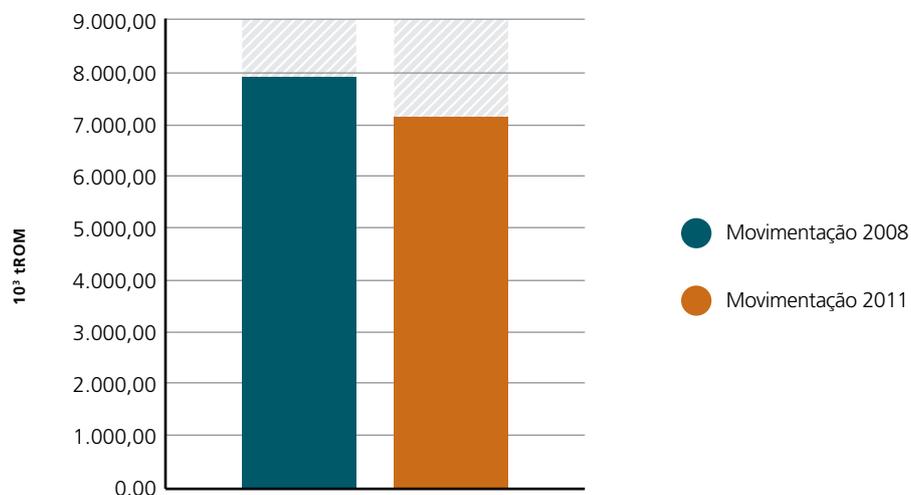
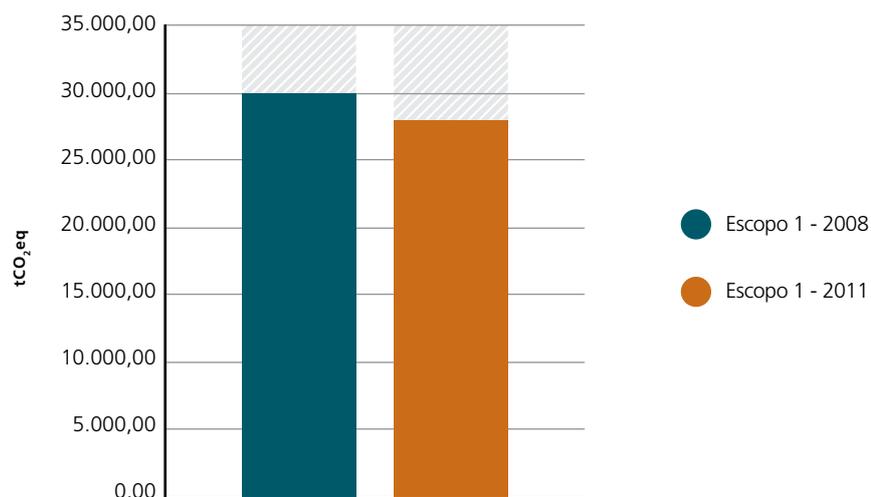
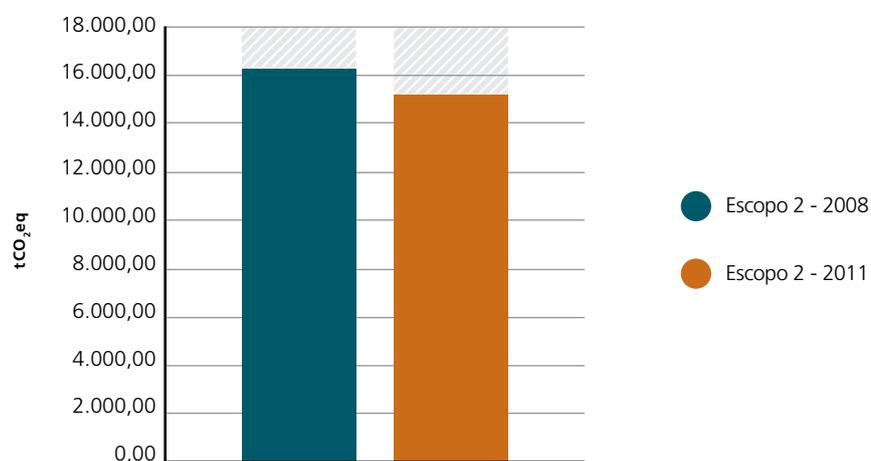
Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total (tCO ₂ e)
281.256,13	15.199,80	296.455,93

O gráfico a seguir (Figura 13) representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para caulim:

Figura 13: Emissões por Escopo – Caulim



Os gráficos a seguir (Figuras de 14 a 16) apresentam um panorama das produções e emissões separadas por Escopo nos anos de 2008 e 2011.

Figura 14: Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Caulim**Figura 15:** Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Caulim**Figura 16:** Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Caulim

Para o cálculo das variações percentuais entre os dois anos estipulou-se que 2008 seria o ano inicial, sendo o valor desse ano equivalente a 100%. Todo aumento ou diminuição faz referência a 2008. As emissões tanto de Escopo 1 quanto de Escopo 2 reduziram em **7%** enquanto a movimentação em ROM diminuiu em **10%**. Cabe lembrar que as emissões foram estimadas para o ano de 2010

4.1.3 Cobre

As empresas extratoras de cobre mais representativas totalizaram 99% da produção nacional. Nesse estudo foram consideradas as empresas que representam 85% da produção contemplando duas unidades de operação e duas companhias.

O limite do processo produtivo nas minas de cobre considerou abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas e encerramento na mina. As emissões foram apresentadas divididas em Escopo 1 e 2 conforme indicado abaixo:

Escopo 1 – emissões diretas:

- Combustão em equipamentos fixos;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Geração própria de energia;
- Uso de explosivos;
- Emissões do processo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção do solo.

Escopo 2 – emissões indiretas:

- Aquisição de energia.



Os gases de GEE inventariados foram expressos em tCO₂e na tabela a seguir.

Tabela 20: Emissões – Cobre

PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO	ANO-BASE 2011	
	ESCOPO 1	ESCOPO 2
	tCO ₂ e	tCO ₂ e
Total das emissões por combustão	191.941,06	-
Uso de explosivos	13.511,58	-
Emissões de processos	320,09	-
Emissões Fugitivas	522,86	-
COBRE		
Decapeamento	32.451,02	-
Resíduos Sólidos e Efluentes	0,00	-
Tratamento e Correção de Solo	0,00	-
Sequestro e Estoque de Carbono	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	19.111,44
EMISSÕES DE GEE POR ESCOPO	238.746,61	19.111,44

De acordo com a metodologia, as empresas mais representativas devem somar em ordem decrescente pelo menos 80% da produção. As empresas que enviaram inventário de emissões por fonte individualizadas correspondem a 85% do total da produção de cobre em 2011.

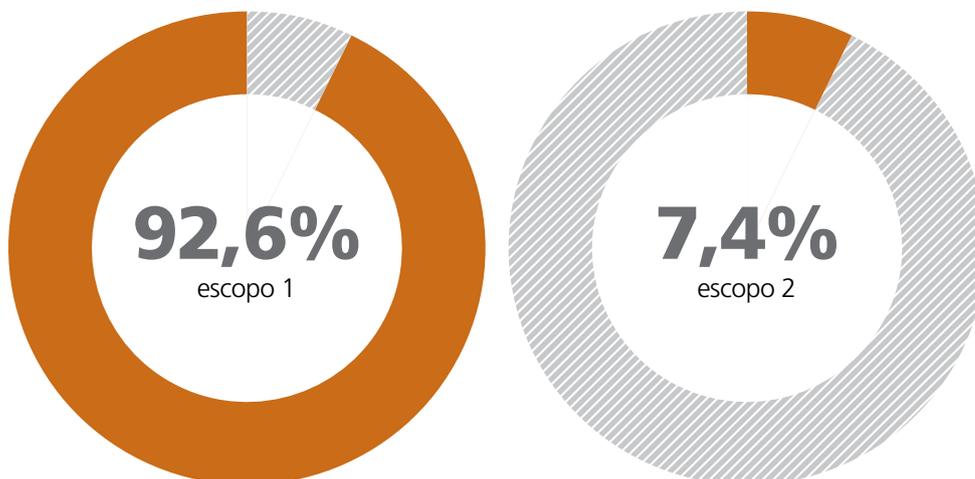
As emissões remanescentes foram calculadas a partir de emissão específica média de tCO₂e por t ROM, para se chegar ao total estimado de emissões de GEE na extração e movimentação dentro da área da mina.

Tabela 21: Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Cobre

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total (tCO ₂ e)
280.878,36	22.484,05	303.362,41

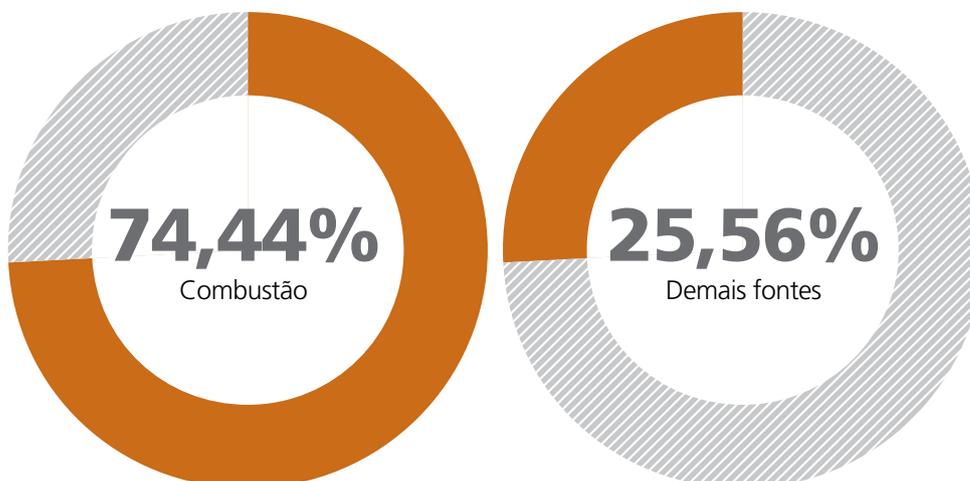
O gráfico a seguir representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para cobre:

Figura17: Emissões por Escopo – Cobre

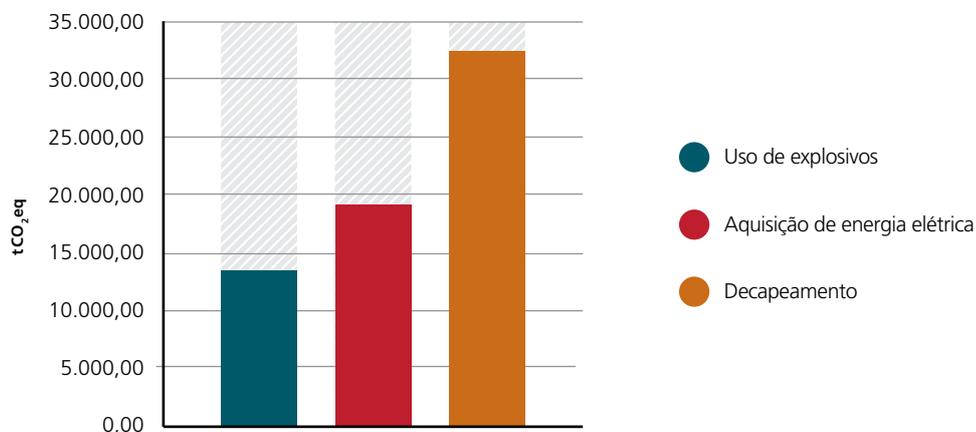


As emissões referentes à combustão representam **74%** do total como mostra o gráfico a seguir.

Figura18: Emissões por Combustão e Demais Emissões – Cobre



A Figura 19 mostra as emissões separadas por fontes. As emissões referentes à emissões fugitivas e emissões do processo são relativamente muito pequenas (0,20% e 0,12% respectivamente do total de emissões) em comparação a outras fontes. Excluiu-se também as emissões por combustão porque apresentam um valor elevado se comparada às outras fontes.

Figura 19: Emissões por demais fontes exceto combustão – Cobre

Os gráficos a seguir (Figuras de 20 a 22) apresentam um panorama das produções e emissões separadas por Escopo nos anos de 2008 e 2011.

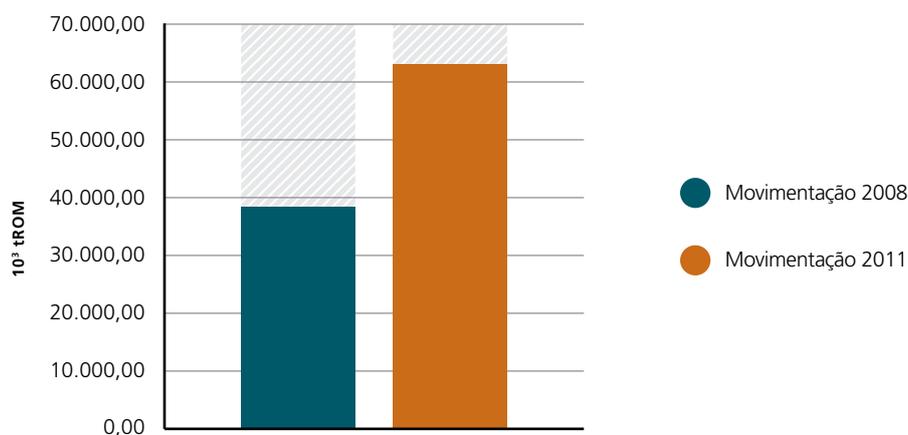
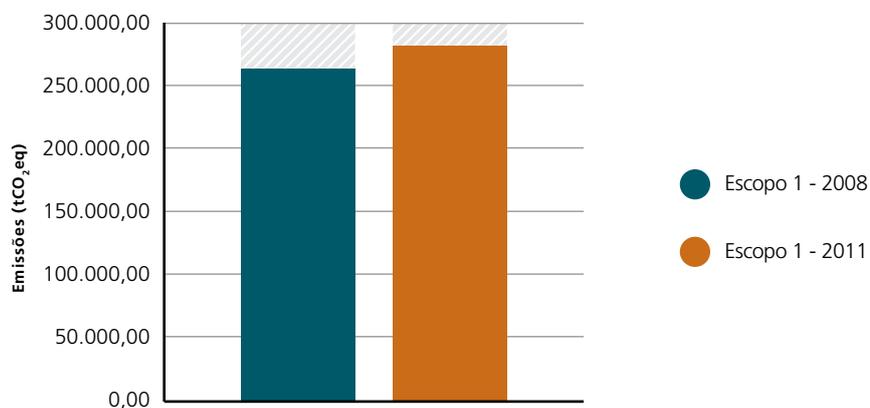
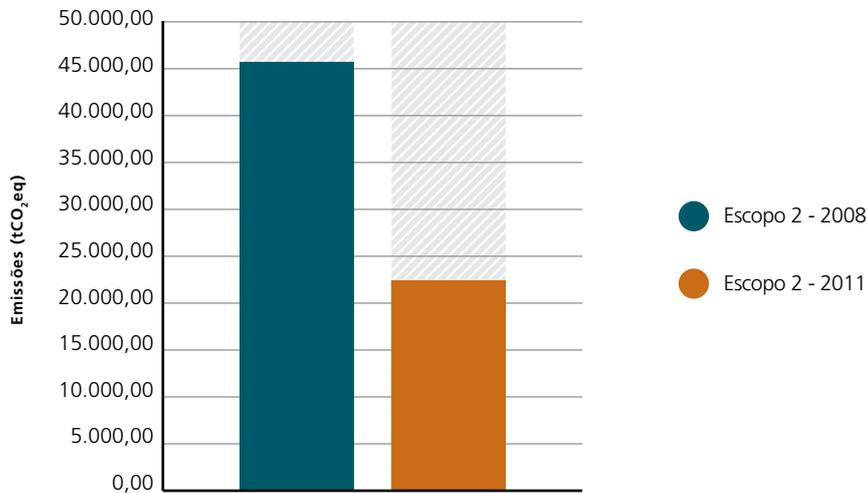
Figura 20: Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Cobre**Figura 21:** Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Cobre

Figura 22: Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Cobre

Para o cálculo das variações percentuais entre os dois anos estipulou-se que 2008 seria o ano inicial, sendo o valor desse ano equivalente a 100%. Todo aumento ou diminuição faz referência a 2008. As emissões referentes a Escopo 1 aumentaram **7%** enquanto as emissões referentes á aquisição de energia elétrica diminuíram **51%**. A movimentação em ROM aumentou em **64%**.

4.1.4 Estanho

O Estanho foi desconsiderado neste estudo, após autorização do IBRAM, por falta de informações em tempo hábil pois as empresas que representam a maior parte da extração desse bem mineral não contabilizaram as emissões.

4.1.5 Ferro e Pelotização

As empresas de mineração de ferro mais representativas totalizaram 93,7% da produção nacional. Nesse estudo foram consideradas as empresas que representam 93,7% da produção concentrada em doze unidades de operação e três companhias para a extração de ferro.

Para o processo de pelotização foram consideradas cinco unidades de operação e duas companhias.

O limite do processo produtivo nas minas de ferro considerou abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico (incluindo pelotização), transporte interno, recuperação de áreas abertas e encerramento da frente de lavra. As emissões foram apresentadas divididas em Escopo 1 e 2 conforme indicado abaixo:

Escopo 1 – emissões diretas:

- Combustão em equipamentos fixos;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Geração própria de energia;
- Uso de explosivos;
- Emissões do processo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção do solo.

Escopo 2 – emissões indiretas:

- Aquisição de energia.

Os gases de GEE inventariados foram expressos em tCO₂e nas tabelas a seguir.

Tabela 22: Emissões – Ferro

PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO	ANO-BASE 2011	
	ESCOPO 1	ESCOPO 2
	tCO ₂ e	tCO ₂ e
Total das emissões por combustão	1.316.902,30	-
Uso de explosivos	23.129,73	-
Emissões do processo	1.379,30	-
Emissões Fugitivas	6.869,46	-
FERRO		
Decapeamento	89.674,00	-
Resíduos Sólidos e Efluentes	935,95	-
Tratamento e Correção de Solo	0,00	-
Sequestro e Estoque de Carbono	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	86.478,89
EMISSÕES DE GEE POR ESCOPO	1.438.890,73	86.478,89

Tabela 23: Emissões – Pelotização

PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO	ANO-BASE 2011	
	ESCOPO 1	ESCOPO 2
	tCO ₂ e	tCO ₂ e
Total das emissões por combustão	3.091.162,33	-
Uso de explosivos	0,00	-
Emissões do processo	2.368.950,10	-
Emissões Fugitivas	499,48	-
PELOTIZAÇÃO		
Decapeamento	2.250,19	-
Resíduos Sólidos e Efluentes	267,00	-
Tratamento e Correção de Solo	0,00	-
Sequestro e Estoque de Carbono	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	88.206,04
EMISSIONES DE GEE POR ESCOPO	5.463.129,10	88.206,04

A proxis utilizada para contabilizar as emissões de 100% da movimentação de minério utilizou o critério de estimar uma emissão específica média de tCO₂e por t ROM.

Tabela 24: Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Ferro

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total (tCO ₂ e)
1.535.635,78	92.293,37	1.627.929,16

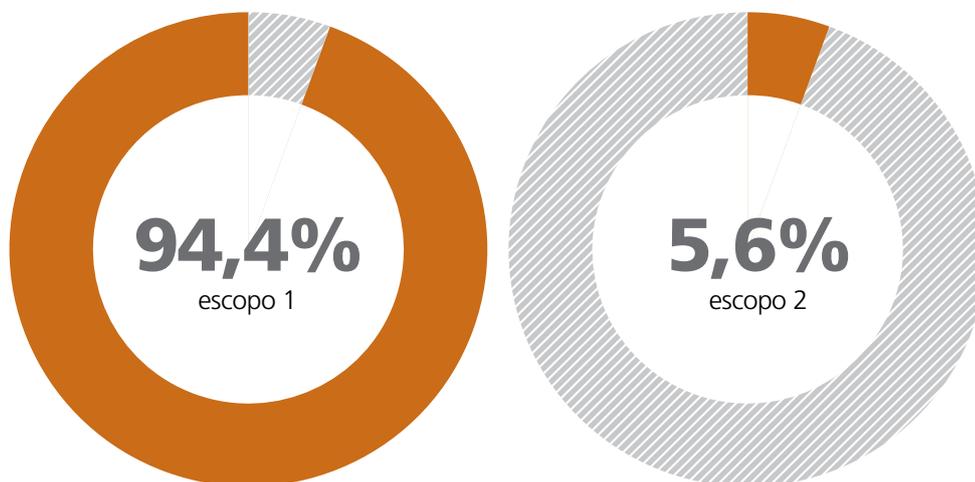
Na pelotização a estimativa de emissão baseou-se na movimentação de pelotas.

Tabela 25: Estimativa de emissão para 100% de pelotas de Ferro

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total (tCO ₂ e)
5.830.447,28	94.136,65	5.924.583,93

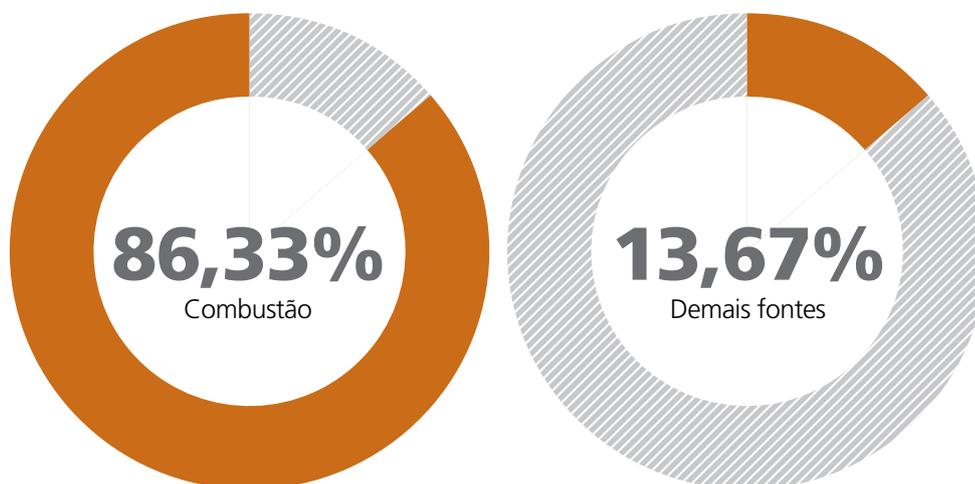
O gráfico a seguir representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para o ferro:

Figura 23: Emissões por Escopo – Ferro

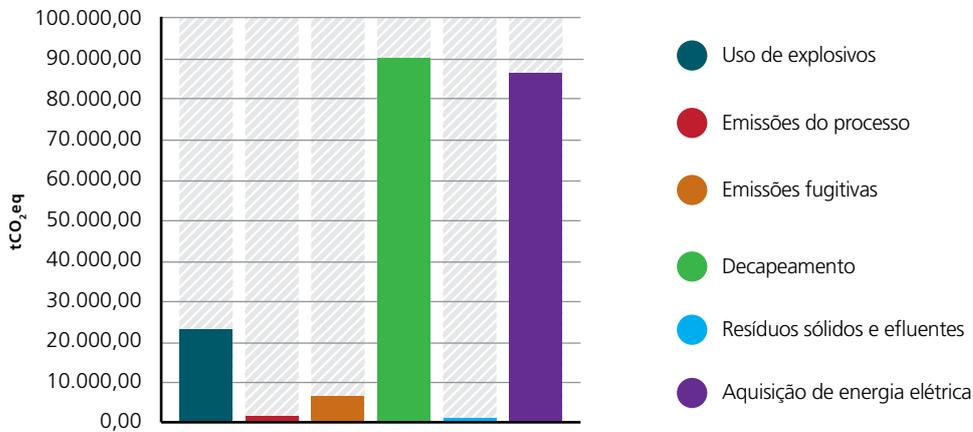


As emissões referentes à combustão representam **86%** do total como mostra o gráfico a seguir.

Figura 24: Emissões por Combustão e Demais Fontes – Ferro



A Figura 25 mostra as emissões separadas pelas demais fontes. Como as emissões referentes à combustão são muito maiores que as oriundas de outras fontes, para uma melhor análise é apresentado o gráfico a seguir com as emissões separadas por fontes excluindo-se a combustão.

Figura 25: Emissões por demais fontes exceto combustão – Ferro

Os gráficos a seguir (Figuras de 26 a 28) apresentam um panorama das produções e emissões separadas por Escopo nos anos de 2008 e 2011.

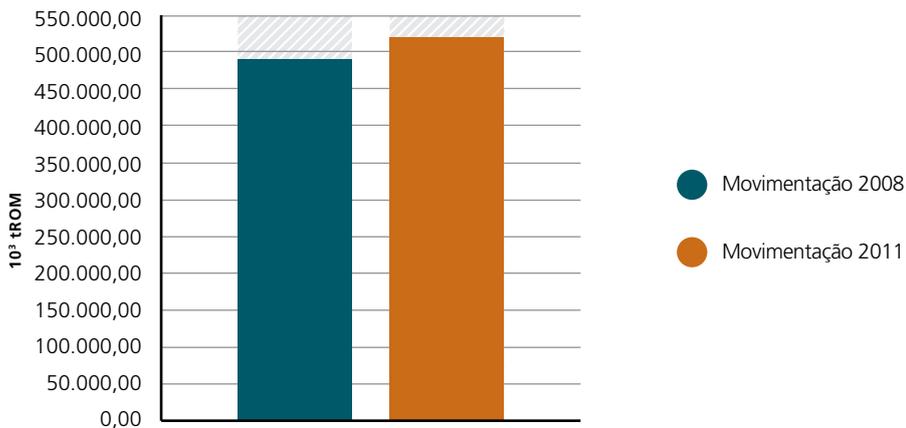
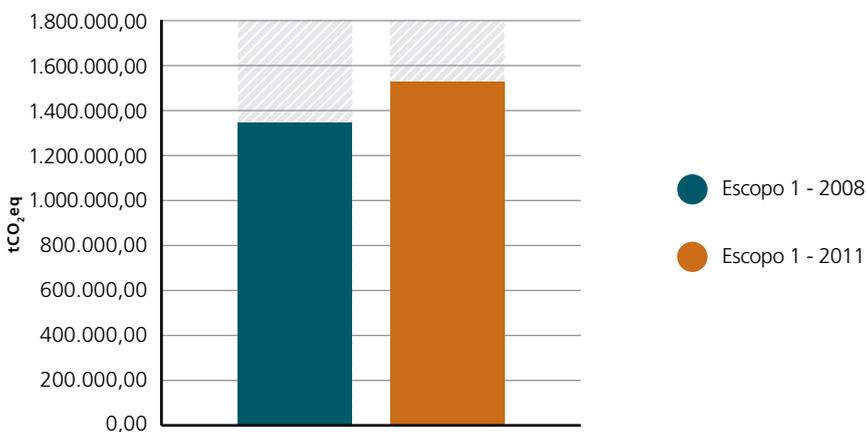
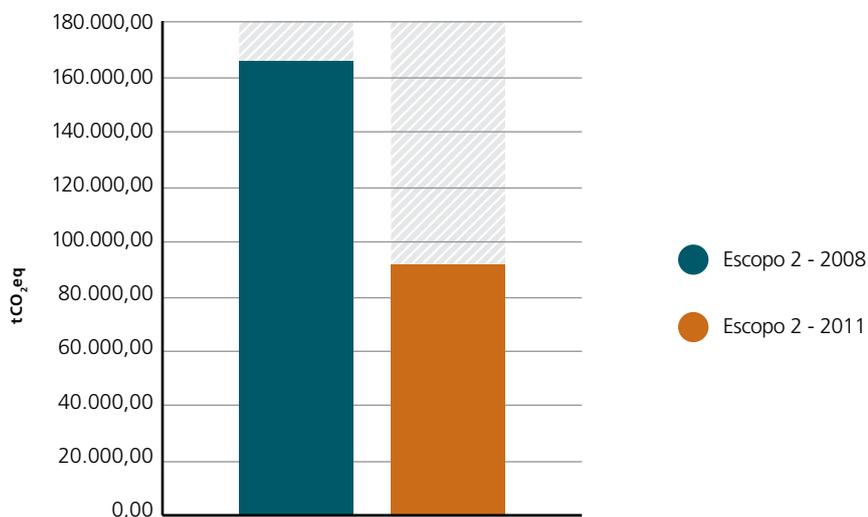
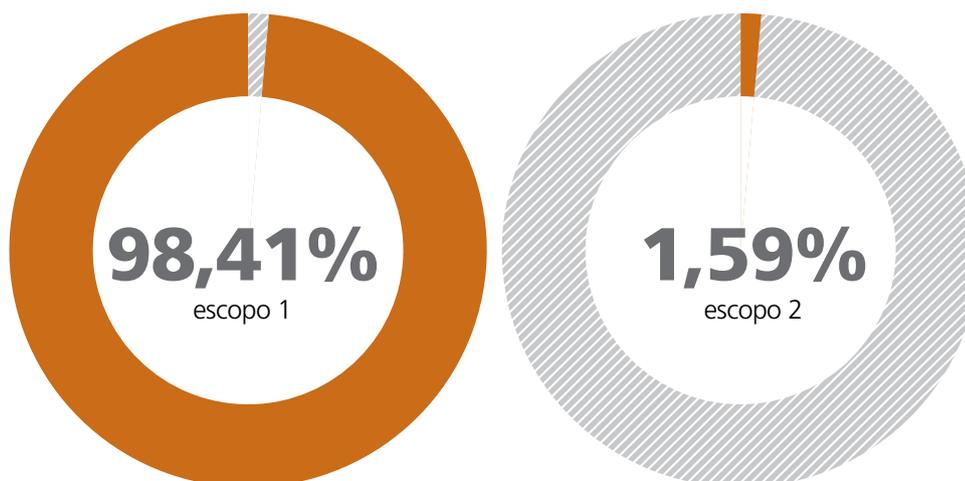
Figura 26: Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Ferro**Figura 27:** Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Ferro

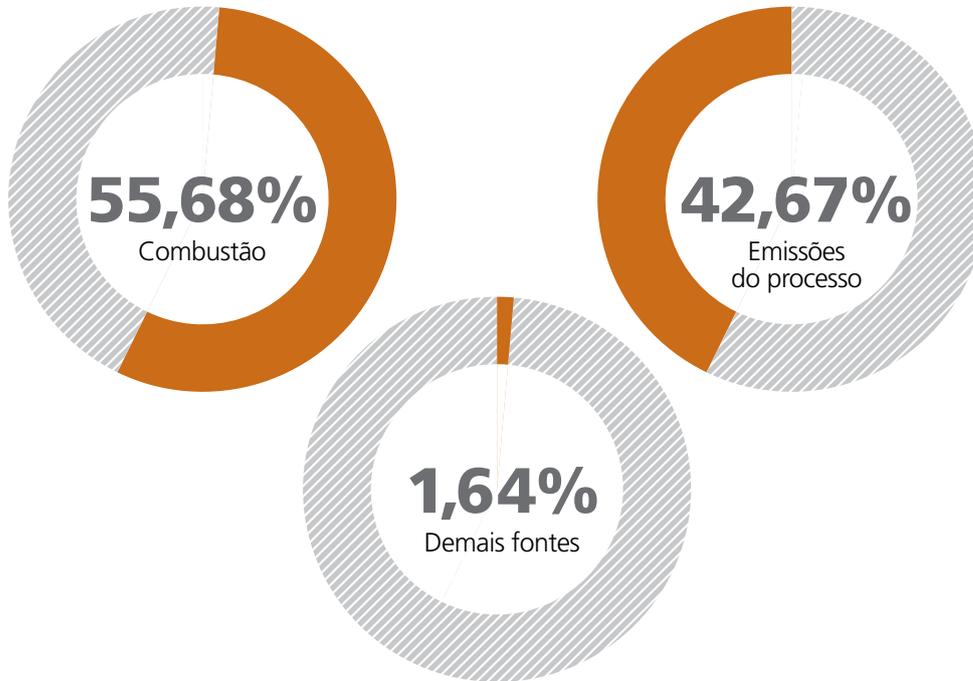
Figura 28: Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Ferro

Para o cálculo das variações percentuais entre os dois anos estipulou-se que 2008 seria o ano inicial, sendo o valor desse ano equivalente a 100%. Todo aumento ou diminuição faz referência a 2008. Houve um aumento de **14%** relativo às emissões dietas e uma diminuição de **44%** referentes á aquisição de energia elétrica. A movimentação em ROM teve um aumento de **6%**.

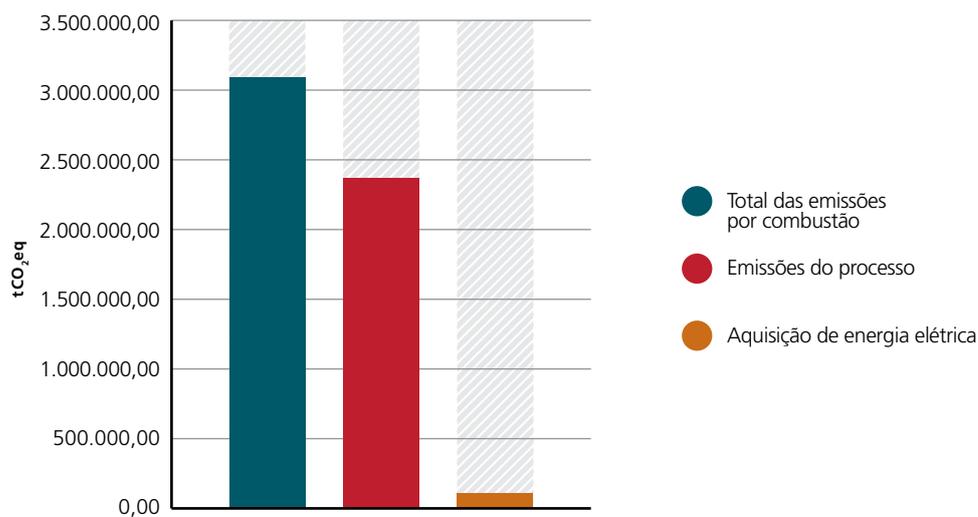
O gráfico a seguir representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para a pelotização:

Figura 29: Emissões por Escopo – Pelotização

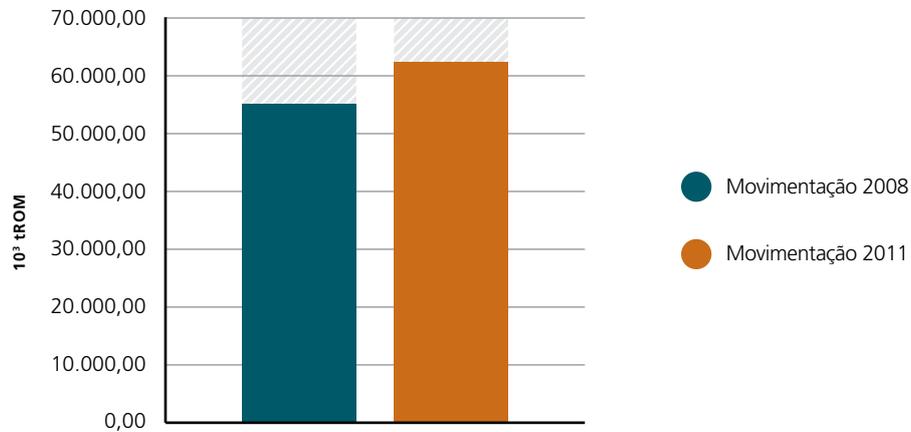
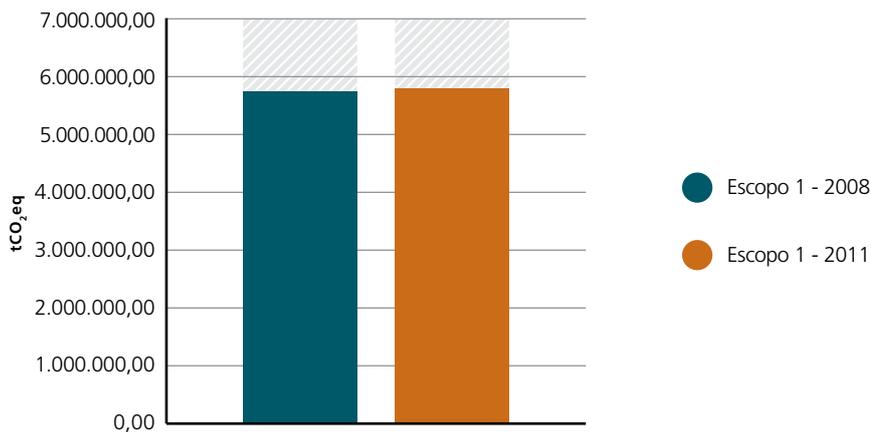
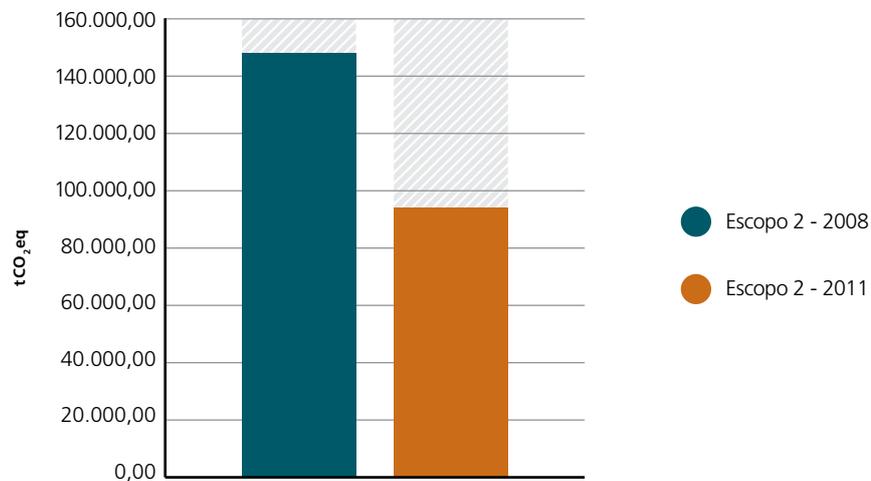
As emissões referentes à combustão representam **56%** do total e as emissões do processo representam **43%** como mostra o gráfico a seguir.

Figura 30: Emissões por Combustão e Demais Fontes – Pelotização

A Figura 31 mostra as emissões separadas nos três tipos de fontes, ressaltando que os valores são muito discrepantes. As emissões referentes aos resíduos sólidos e efluentes, decapeamento e emissões fugitivas (respectivamente 0,005%, 0,04% e 0,009% do total de emissões) são muito menores que as geradas em outras fontes.

Figura 31: Emissões por fonte exceto uso de explosivos – Pelotização

Os gráficos a seguir (Figuras de 32 a 34) apresentam um panorama das produções e emissões separadas por Escopo nos anos de 2008 e 2011.

Figura 32: Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Pelotização**Figura 33:** Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Pelotização**Figura 34:** Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Pelotização

Para o cálculo das variações percentuais entre os dois anos estipulou-se que 2008 seria o ano inicial, sendo o valor desse ano equivalente a 100%. Todo aumento ou diminuição faz referência a 2008. As figuras 33 e 34 representam graficamente as variações das emissões de GEE entre 2008 e 2011, por Escopo. Observa-se um aumento de **0,4%** nas emissões diretas entre dois anos, e uma diminuição de **37%** nas emissões calculadas pelas próprias empresas para aquisição de energia elétrica. Também pode ser visto, por meio da figura 32, que a movimentação aumentou em **12%**.

4.1.6 Fosfato

Foram consideradas cinco unidades de operação e uma companhia, totalizando 78% da produção nacional de fosfato.

O limite do processo produtivo nas minas de fosfato considerou abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas e encerramento na mina. As emissões foram apresentadas divididas em Escopo 1 e 2 conforme indicado abaixo:

Escopo 1 – emissões diretas:

- Combustão em equipamentos fixos;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Geração própria de energia;
- Uso de explosivos;
- Emissões do processo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção do solo.

Escopo 2 – emissões indiretas:

- Aquisição de energia.



Os gases de GEE inventariados foram expressos em tCO₂e na tabela a seguir.

Tabela 26: Emissões – Fosfato

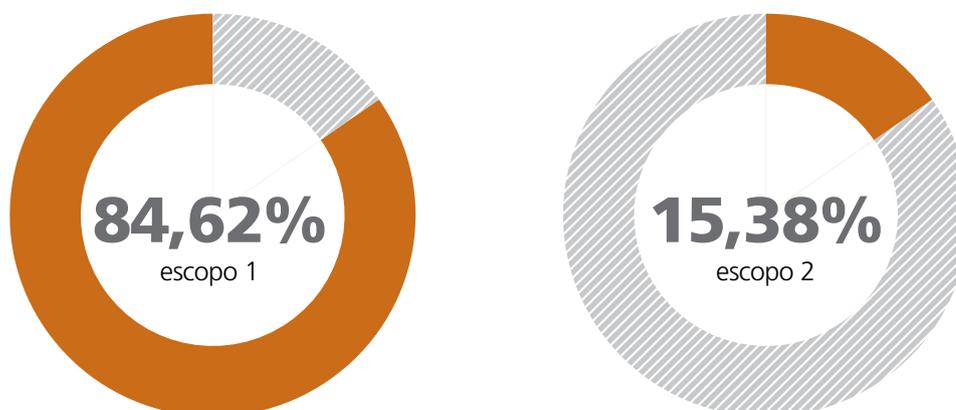
PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO	ANO-BASE 2011	
	ESCOPO 1	ESCOPO 2
	tCO ₂ e	tCO ₂ e
Total das emissões por combustão	116.637,14	-
Uso de explosivos	933,25	-
Emissões do processo	0,00	-
Emissões Fugitivas	1.779,45	-
FOSFATO		
Decapeamento	0,00	-
Resíduos Sólidos e Efluentes	0,00	-
Tratamento e Correção de Solo	0,00	-
Sequestro e Estoque de Carbono	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	21.701,92
EMISSIONES DE GEE POR ESCOPO	119.349,84	21.701,92

A partir da identificação dos processos, das fontes e dos gases emitidos em atividades de extração para 78% da produção nacional, foi possível chegar a uma estimativa de emissão específica média expressa em tCO₂e por t ROM de minério movimentado. Os dados fornecidos do total movimentado permitiu a contabilização estimada das emissões, dentro da faixa de erro definida como aceitável – até 25%.

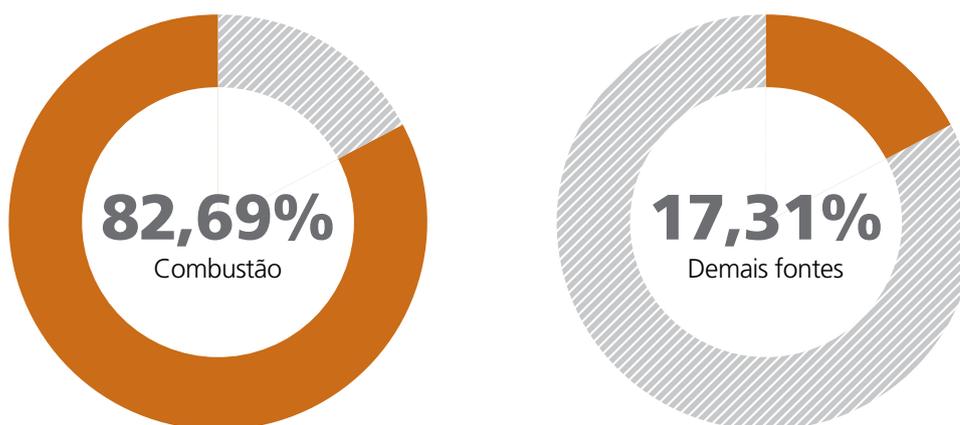
Tabela 27: Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Fosfato

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total (tCO ₂ e)
153.012,62	27.822,97	180.835,59

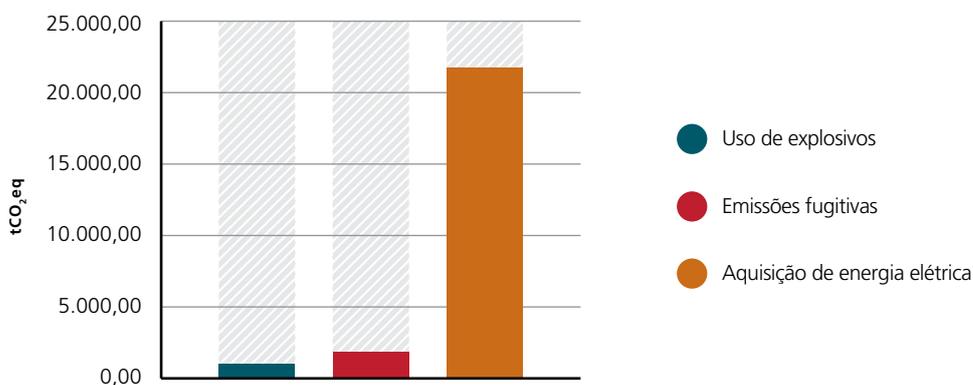
O gráfico a seguir representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 na extração do fosfato:

Figura 35: Emissões por Escopo – Fosfato

O Figura 36 evidencia que a combustão representa **83%** do total das emissões de GEE na extração do fosfato.

Figura 36: Emissões por Combustão e Demais Fontes – Fosfato

Extraindo as emissões da combustão, a Figura 37 apresenta as contribuições das demais fontes.

Figura 37: Emissões por fonte exceto combustão – Fosfato

A Consolidação do Inventário do Setor Mineral de 2008 não contemplou o Fosfato e por esse motivo não foi feito o estudo comparativo entre Escopos e produções.

4.1.7 Manganês

A empresa mais representativa na extração de Manganês totalizou, em 2011, 95% da produção nacional.

O limite do processo produtivo nas minas de manganês considerou abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas e encerramento na mina. Vale ressaltar que a extração de manganês ocorre junto com a extração de ferro. As emissões foram apresentadas divididas em Escopo 1 e 2 conforme indicado abaixo:

Escopo 1 – emissões diretas:

- Combustão em equipamentos fixos;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Geração própria de energia;
- Uso de explosivos;
- Emissões do processo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção do solo.

Escopo 2 – emissões indiretas:

- Aquisição de energia.

Os gases de GEE fornecidos pelos inventários estão expressos em tCO₂e nas tabelas a seguir.



Tabela 28: Emissões – Manganês

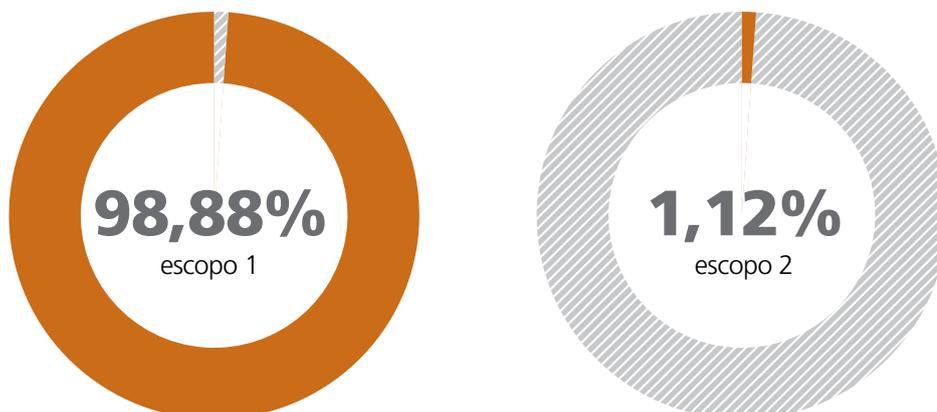
PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO	ANO-BASE 2011	
	ESCOPO 1	ESCOPO 2
	tCO ₂ e	tCO ₂ e
Total das emissões por combustão	30.938,14	-
Uso de explosivos	12,67	-
Emissões do processo	0,00	-
Emissões Fugitivas	0,00	-
MANGANÊS		
Decapeamento	0,00	-
Resíduos Sólidos e Efluentes	0,00	-
Tratamento e Correção de Solo	0,00	-
Sequestro e Estoque de Carbono	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	395,72
EMISSIONES DE GEE POR ESCOPO	30.950,81	395,72

As emissões contabilizadas respondem por 95% da produção nacional. Com essas informações foi possível estabelecer uma emissão específica média de tCO₂e por t ROM para se chegar ao total estimado de emissões de GEE referentes à 100% da movimentação de minério de manganês nas minas.

Tabela 29: Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Manganês

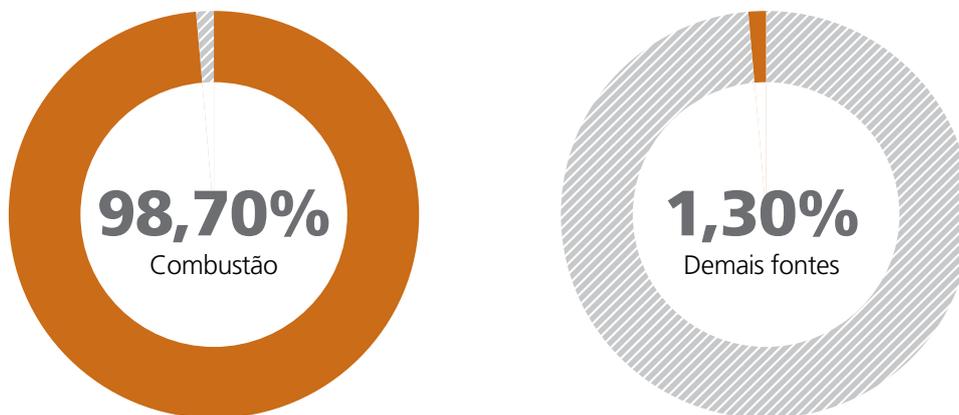
Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total (tCO ₂ e)
32.579,80	416,55	32.996,35

O gráfico a seguir representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para o manganês :

Figura 38: Emissões por Escopo – Manganês

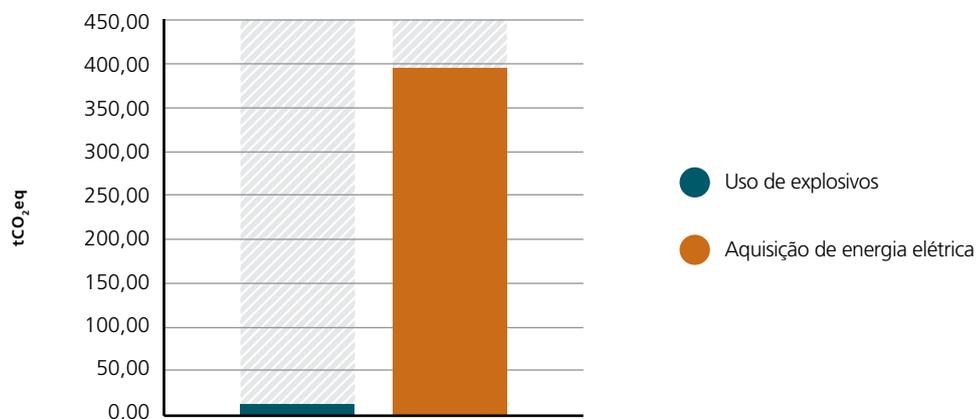
As emissões referentes à combustão representam **98,70%** do total como mostra o gráfico a seguir.

Figura 39: Emissões por Combustão e Demais Fontes – Manganês

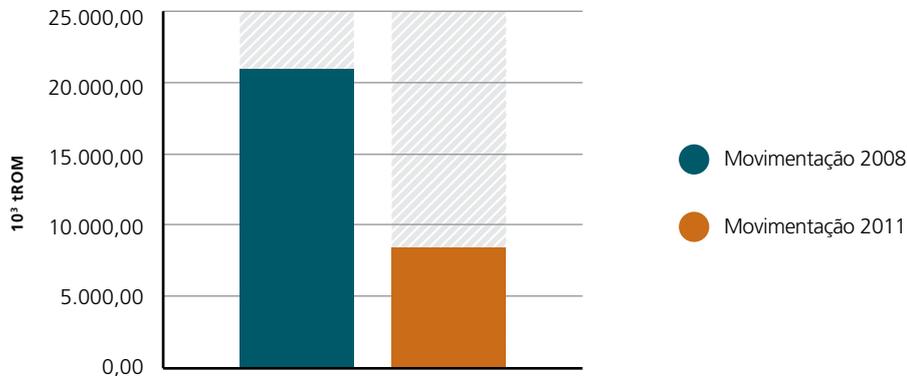
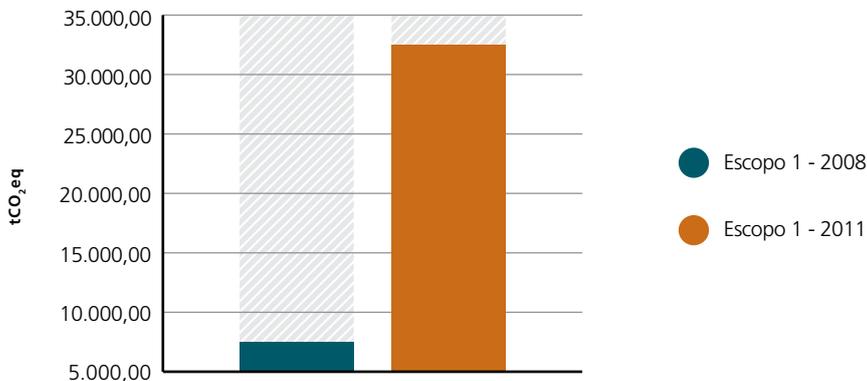
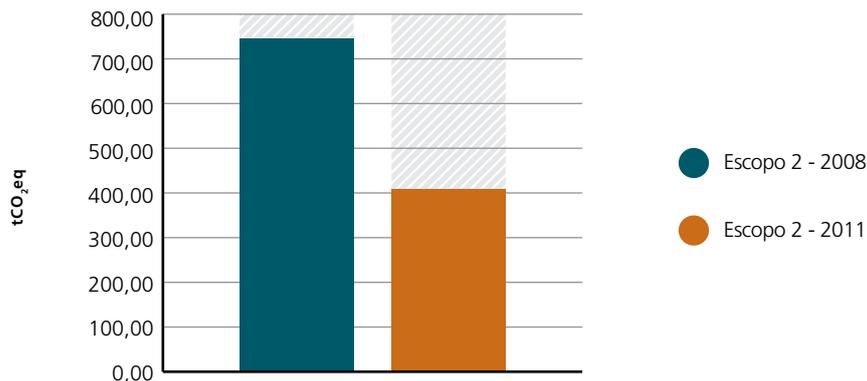


A combustão responde por quase a totalidade das emissões em porcentagem. Para permitir representar as contribuições das outras fontes de emissão de GEE, foram excluídas as emissões da combustão na Figura 40.

Figura 40: Emissões por Fonte exceto combustão – Manganês



Os gráficos a seguir (Figuras de 41 a 43) apresentam um panorama das produções e emissões separadas por Escopo nos anos de 2008 e 2011.

Figura 41: Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Manganês**Figura 42:** Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Manganês**Figura 43:** Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Manganês

Para o cálculo das variações percentuais entre os dois anos estipulou-se que 2008 seria o ano inicial, sendo o valor desse ano equivalente a 100%. Todo aumento ou diminuição faz referência a 2008. As figuras 42 e 43 mostra o comparativo, por Escopo, entre as emissões referentes à extração de manganês, no ano de 2008 e no ano de 2011. As emissões diretas apresentaram um aumento de **321%**, enquanto o Escopo 2 – aquisição de energia elétrica – apresentou redução de **45%**. Pode-se perceber que movimentação em ROM sofreu uma diminuição de **65%**.

4.1.8 Nióbio

As duas empresas mais representativas na extração de nióbio, totalizaram 81% da produção nacional em 2011.

O limite do processo produtivo nas minas de nióbio considerou abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas e encerramento na mina. As emissões foram apresentadas divididas em Escopo 1 e 2 conforme indicado abaixo:

Escopo 1 – emissões diretas:

- Combustão em equipamentos fixos;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Geração própria de energia;
- Uso de explosivos;
- Emissões do processo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção do solo.

Escopo 2 – emissões indiretas:

- Aquisição de energia.

Os gases de GEE inventariados foram expressos em tCO₂e nas tabelas a seguir.

Tabela 30: Emissões – Nióbio

PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO	ANO-BASE 2011	
	ESCOPO 1	ESCOPO 2
	tCO ₂ e	tCO ₂ e
Total das emissões por combustão	16.737,00	-
Uso de explosivos	0,00	-
Emissões do processo	0,00	-
Emissões Fugitivas	0,00	-
Decapeamento	0,00	-
Resíduos Sólidos e Efluentes	0,00	-
Tratamento e Correção de Solo	0,00	-
Sequestro e Estoque de Carbono	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	2.232,00
EMISSIONES DE GEE POR ESCOPO	16.737,00	2.232,00

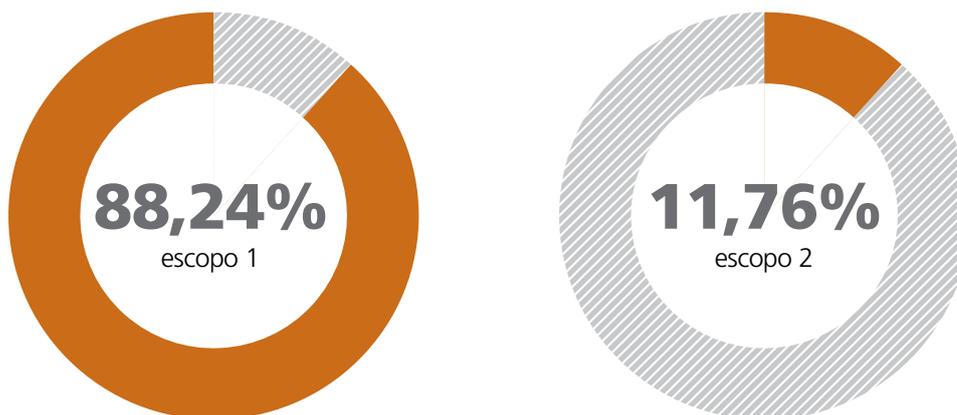
As emissões contabilizadas respondem por 81% da produção nacional. Com essas informações foi possível estabelecer uma emissão específica média de tCO₂e por t ROM para se chegar ao total estimado de emissões de GEE referentes à 100% da movimentação de nióbio nas minas.

Tabela 31: Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Nióbio

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total (tCO ₂ e)
20.662,96	2.755,56	23.418,52

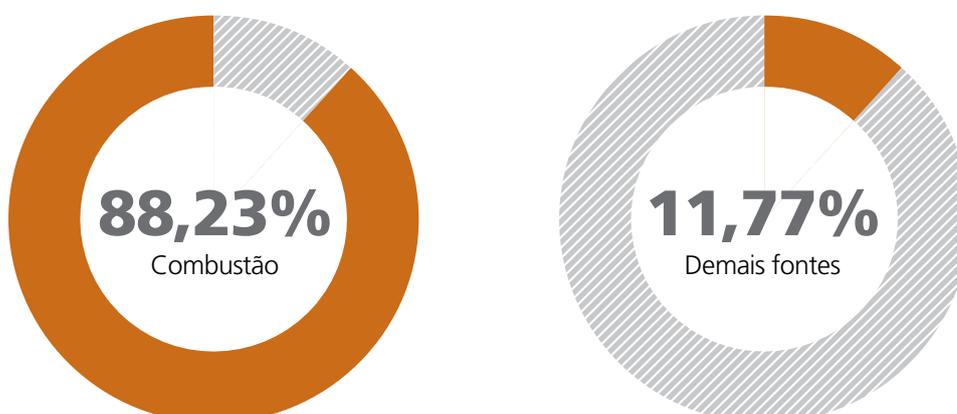
O gráfico a seguir representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para este bem mineral:

Figura 44: Emissões por Escopo – Nióbio



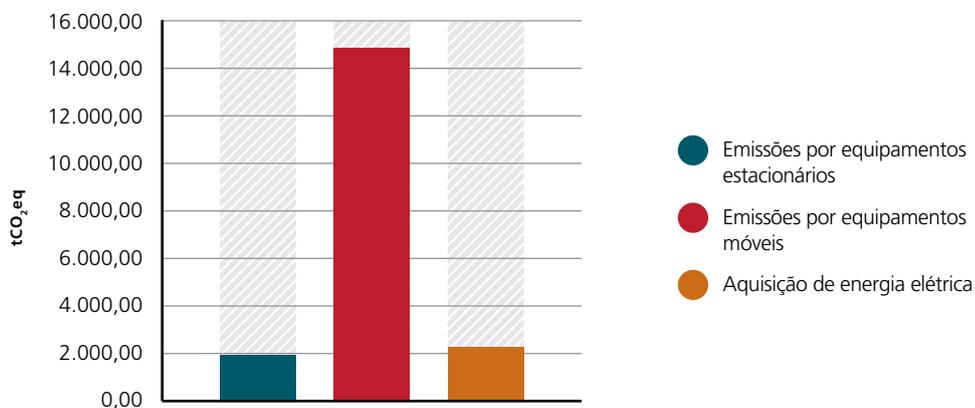
As emissões referentes à combustão representam **88%** do total como mostra o gráfico a seguir.

Figura 45: Emissões por Combustão e Demais Fontes – Nióbio



A Figura 46 mostra as emissões separadas por fontes.

Figura 46: Emissões por Fonte – Nióbio



Os gráficos a seguir (Figuras de 47 a 49) apresentam um panorama das produções e emissões separadas por Escopo nos anos de 2008 e 2011.

Figura 47: Comparativo entre movimentações – 2008 e 2011 – Nióbio

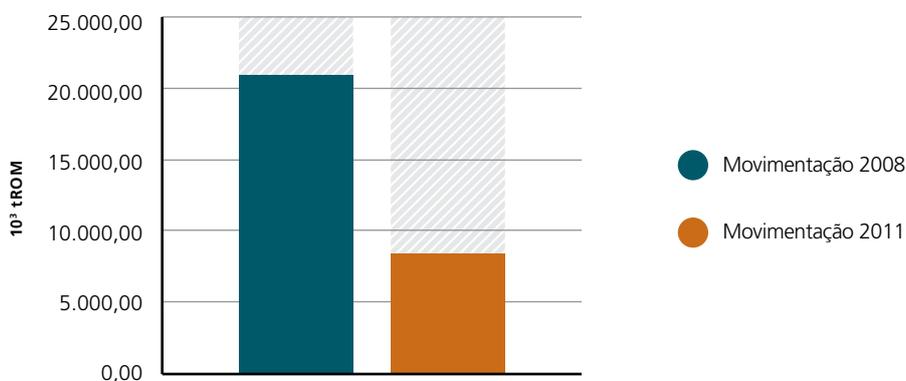


Figura 48: Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Nióbio

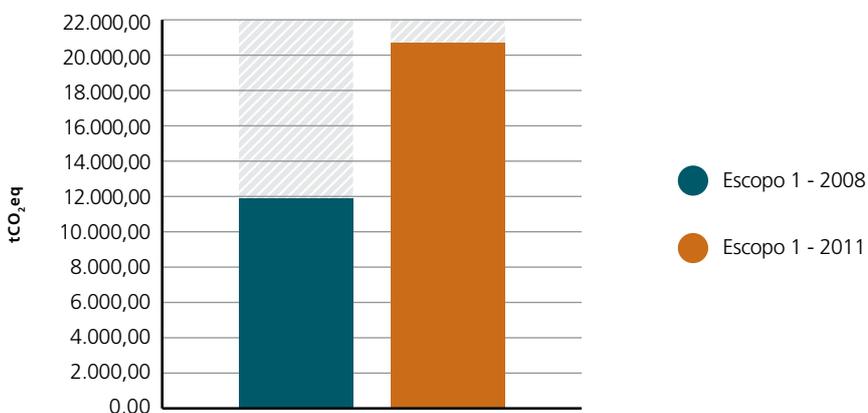
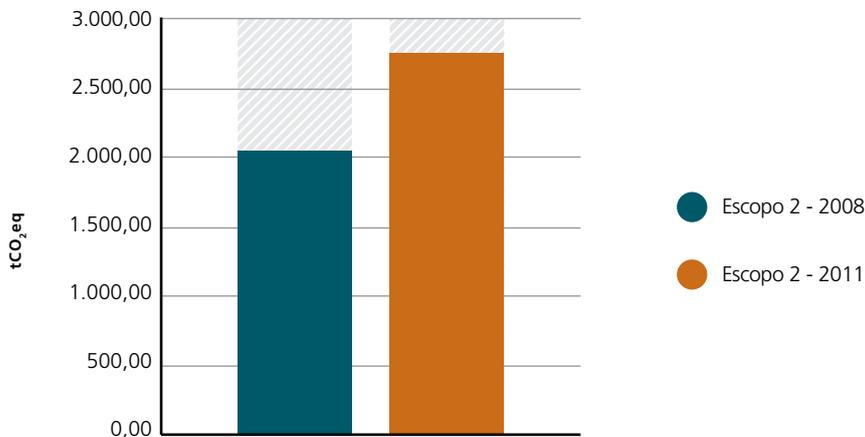


Figura 49: Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Nióbio

Para o cálculo das variações percentuais entre os dois anos estipulou-se que 2008 seria o ano inicial, sendo o valor desse ano equivalente a 100%. Todo aumento ou diminuição faz referência a 2008. As figuras 48 e 49 mostram um comparativo, por Escopo, entre as emissões referentes a extração de nióbio no ano de 2008 e no ano de 2011. Quanto às emissões diretas houve um aumento de **74%**, enquanto a aquisição de energia elétrica o aumento foi de **34%** das emissões. A movimentação diminuiu **60%** como pode ser observado na Figura 47.

4.1.9 Níquel

As empresas mais representativas na extração de níquel totalizaram 96% da produção nacional. Individualmente foram consideradas quatro unidades de operação e duas companhias.

O limite do processo produtivo nas minas de níquel considerou abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas e encerramento na mina. As emissões foram apresentadas divididas em Escopo 1 e 2 conforme indicado abaixo:

Escopo 1 – emissões diretas:

- Combustão em equipamentos fixos;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Geração própria de energia;
- Uso de explosivos;
- Emissões do processo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção do solo.

Escopo 2 – emissões indiretas:

- Aquisição de energia.

Os gases de GEE inventariados foram expressos em tCO₂e nas tabelas a seguir.

Tabela 32: Emissões – Níquel

PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO	ANO-BASE 2011	
	ESCOPO 1	ESCOPO 2
	tCO ₂ e	tCO ₂ e
Total das emissões por combustão	305.329,25	-
Uso de explosivos	9.825,47	-
Emissões do processo	159.171,69	-
Emissões Fugitivas	39,68	-
NÍQUEL		
Decapeamento	0,00	-
Resíduos Sólidos e Efluentes	226,58	-
Tratamento e Correção de Solo	0,00	-
Sequestro e Estoque de Carbono	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	22.763,29
EMISSIONES DE GEE POR ESCOPO	474.592,67	22.763,29

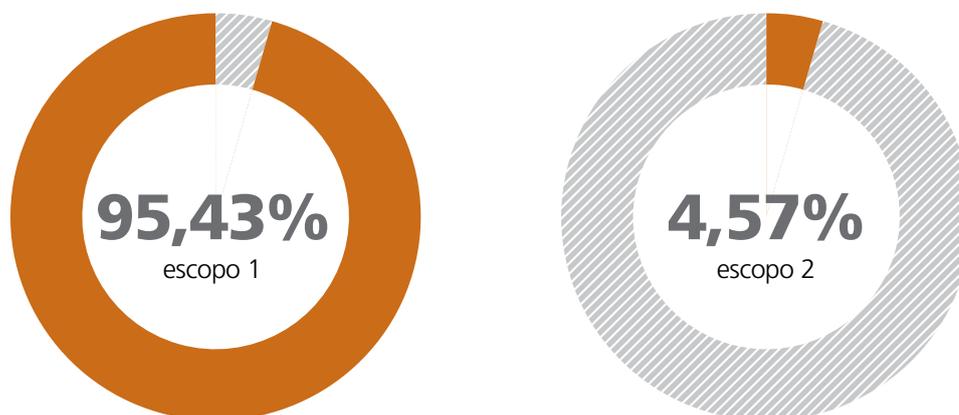
As emissões contabilizadas respondem por 96,00% da produção nacional. Com essas informações, as informações das empresas de suas movimentações de minério e outros dados de processo, foi possível estabelecer uma emissão específica média de tCO₂e por t ROM. Com essa emissão foi possível chegar ao total estimado de emissões de GEE referentes à 100% da movimentação de níquel nas minas.

Tabela 33: Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Níquel

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total (tCO ₂ e)
494.367,36	23.711,76	518.079,12

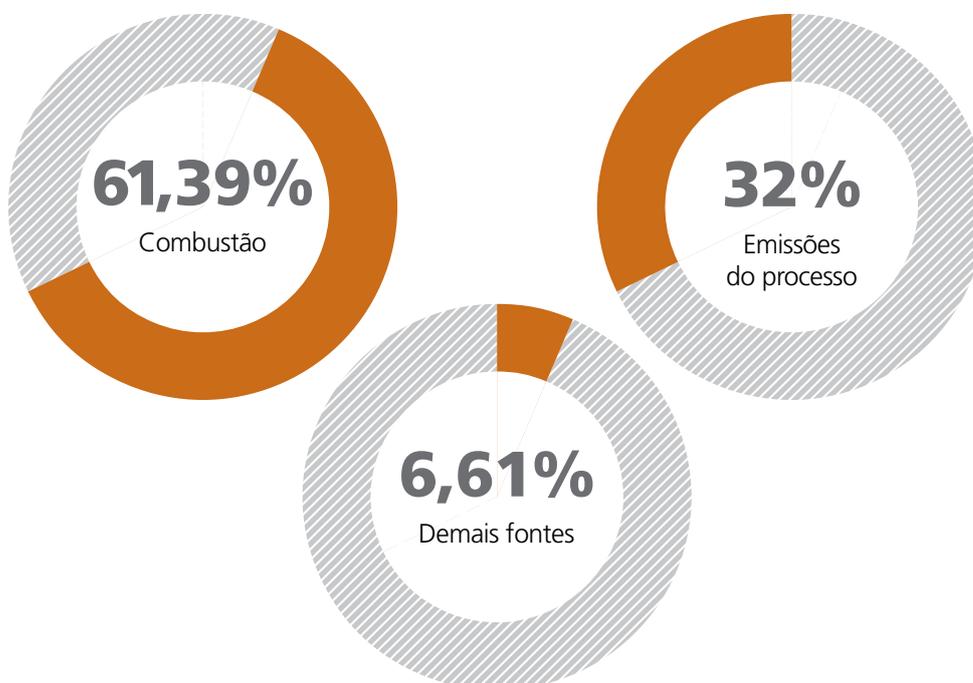
O gráfico a seguir representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para extração e operações nas minas de níquel:

Figura 50: Emissões por Escopo – Níquel



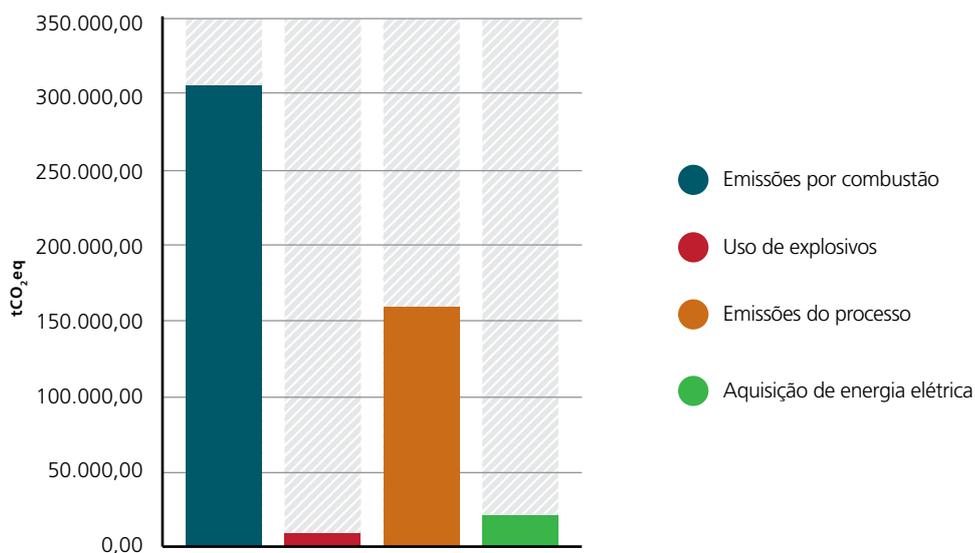
As emissões referentes à combustão representam **61%** e referente ao processo **32%** do total como mostra o gráfico a seguir.

Figura 51: Emissões por Combustão e Demais Fontes – Níquel



A Figura 52 mostra as emissões separadas por fontes. Como as emissões referentes resíduos sólidos e efluentes e emissões fugitivas representam muito pouco (respectivamente 0,046% e 0,008%) do total de emissões, elas não foram alocadas no gráfico a seguir.

Figura 52: Emissões por fonte exceto emissões fugitivas e resíduos sólidos e efluentes – Níquel



Os gráficos a seguir (Figuras de 53 a 55) apresentam um panorama das produções e emissões separadas por Escopo nos anos de 2008 e 2011.

Figura 53: Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Níquel

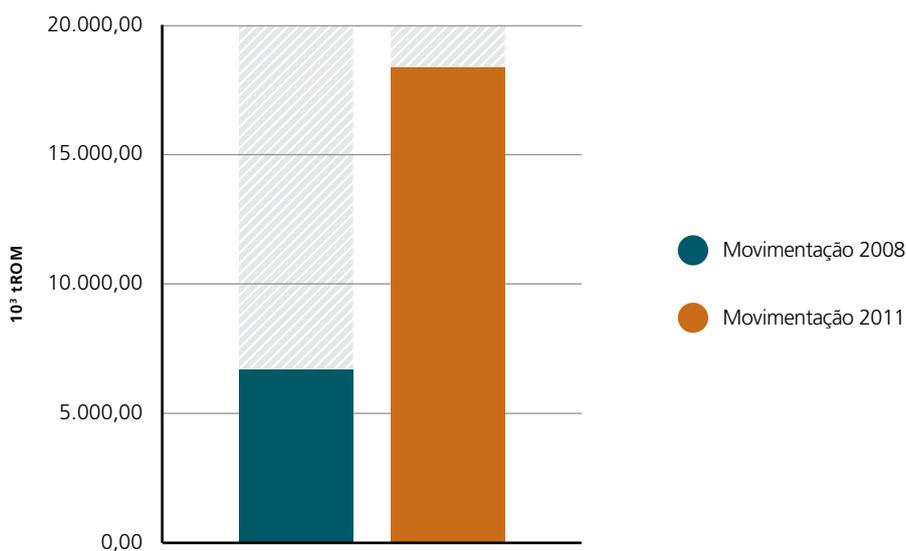
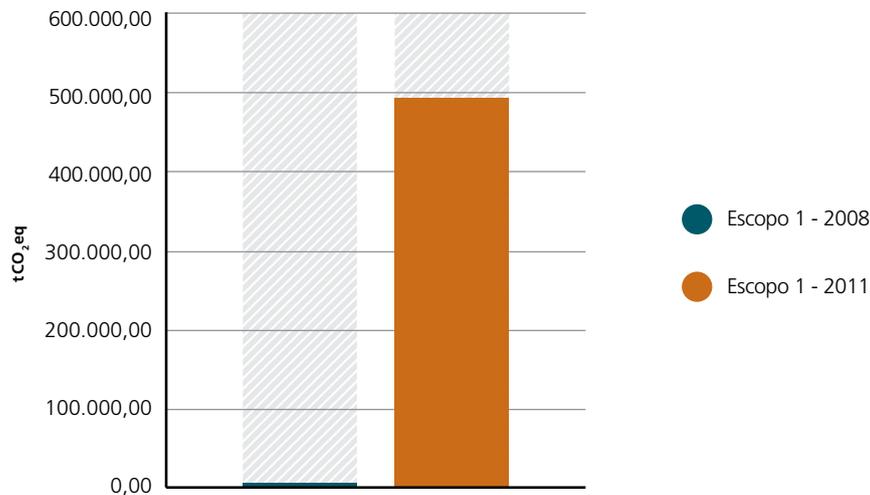
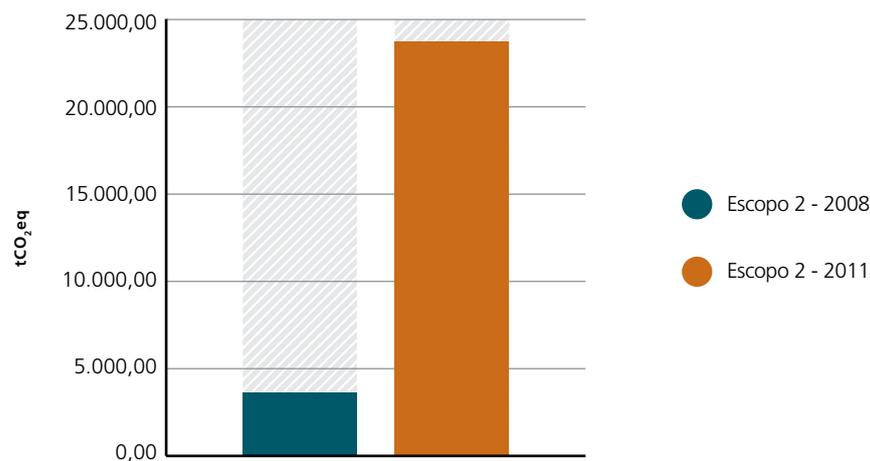


Figura 54: Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Níquel**Figura 55:** Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Níquel

Para o cálculo das variações percentuais entre os dois anos estipulou-se que 2008 seria o ano inicial, sendo o valor desse ano equivalente a 100%. Todo aumento ou diminuição faz referência a 2008. As figuras 54 e 55 mostram a variação das emissões entre 2008 e 2011, por Escopo. Quanto às emissões diretas houve um aumento de **6.735%** enquanto na aquisição de energia elétrica o aumento foi de **553%**. A movimentação em ROM aumentou em **174%** como pode ser observado na Figura 53.

4.1.10 Ouro

Três companhias com cinco unidades de operação totalizaram 68% da produção nacional e tiveram seus inventários analisados. O garimpo de ouro não entrou no estudo.

O limite do processo produtivo nas minas de ouro considerou abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas

e encerramento na mina. As emissões foram apresentadas divididas em Escopo 1 e 2 conforme indicado abaixo:

Escopo 1 – emissões diretas:

- Combustão em equipamentos fixos;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Geração própria de energia;
- Uso de explosivos;
- Emissões do processo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção do solo.

Escopo 2 – emissões indiretas:

- Aquisição de energia.

Os gases de GEE inventariados foram expressos em tCO₂e nas tabelas a seguir.

Tabela 34: Emissões – Ouro

PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO	ANO-BASE 2011	
	ESCOPO 1	ESCOPO 2
	tCO ₂ e	tCO ₂ e
Total das emissões por combustão	91.963,69	-
Uso de explosivos	19.335,05	-
Emissões do processo	135.186,92	-
Emissões Fugitivas	4.252,59	-
Decapeamento	80.039,82	-
Resíduos Sólidos e Efluentes	430,98	-
Tratamento e Correção de Solo	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	7.001,57
EMISSIONES DE GEE POR ESCOPO	331.209,05	7.001,57

As emissões contabilizadas respondem por 68% da produção nacional. O garimpo foi descartado.

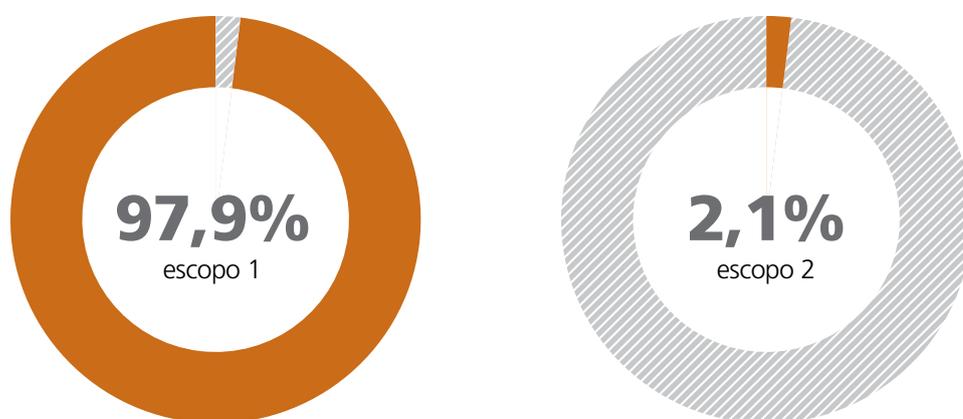
A metodologia, mesmo imperfeita neste caso, foi a mesma dos demais bens minerais – estabelecer uma emissão específica média de tCO₂e por t ROM para se chegar ao total estimado de emissões de GEE referentes à 100% da movimentação de ouro nas minas.

Tabela 35: Estimativa de emissão para 100% do minério movimentado na extração de Ouro

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total (tCO ₂ e)
487.072,13	10.296,43	497.368,56

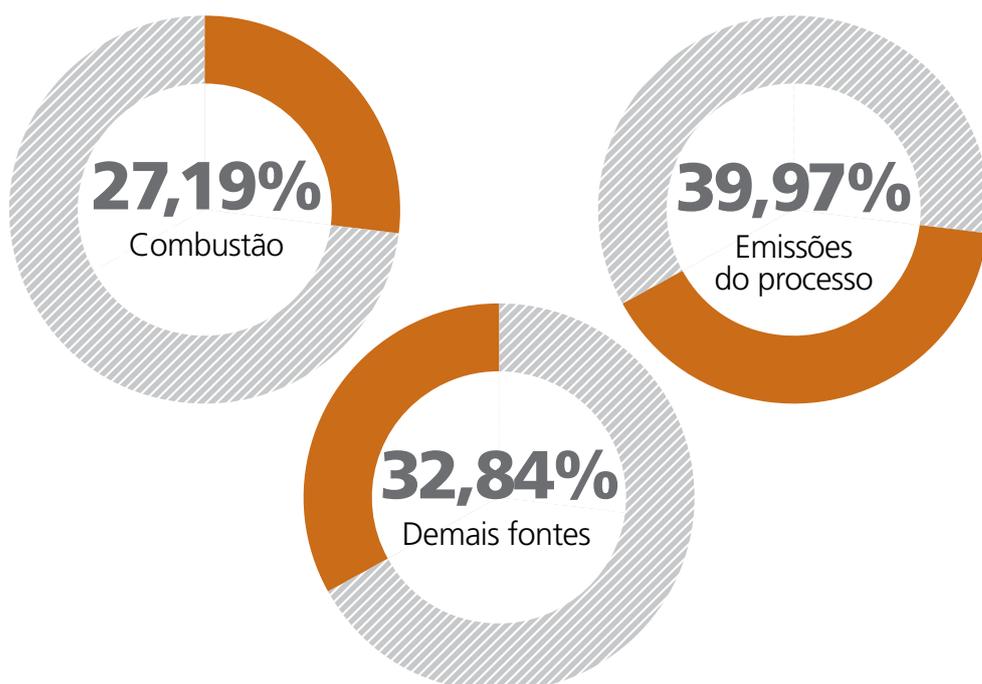
O gráfico a seguir representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para este bem mineral:

Figura 56: Emissões por Escopo – Ouro



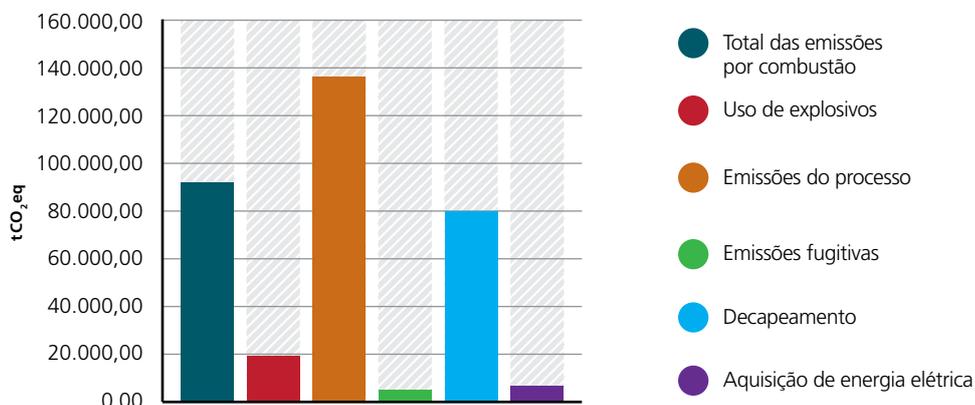
As emissões referentes à combustão representam **27%** e referente ao processo **40%** do total como mostra o gráfico a seguir.

Figura 57: Emissões por Combustão e Demais Fontes – Ouro



A Figura 58 mostra as emissões separadas por fontes excetuando-se as emissões referentes a resíduos sólidos e efluentes que representam 0,13% do total de emissões.

Figura 58: Emissões por Fonte exceto combustão – Ouro



Os gráficos a seguir (Figuras de 59 a 61) apresentam um panorama das produções e emissões separadas por Escopo nos anos de 2008 e 2011.

Figura 59: Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) – Ouro

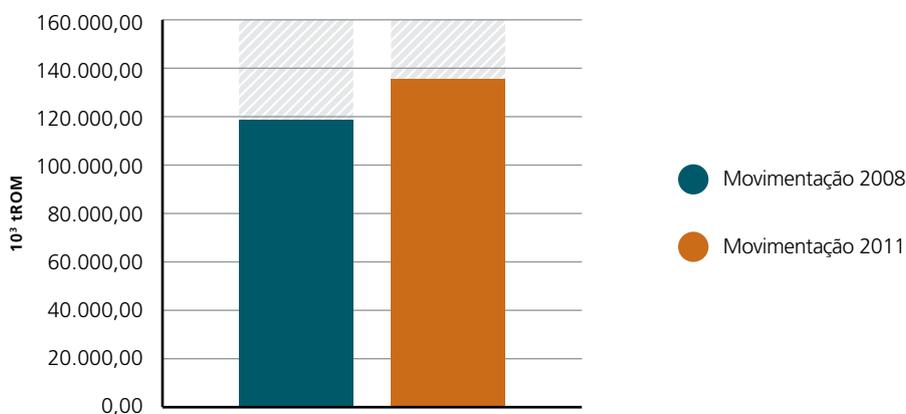


Figura 60: Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Ouro

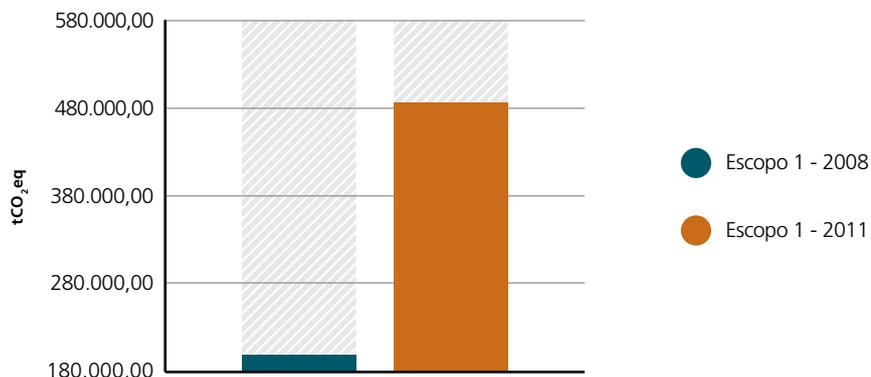
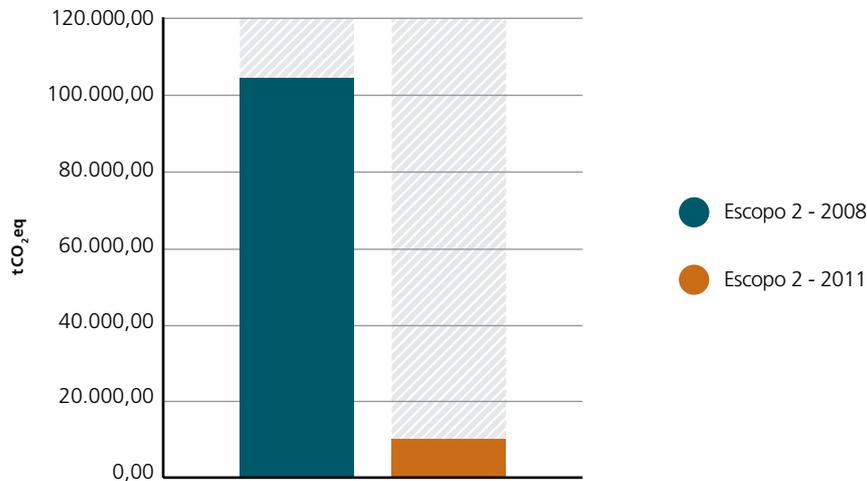


Figura 61: Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Ouro

Para o cálculo das variações percentuais entre os dois anos estipulou-se que 2008 seria o ano inicial, sendo o valor desse ano equivalente a 100%. Todo aumento ou diminuição faz referência a 2008. As figuras 60 e 61 mostram a variação das emissões entre 2008 e 2011, por Escopo. Quanto às emissões diretas houve um aumento de **148%** enquanto na aquisição de energia elétrica o aumento houve diminuição de **90%**. A movimentação em ROM aumentou em **15%** como pode ser observado na Figura 59.

4.1.11 Potássio

Apenas uma companhia detinha 100% da produção em 2011 e ela foi considerada neste estudo.

O limite do processo produtivo nas minas de potássio considerou abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas e encerramento na mina. As emissões foram apresentadas divididas em Escopo 1 e 2 conforme indicado abaixo:

Escopo 1 – emissões diretas:

- Combustão em equipamentos fixos;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Geração própria de energia;
- Uso de explosivos;
- Emissões do processo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção do solo.

Escopo 2 – emissões indiretas:

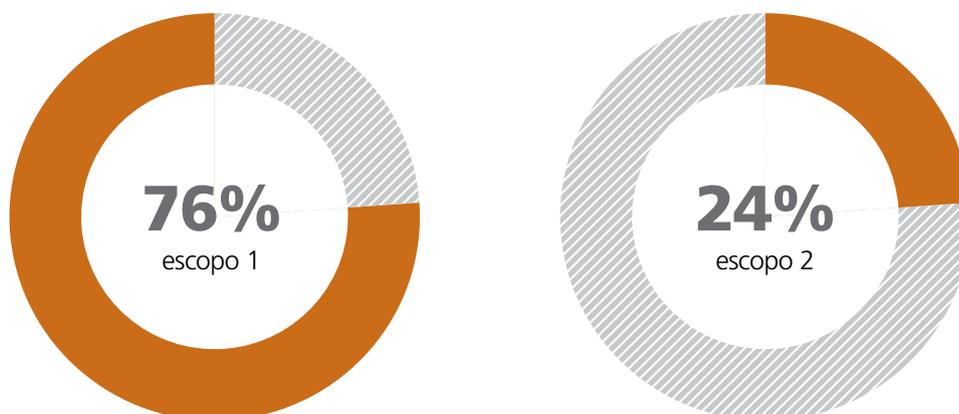
- Aquisição de energia.

Os gases de GEE inventariados foram expressos em tCO₂e nas tabelas a seguir.

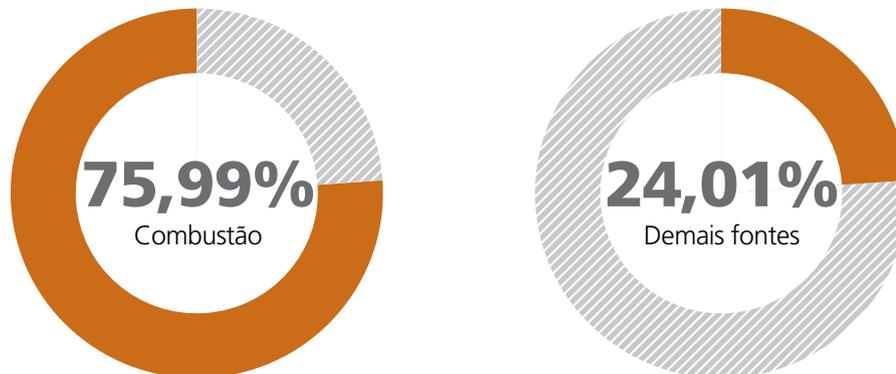
Tabela 36: Emissões – Potássio

PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO	ANO-BASE 2011	
	ESCOPO 1	ESCOPO 2
	tCO ₂ e	tCO ₂ e
Total das emissões por combustão	16.859,63	-
Uso de explosivos	0,02	-
Emissões do processo	0,00	-
Emissões Fugitivas	0,00	-
POTÁSSIO		
Decapeamento	0,00	-
Resíduos Sólidos e Efluentes	0,00	-
Tratamento e Correção de Solo	0,00	-
Sequestro e Estoque de Carbono	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	5.326,89
EMISSIONES DE GEE POR ESCOPO	16.859,65	5.326,89

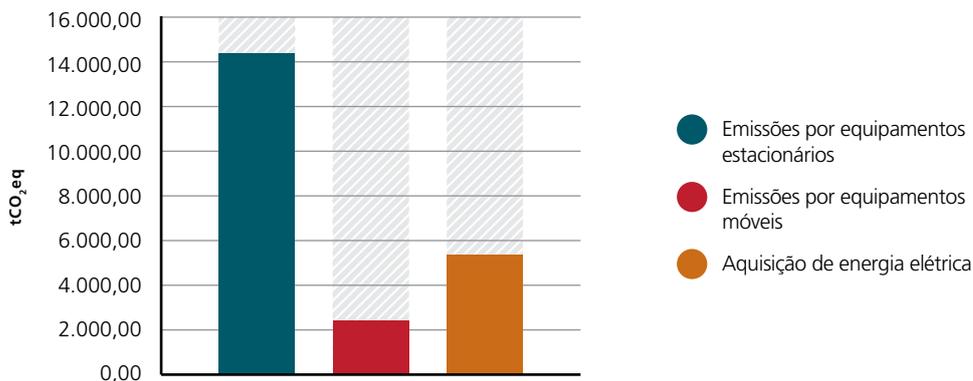
O gráfico a seguir representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para o potássio:

Figura 62: Emissões por Escopo – Potássio

As emissões referentes à combustão representam **76%** total como mostra o gráfico a seguir.

Figura 63: Emissões por Combustão e Demais Fontes – Potássio

A figura 64 mostra as emissões separadas por fontes. Pode-se concluir que a maior quantidade de emissões na extração de potássio (observando-se o limite operacional estabelecido) provêm das emissões em equipamentos estacionários. Exclui-se emissões por uso de explosivos por serem muito baixas.

Figura 64: Emissões por fonte – Potássio

Os gráficos a seguir (Figuras de 65 a 67) apresentam um panorama das produções e emissões separadas por Escopo nos anos de 2008 e 2011.

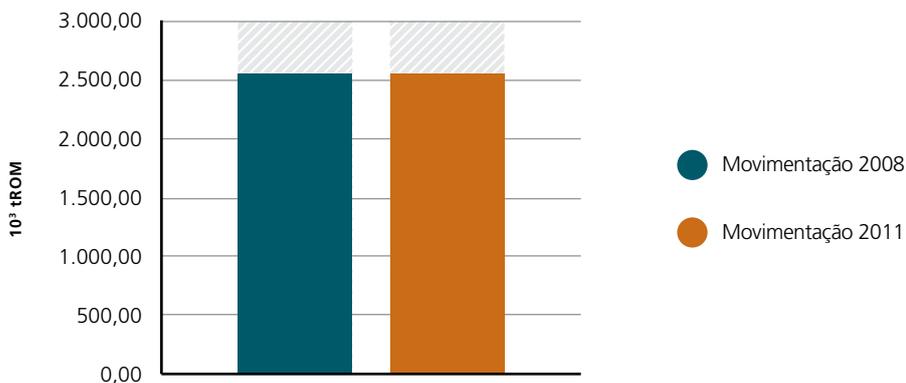
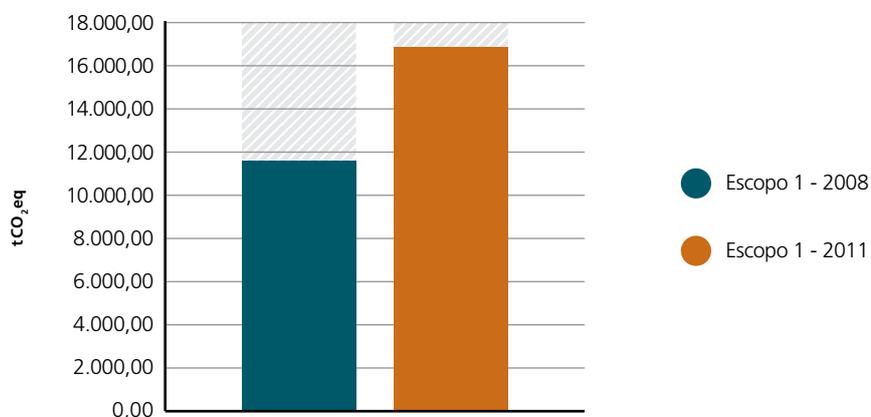
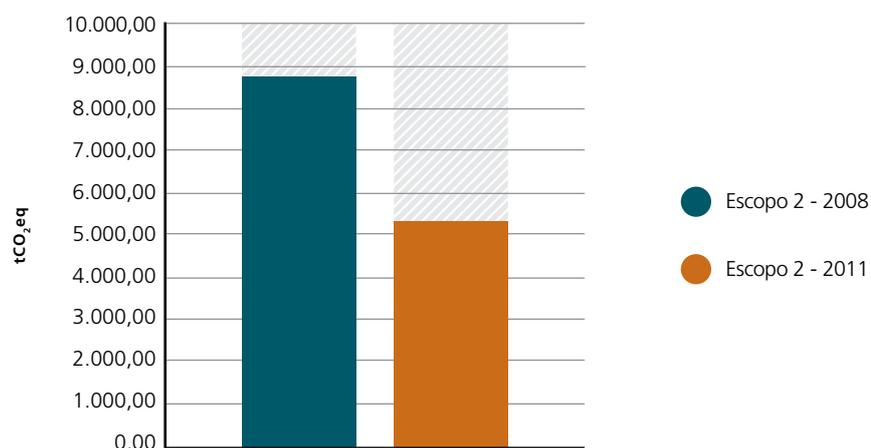
Figura 65: Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) Potássio

Figura 66: Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) – Potássio**Figura 67:** Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) – Potássio

Para o cálculo das variações percentuais entre os dois anos estipulou-se que 2008 seria o ano inicial, sendo o valor desse ano equivalente a 100%. Todo aumento ou diminuição faz referência a 2008. As figuras 66 e 67 mostram a variação das emissões entre 2008 e 2011, por Escopo. Quanto às emissões diretas houve um aumento de **47%** enquanto na aquisição de energia elétrica houve diminuição de **39%**. A movimentação em ROM diminuiu em **0,23%** como pode ser observado na Figura 65.

4.1.12 Zinco

A mineração do Zinco está concentrada em uma única companhia com duas unidades de operação.

O limite do processo produtivo nas minas de zinco considerou abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas e encerramento na mina. As emissões foram apresentadas divididas em Escopo 1 e 2 conforme indicado abaixo:

Escopo 1 – emissões diretas:

- Combustão em equipamentos fixos;
- Combustão em equipamentos móveis;
- Geração própria de energia;
- Uso de explosivos;
- Emissões do processo;
- Emissões fugitivas;
- Decapeamento;
- Resíduos sólidos e efluentes;
- Tratamento e correção do solo.

Escopo 2 – emissões indiretas:

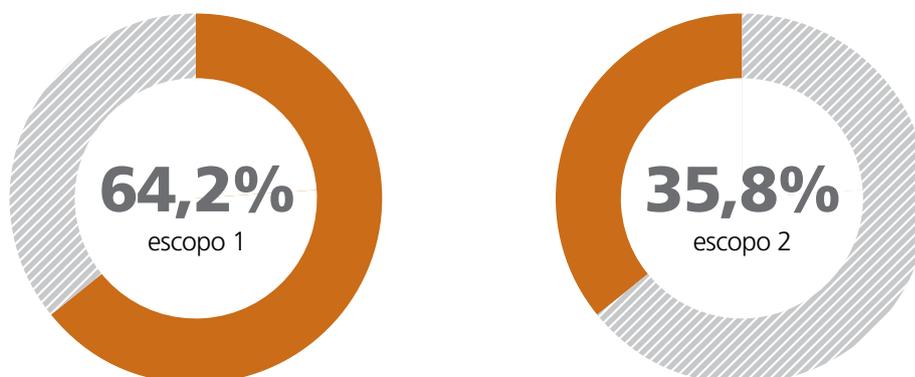
- Aquisição de energia.

Os gases de GEE inventariados foram expressos em tCO₂e nas tabelas a seguir.

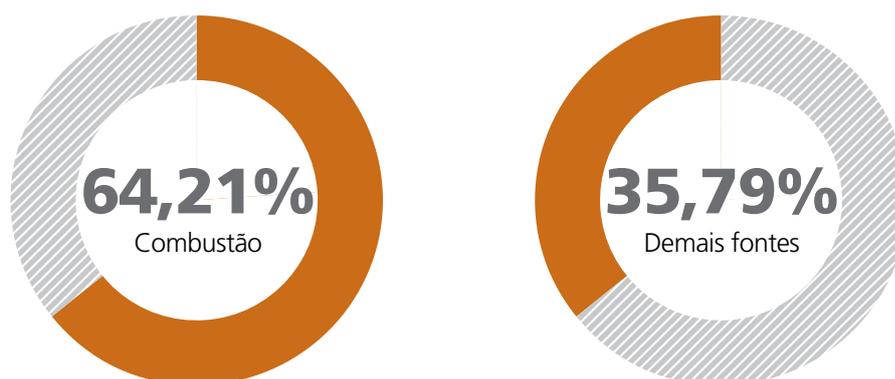
Tabela 37: Emissões – Zinco

PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO	ANO-BASE 2011	
	ESCOPO 1	ESCOPO 2
	tCO ₂ e	tCO ₂ e
Total das emissões por combustão	13.860,34	-
Uso de explosivos	0,00	-
Emissões do processo	0,00	-
Emissões Fugitivas	0,00	-
ZINCO		
Decapeamento	0,00	-
Resíduos Sólidos e Efluentes	0,00	-
Tratamento e Correção de Solo	0,00	-
Sequestro e Estoque de Carbono	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	7.726,00
EMISSIONES DE GEE POR ESCOPO	13.860,34	7.726,00

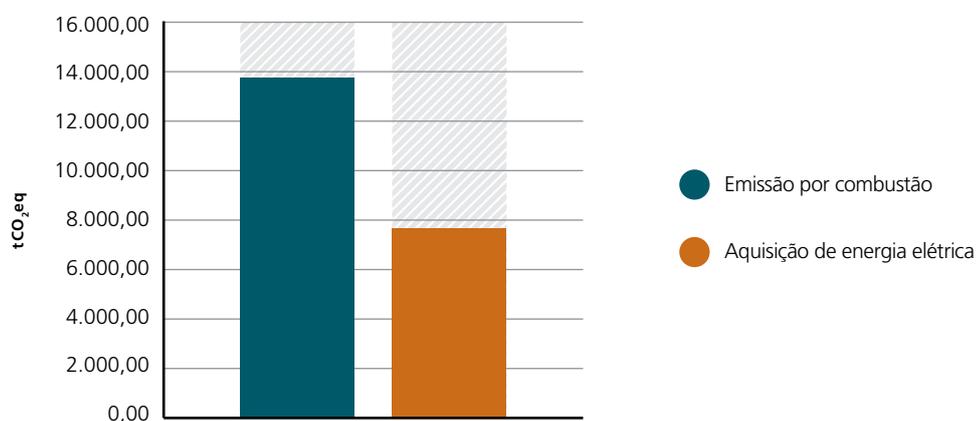
O gráfico a seguir representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para o Zinco:

Figura 68: Emissões por Escopo – Zinco

As emissões referentes à combustão representam **64%** total como mostra o gráfico a seguir.

Figura 69: Emissões por Combustão e Demais Fontes – Zinco

A figura 70 mostra as emissões separadas por fontes. Pode-se concluir que a maior quantidade de emissões na extração de zinco (observando-se o limite operacional estabelecido) está relacionada com a combustão.

Figura 70: Emissões por Combustão e Demais Fontes – Zinco

Os gráficos a seguir (Figuras de 71 a 73) apresentam um panorama das produções e emissões separadas por Escopo nos anos de 2008 e 2011.

Figura 71: Comparativo entre movimentações (2008 e 2011) Zinco

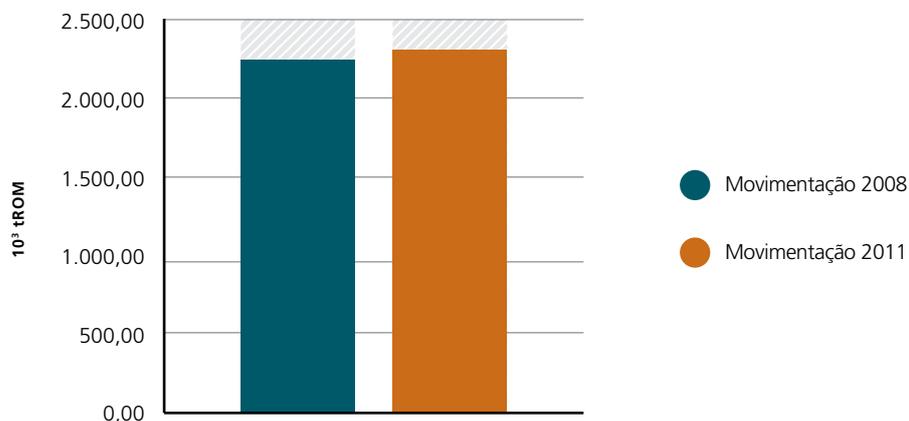


Figura 72: Comparativo entre emissões de Escopo 1 (2008 e 2011) Zinco

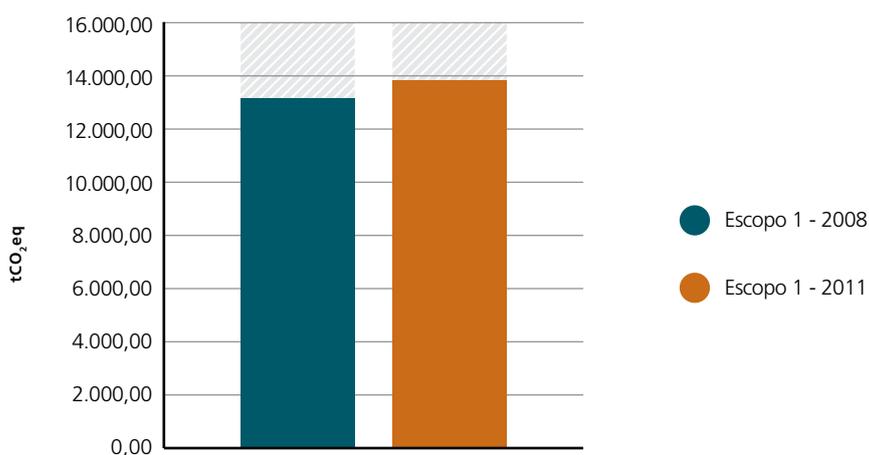
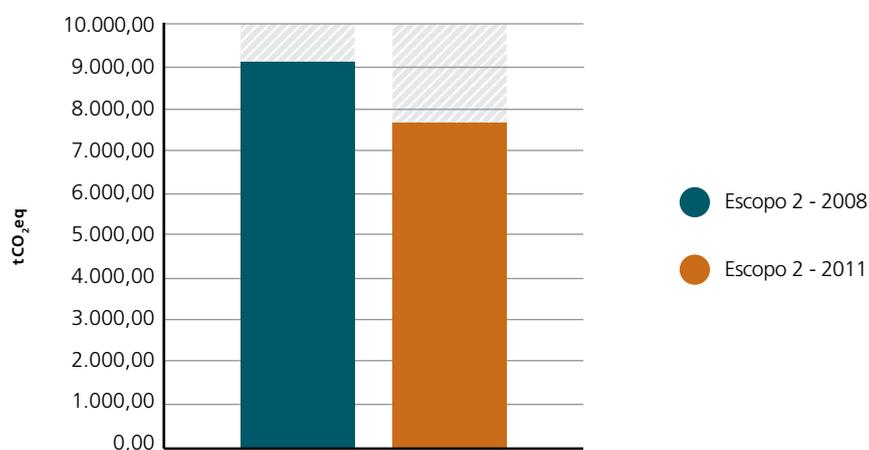


Figura 73: Comparativo entre emissões de Escopo 2 (2008 e 2011) Zinco



Para o cálculo das variações percentuais entre os dois anos estipulou-se que 2008 seria o ano inicial, sendo o valor desse ano equivalente a 100%. Todo aumento ou diminuição faz referência a 2008. As figuras 72 e 73 mostram a variação das emissões entre 2008 e 2011, por Escopo. Quanto às emissões diretas houve um aumento de 5% enquanto na aquisição de energia elétrica houve diminuição de 15%. A movimentação aumentou 3% como pode ser observado na Figura 65.

4.2 Inventário de Emissões de GEE – Cadeias Agregadas

As tipologias Areia, Brita, Calcário, Carvão Mineral, Gipsita e Rochas Ornamentais foram, pela primeira vez, inseridas no Inventário de GEE do setor mineral e a metodologia de levantamento de dados e cálculo de emissões foi distinta se comparada com a dos outros bens minerais. Todos os critérios estabelecidos estão descritos nos itens 3.8 e 3.10 e seus subitens.

4.2.1 Gipsita

Faz parte das minerações com predominância de frentes de lavra de pequena escala. Sabe-se que os processos extrativos podem variar de companhia para companhia, mas pela necessidade de se encontrar um valor que refletisse o setor e a falta de informação vinda do mesmo, o IBRAM acordou com a consultoria CELTA que é mais importante iniciar a avaliação, mesmo com uma primeira aproximação, do que desconsiderar por falta de informação uma cadeia dessa importância sócio-econômica e ambiental. Portanto, a metodologia aplicada para o cálculo de emissões de GEE para Gipsita foi de acordo com os seguintes passos:

- Foi levantado, junto à associação de classe, o consumo médio de combustível por t ROM de gipsita extraída;
- Foi estimado o valor de combustível consumido no ano de 2011 para a extração de gipsita a partir da informação anterior e da movimentação total de gipsita informada diretamente pelo DNPM;
- Sabe-se que a maior parte das emissões, as emissões totais para o setor, na atividade de extração é proveniente da combustão em equipamentos móveis (veículos e máquinas). Com isso, utilizou-se o fator de emissão do GHG Protocol, para cálculo de emissões de GEE na queima de óleo diesel pra estimar as emissões totais de GEE na extração de gipsita.

A partir dos dados referentes a consumo de diesel, apresentados na tabela a seguir, fez-se o cálculo de emissões:

Tabela 38: Consumo de Combustível – Gipsita

Gipsita		
Consumo de diesel por t ROM	Movimentação em t ROM - 2011	Consumo de diesel em litros – Total
1,2 L de diesel / 0,9 ton ROM	3.223.000	4.297.333,33

De posse das informações relacionadas a consumo de energéticos pode-se estimar o total de emissões utilizando a ferramenta do GHG.

Tabela 39: Emissões Gipsita

Gipsita	
Estimativa de emissões – tCO ₂ eq	
10.950,73	

O panorama mundial de extração de gipsita indica uma produção mundial, em 2011, de 148 milhões de toneladas (Mt). Representa um leve aumento (0,68%) com relação ao ano anterior, 2010. O país maior produtor em 2011 foi a China, com 47 milhões de toneladas, equivalente a 31,8% da produção mundial de Gipsita. Nesse mesmo ano, a produção brasileira em ROM alcançou 3.228.931 t, o que representou um crescimento de 22,4% em relação ao ano anterior. O maior produtor da América do Sul foi o Brasil, 2,2% do total mundial o que ressalta sua importância apenas regional.

4.2.2 Carvão Mineral

A mineração de carvão no Brasil concentra-se quase que totalmente na região Sul com algumas minerações de pouca representatividade na região Sudeste.

Grande parte do carvão extraído no Brasil possui baixa qualidade devido às condições geográficas às quais foi submetido durante sua formação. O carvão presente na região Sul é em sua grande maioria dos tipos sub-betuminoso e betuminoso, sendo este último encontrado em São Paulo também. Nas outras localidades do país onde se extrai carvão predominam as reservas de carvão tipo linhito e sub-betuminoso.

Dados econômicos mostram que em 2011 a produção beneficiada de carvão mineral no país chegou a 6 milhões de toneladas, o que representou um acréscimo de 3,8% em relação a 2010. Por outro lado, a produção comercializada manteve o mesmo ritmo de

crescimento positivo dos últimos anos chegando a 7,30 milhões de toneladas com uma taxa de aumento de 3,7% em relação ao ano anterior.

De acordo com dados enviados pela ABCM as emissões referentes a 92% do setor apresentam os seguintes valores:

Tabela 40: Emissões – Carvão Mineral

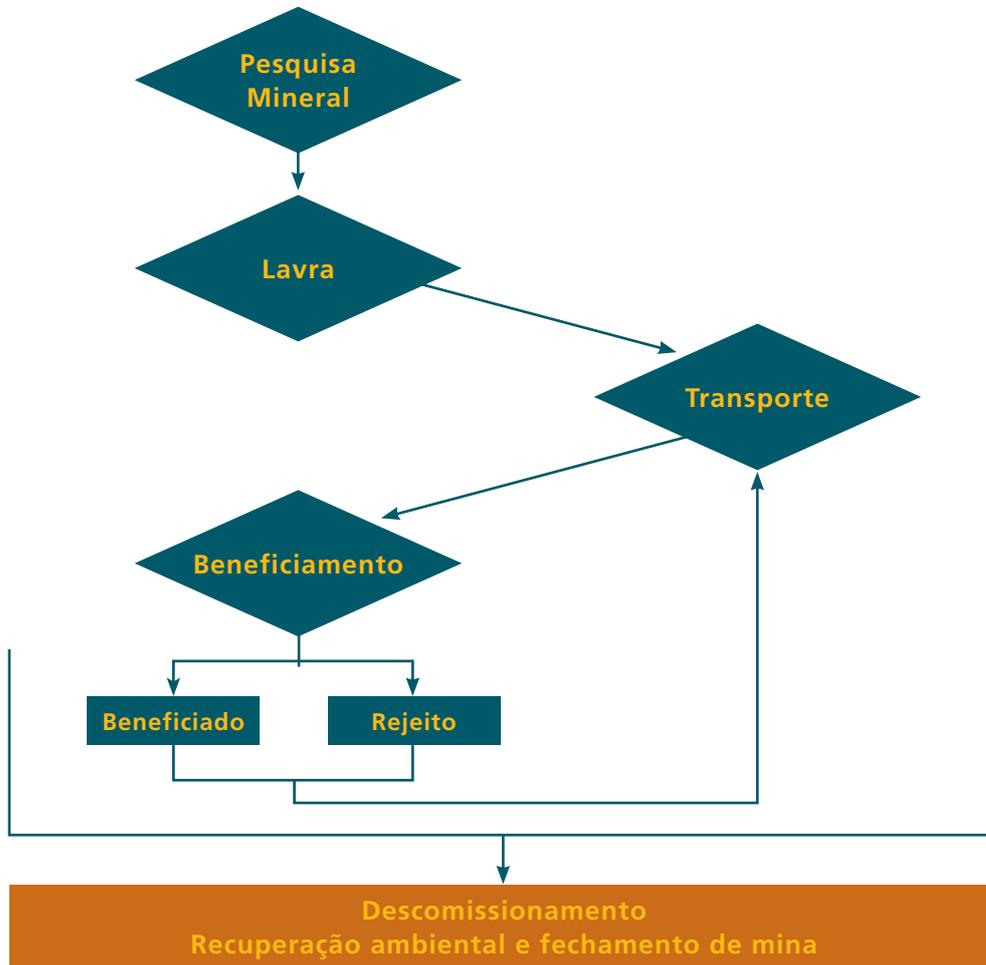
PROCESSO PRODUTIVO LIMITE DEFINIDO		ANO-BASE 2011	
		ESCOPO 1	ESCOPO 2
		tCO ₂ e	tCO ₂ e
Carvão Mineral	Equipamentos Estacionários	-	-
	Combustão		
	Geração própria de energia	-	-
	Equipamentos Móveis e Veículos	9.870,92	-
	Total das emissões por combustão	9.870,92	-
	Uso de explosivos	0,00	-
	Emissões do processo	0,00	-
	Emissões fugitivas	0,005994	-
	Decapeamento	0,00	-
	Resíduos Sólidos e Efluentes	0,00	-
	Tratamento e Correção de Solo	0,00	-
	Sequestro e Estoque de Carbono	0,00	-
Aquisição de Energia Elétrica	-	2.239,42	
EMISSIONES DE GEE POR ESCOPO		9.870,93	2.239,42

Como os dados analisados para o carvão mineral correspondem a 92% do total da produção deste bem, foi usado o critério de estimar uma emissão específica média de tCO₂e por t ROM para se chegar ao total estimado de emissões de GEE referentes à 100% da movimentação:

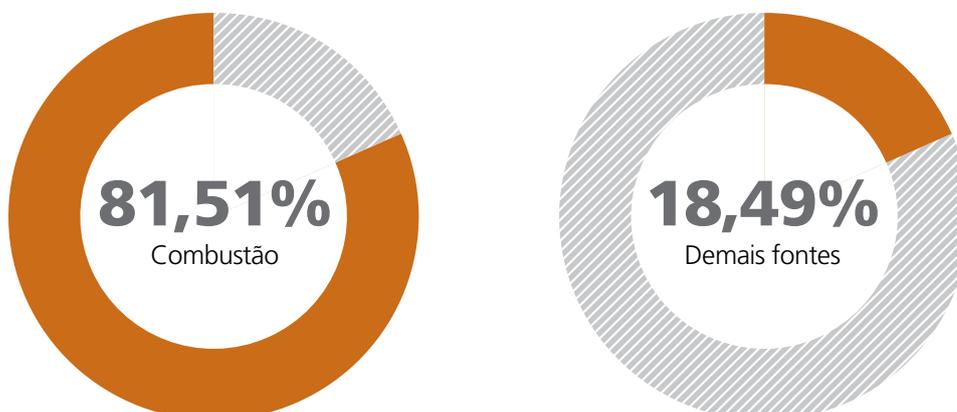
Tabela 41: Estimativa de emissão para 100% da Carvão Mineral

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total analisado (tCO ₂ e)
10.754,76	2.439,99	13.194,75

O fluxograma do processo produto é apresentado a seguir:

Figura 74: Fluxograma – Carvão Mineral

As emissões referentes à combustão representam **81,5%**, enquanto as outras fontes representam 18,5% do total (emissões fugitivas e por aquisição de energia elétrica), como mostra o gráfico a seguir.

Figura 75: Emissões por Combustão e Demais Fontes Carvão Mineral

4.2.3 Areia e Brita

Os agregados da construção civil foram incluídos somente neste segundo Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor Mineral. Foram considerados areia e brita em geral.

Embora tenha havido um excelente diálogo com a associação de classe, não foi possível obter os dados necessários ao cálculo das emissões. Com informações insipientes (sem dados quanto aos diferentes processos de extração e desmonte, por exemplo), a metodologia adotada foi de tratamento agregado de contabilização de emissões para esse segmento descrita nos itens 3.8 e 3.10 e seus subitens.

A seguir são fornecidas algumas informações relevantes acerca da extração de areia e brita.

a) Areia para Construção Civil

A designação areia, quando usada para identificar um tipo de bem mineral designa um material granular com tamanho em intervalo definido entre 2 e 0,006 mm de composição silicática com uma maior quantidade de quartzo. Compreende além dos materiais naturais a areia artificial. Em 2011 o país produziu 347 milhões de toneladas de areia.

Dentre os métodos de extração de areia podem ser citados:

- **Extração Manual:** É um método de extração primitivo e em geral para escala de movimentação pequena, realizado manualmente por meio de pás. A degradação ambiental causada por este tipo de extração advém da destruição de matas ciliares e de margens de cursos de água. De maneira geral o transporte é feito por carroças ou veículos de tração animal.
- **Extração em Fossa Seca:** Esse tipo de extração ocorre quando o depósito localiza-se acima do nível do lençol freático. Nesse caso a movimentação ocorre a céu aberto. O processo pode ser realizado por meio de carregadeiras de pneus, retroscavadeira, trator de esteira, e outros equipamentos de mobilização de material a céu aberto.
- **Extração em Cava Seca:** Quando a extração é feita em encostas ou em terraços fluviais de considerável elevação, com o lençol freático não aflorante, utiliza-se o método da cava seca.

A extração é feita por meio de desmonte hidráulico onde a operação começa com o decapeamento do solo. Em seguida prossegue-se para o processo de desagregação dos sedimentos, com jatos de água de alta pressão, que forma a polpa. Essa polpa, por meio da gravidade, desce até a bacia de acumulação. Seguindo a operação esse material acumulado é lançado por bombeamento até decantadores. Na continuidade ocorre um novo jateamento de água e bombeia-se a polpa até o lugar onde é feita a separação granulométrica e a estocagem da areia. Todo o rejeito é armazenado

em um reservatório. Após a decantação desse rejeito ocorre a clarificação da água de lavagem, que logo após retorna ao sistema formando um processo de reciclo.

- **Extração em Área de Várzea:** essa modalidade de extração é do tipo cava submersa por conta do nível do lençol freático ser muito raso. O processo é realizado por meio de uma draga equipada com bombas centrífugas e instalada sobre um barco. Diversos tubos acoplados a essas bombas são utilizados como condutores da água utilizada na escavação e também como meio de transporte da polpa até os pátios ou silos onde fica o dique que recebe a areia com grande umidade. Esse processo de extração é muito comum e objeto de atenção permanente dos organismos de gestão ambiental com emissão de multas e interdições frequentes. Danos ambientais relatados mais frequentemente são: destruição da mata próxima ao local de extração e de depósito; poluição orgânica; desvio de cursos de água; poluição química com óleo diesel utilizado para alimentar os motores dos equipamentos. Como o nível do lençol freático é baixo, o tempo de extração sem a utilização de dragas é pequeno.
- **Extração em Leito de Cursos de água:** Este tipo de extração consiste na dragagem dos sedimentos ativos que estão presentes nos leitos em profundidades que não são muito elevadas.

b) Brita para Construção Civil

Cascalho e brita são materiais que se apresentam de forma granular produzidos pela indústria extrativa mineral e que são caracterizados por apresentar propriedades químicas, tecnológicas e físicas adequados para utilização na construção civil.

São obtidos por meio da exploração de jazidas minerais, sendo que para utilização na construção a brita exige uma etapa adicional no processo de beneficiamento, a britagem dos blocos extraídos, antes de ser comercializada.

No ano de 2011 o Brasil produziu 267.987.000 de toneladas de brita.

Após o pedido de informações e a escassez de respostas, o IBRAM acordou com a consultoria CELTA que é mais importante iniciar a avaliação, mesmo com uma primeira aproximação, do que desconsiderar por falta de informação uma cadeia dessa importância sócio-econômica e ambiental. Portanto, foram estabelecidos os seguintes passos para o cálculo estimado das emissões de GEE do setor de agregados para a construção civil:

- Foram levantados os dados de emissões de GEE, por Escopo, de uma grande empresa de extração de areia e brita;
- Foi tabelada a movimentação em t ROM da mesma grande empresa;
- Foi feito o cálculo de emissão por t ROM para Escopo 1 e Escopo 2 com base nas duas informações descritas anteriormente;
- Baseando-se na movimentação total dos segmentos de areia e brita no ano de 2011 e na emissão específica foi feito um cálculo estimado das emissões totais por bem mineral.

A partir dessas premissas pode-se estipular as emissões para esse segmento.

Dados enviados por uma grande empresa de extração de areia e de brita revelaram que para uma movimentação de 10.411.300,00 t ROM, as emissões são equivalentes a:

Tabela 42: Emissões Grande Empresa – Areia e Brita

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total analisado (tCO ₂ e)
19.485,00	1.258,90	20.743,90

Nesse caso os fatores de emissão por Escopo seriam:

Tabela 43: Fatores de Emissão – Areia e Brita

Fator – Escopo 1 (tCO ₂ e/t ROM)	Fator – Escopo 2 (tCO ₂ e/t ROM)
0,00187	0,000121

Os dados de movimentação de areia e brita no ano de 2011 são:

Tabela 44: Produções Areia e Brita – 2011

Movimentação Bruta de Areia (t ROM)	346.772.000
Movimentação Bruta de Brita (t ROM)	268.000.000

De posse do fator de emissão por Escopo e do total de movimentação foi elaborada uma estimativa de emissões para todo o setor separado em Escopo 1 e Escopo 2 seriam:

Tabela 45: Emissões Areia (tCO₂eq) – Estimativa

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total analisado (tCO ₂ e)
648.992,19	41.930,52	690.922,72

Tabela 46: Emissões Brita (tCO₂eq) – Estimativa

Escopo 1 (tCO ₂ e)	Escopo 2 (tCO ₂ e)	Total analisado (tCO ₂ e)
501.568,49	32.405,67	533.974,16

Os gráficos a seguir representa a variação de emissões de GEE entre Escopos 1 e 2 para estes bens mineral:

Figura 76: Emissões por Escopo – Areia**Figura 77:** Emissões por Escopo – Brita

4.2.4 Rochas Ornamentais

As Rochas Ornamentais, também conhecidas como pedras naturais, rochas dimensionais, rochas lapídeas são materiais geológicos naturais e podem ser extraídos em forma de blocos, placas e cortadas das mais variadas formas.

São basicamente subdivididos em granitos e mármore sendo os primeiros genericamente considerados rochas silicáticas e as demais rochas carbonáticas.

Em 2011 a produção mundial de Rochas Ornamentais foi de 116.000.000 de toneladas aproximadamente, sendo a China a maior produtora com cerca de 37% do total. O Brasil produziu, aproximadamente, 9.000.000 de toneladas segundo a Associação Brasileira de Rochas Ornamentais – Abirochas. Nesse mesmo ano as exportações brasileiras somaram 2.190.000 de toneladas, o que correspondeu a 999,6 milhões de dólares norte-americanos.

Os processos extrativos podem variar de empresa para empresa, mas pela necessidade de se encontrar um valor de emissões que refletisse o segmento e com a falta de informações vindas do mesmo, o IBRAM acordou com a consultoria CELTA que é mais impor-

tante iniciar a avaliação, mesmo com uma primeira aproximação, do que desconsiderar por falta de informação uma cadeia dessa importância sócio-econômica e ambiental. A partir de então, foram utilizadas as seguintes premissas para o cálculo das emissões:

- Foi levantado, junto ao CETEM, o consumo médio de combustível em litros por volume de rochas ornamentais em m³;
- Foi levantado o valor da densidade de granitos (indicado pelo CETEM) e com isso chegou-se ao volume em litros de combustível por massa de rochas ornamentais;
- Foi estimado o valor de combustível consumido no ano de 2011 para a extração de gipsita, a partir da informação anterior e da produção total nesse mesmo ano;
- Sabendo-se que a maior parte das emissões, nesse tipo de extração, é proveniente da combustão em equipamentos móveis estimou-se, utilizando o método de cálculo do GHG Protocol, as emissões totais para o setor.

A partir dos dados referentes a consumo de diesel, apresentados na tabela a seguir fez-se o cálculo de emissões:

Tabela 47: Consumo de Combustível – Rochas Ornamentais

ROCHAS ORNAMENTAIS				
Consumo de diesel por m ³ de rochas	Densidade Média (kg/m ³)	Consumo de diesel por kg de rochas	Produção em t – 2011	Consumo de diesel em litros Total
14 L de diesel / m ³	2700	0,005 L de diesel/kg	9.000.000	45.000.000

De posse das informações relacionadas a consumo de energéticos pode-se estimar o total de emissões, utilizando a ferramenta do GHG Protocol.

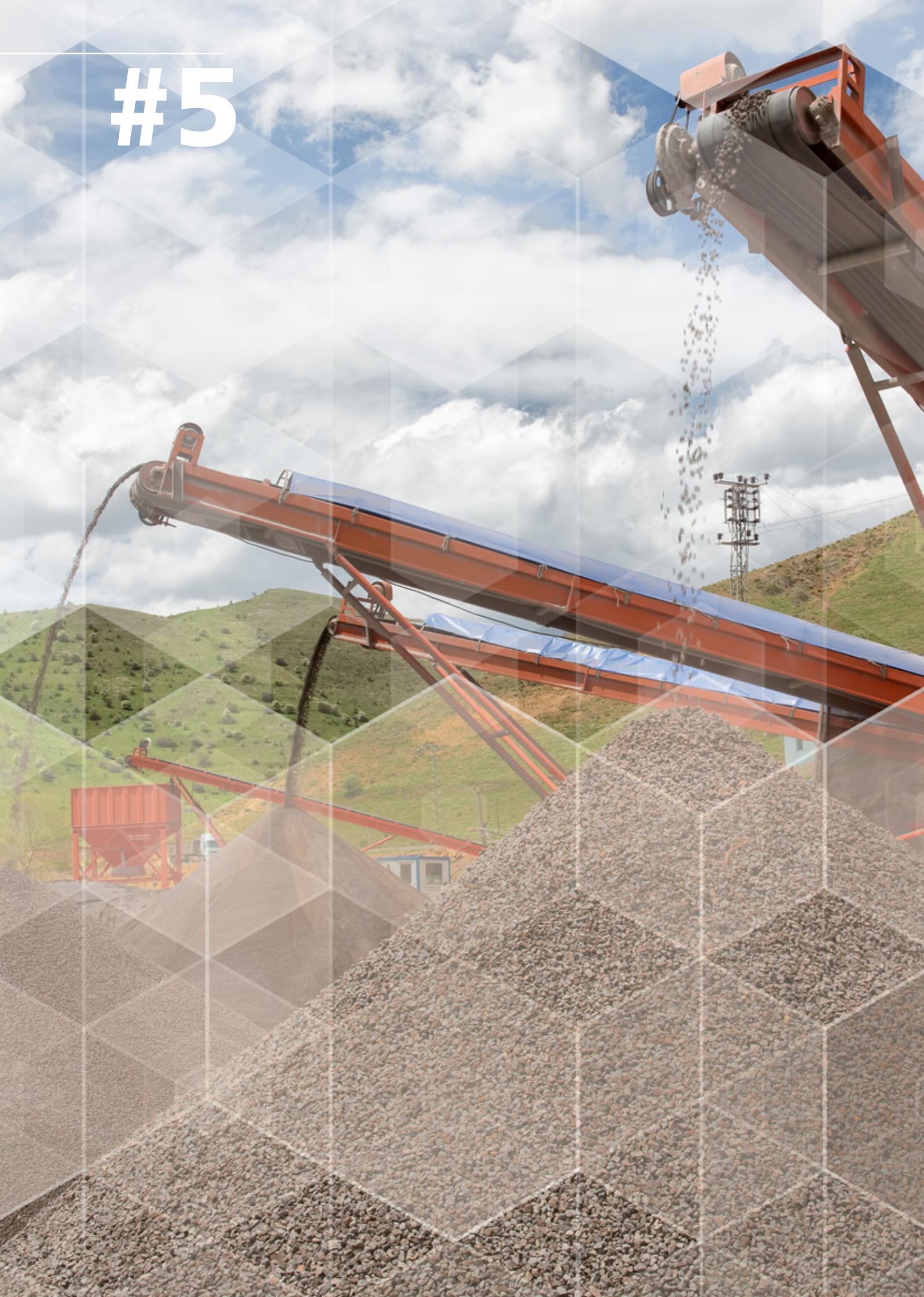
Tabela 48: Emissões – Rochas Ornamentais

Rochas Ornamentais	
Estimativa de emissões – tCO ₂ eq	
114.671,78	

4.2.5 Calcário

Depois das incessantes solicitações de informações não atendidas referentes ao **CALCÁRIO**, o IBRAM decidiu deixar para estudo posterior a análise deste bem mineral.

#5



5. Inventário de Emissões de GEE Consolidado

UMA DAS MAIS IMPORTANTES premissas desta consolidação do inventário de GEE do setor mineral reside na escolha pela metodologia *bottom-up*, ou seja, partir das emissões de GEE calculadas para fontes individuais pelas próprias empresas minerais.

A maioria dos inventários setoriais, regionais e nacionais utiliza a metodologia *top-down*. Esta é a metodologia adotada pelo Brasil nas suas comunicações nacionais obrigatórias no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças de Clima, incluindo a mais recente – Segunda Comunicação Nacional. Independente da Comunicação Nacional – obrigação da CQNUMC –, o MMA faz com maior frequência um Inventário Nacional no qual utiliza a mesma metodologia *top-down*, incorporando algumas peculiaridades próprias das atividades brasileiras inventariadas.

Na metodologia *top-down* trabalha-se com informações setoriais agregadas e separa-se o processo, o consumo de combustíveis fósseis e a geração de energia. Por outro lado, em um estudo *bottom-up* constrói-se o inventário a partir de dados das fontes de emissão de GEE de cada empresa.

Esta consolidação aspirava, a princípio, fazer um levantamento das emissões de gases do efeito estufa referente a 18 bens minerais, sendo eles: bauxita, caulim, cobre, estanho, ferro, fosfato, manganês, nióbio, níquel, ouro, potássio, zinco, agregados da construção civil (areia e brita), calcário, gipsita, rochas ornamentais. Desse conjunto de bens minerais foram excluídos, por falta de dados mínimos, o calcário e o estanho.

Ao final, o universo de análise restringiu-se a 16 bens minerais.

Alguns dos resultados mais relevantes do estudo são descritos a seguir, com considerações.

5.1 Predominância do Escopo 1

Os resultados revelaram emissões referentes ao Escopo 1 muito superiores às de Escopo 2. Dentre os 16 bens minerais considerados, as emissões de GEE na extração de gipsita e rochas ornamentais não apresentaram emissões separadas por Escopo.

5.2 Projeção

Para se chegar a um valor aproximado da totalidade, ou seja, 100% das emissões referentes ao processo extrativo dos bens minerais selecionados (considerando os limites do processo produtivo mencionados na Tabela 2) foi elaborada a projeção constante na Tabela 49.

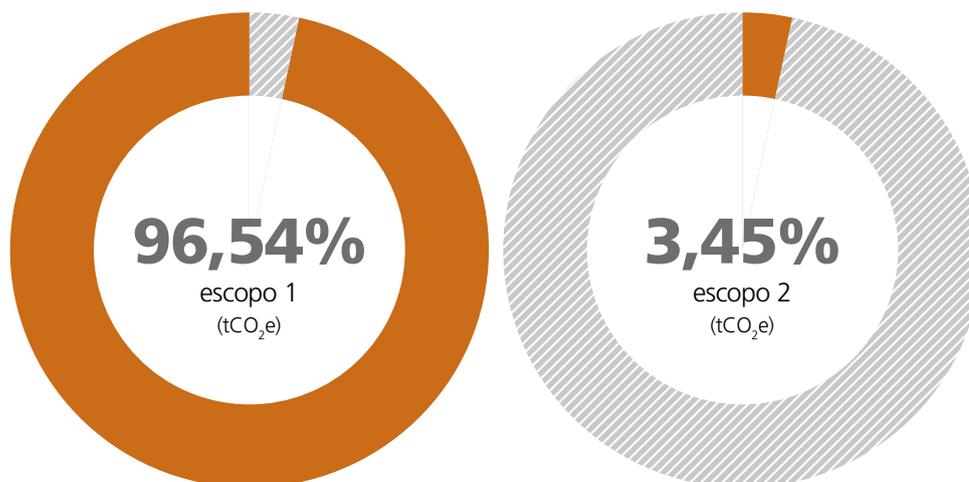
As emissões referentes à gipsita e rochas ornamentais não foram fornecidas separadas por escopo, somente seu valor totalizado pode ser estimado. A Tabela 49 apresenta as emissões separadas por escopo e seu total desconsiderando-se as tipologias gipsita e rochas ornamentais. Na última linha há o valor total considerando-se esses bens minerais.

Tabela 49: Emissões Totais – Projeção

Escopo 1	Escopo 2	Emissão de GEE Total sem Gipsita e Rochas Ornamentais
10.779.464,83 tCO ₂ e	385.179,92 tCO ₂ e	11.164.644,75 tCO ₂ e
Emissão de GEE Total Com Gipsita e Rochas Ornamentais		11.290.267,26 tCO ₂ e

Para a projeção obteve-se um total de 11.164.644,75 de tCO₂e emitidas, sem considerar Gipsita e Rochas Ornamentais. Desse total 10.779.464,83 de tCO₂e são referentes as emissões de Escopo 1, que perfazem um percentual de 97% das emissões enquanto 385.179,92 tCO₂e, ou 3%, são referentes ao Escopo 2 (Figura 78).

Figura 78: Total de Emissões de GEE por Escopo – Estimativa



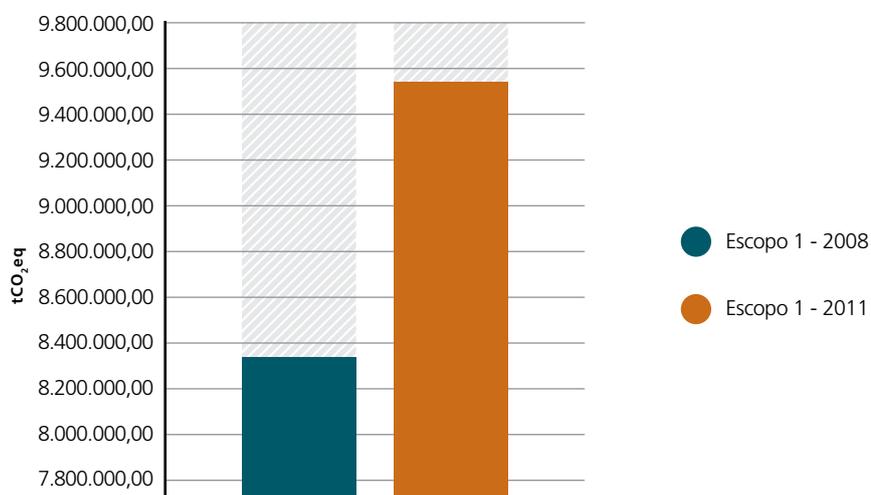
Cabe ressaltar que as emissões, considerando-se os valores totais de emissões de gipsita e rochas ornamentais são de 11.290.267,26 tCO₂e eq.

5.3 Diferenças entre as emissões de 2008 e 2011

Através das projeções feitas obteve-se quadros para as emissões de Escopo 1 e 2 através das quais foi possível estabelecer comparações entre os anos de 2008 e 2011. Para esta comparação foram suprimidas as emissões referentes aos novos bens minerais considerados somente em 2011: Fosfato, Areia, Brita, Carvão Mineral, Gipsita e Rochas Ornamentais.

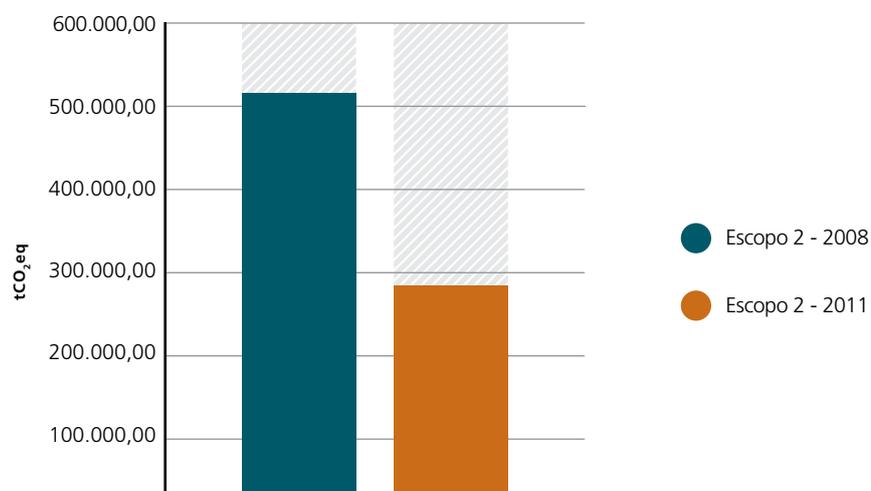
Os dados revelaram um aumento de **14%** nas emissões de GEE em 2011 para os 10 bens minerais objeto da comparação (Figura 79).

Figura 79: Comparativo - Escopo 1



Com relação a Escopo 2 houve uma diminuição das emissões em **46%**.

Figura 80: Comparativo – Escopo 2



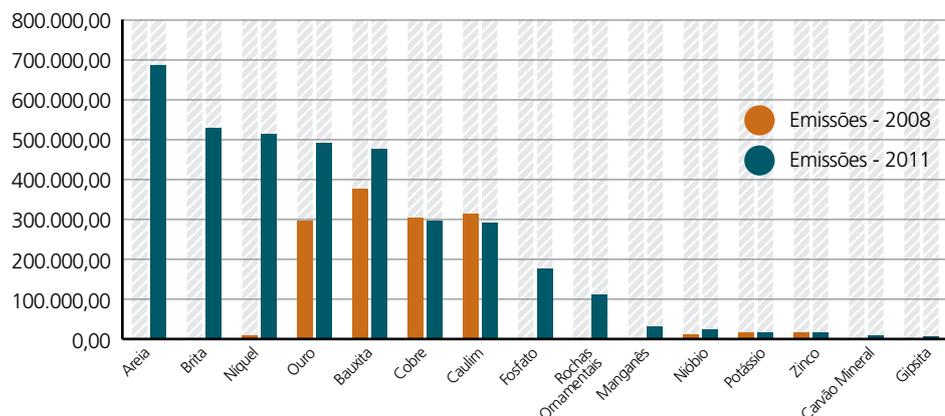
A Tabela 50 mostra as variações percentuais referentes as emissões de GEE dos anos de 2008 e 2011. Pode-se constatar que a maior diferença ocorreu para o Níquel. A Figura 81 mostra um comparativo entre as emissões por bem mineral nos anos de 2008 e 2011.

Tabela 50: Comparativo percentual de emissões por bem mineral – 2008/2011

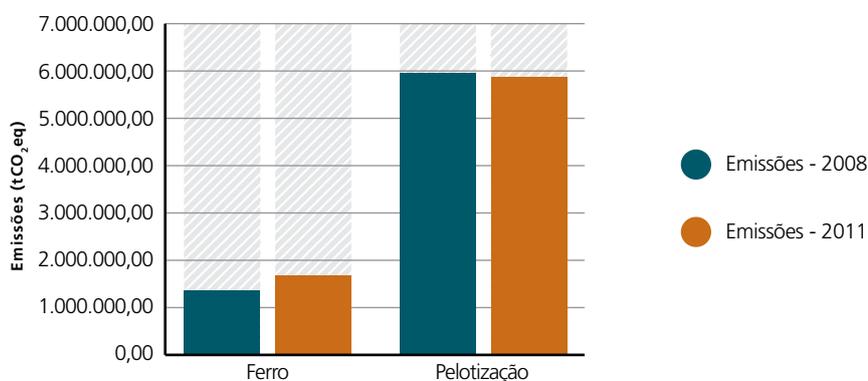
Bem mineral	Total de emissões 2008 (tCO ₂ eq)	Total de emissões 2011 (tCO ₂ eq)	Status*
Areia	-	690.922,72	-
Bauxita	379.499	477.750,69	▲ 25,9%
Brita	-	533.974,16	-
Carvão	-	13.194,75	-
Caulin	317.212,00	296.455,93	▼ 6,5%
Cobre	308.306,00	303.362,41	▼ 1,5%
Ferro	1.516.380,00	1.627.929,15	▲ 7,4%
Fosfato	-	180.835,59	-
Gipsita	-	10.950,73	-
Manganês	8.496,00	32.996,35	▲ 288,4%
Nióbio	13.948,00	23.418,52	▲ 67,9%
Níquel	10.863,00	518.079,12	▲ 4.669,2%
Ouro	301.060,00	497.368,56	▲ 65,2%
Potássio	20.231,00	22.186,54	▲ 9,7%
Rochas Ornamentais	-	114.671,78	-
Zinco	22.240,00	21.586,34	▼ 2,9%
Pelotização	5.957.420,00	5.924.583,93	▼ 0,60%

*Status que considera somente os 10 bens minerais inventariados em 2008 e 2011

O gráfico a seguir apresenta uma comparação entre as emissões de 2008 e 2011 por bem mineral.

Figura 81: Emissões de GEE totais por bem mineral – Comparativo

O comparativo entre as emissões referentes a ferro e pelotização revela que para o primeiro houve um aumento das emissões em **7,4%** e para o segundo houve uma diminuição de **0,6%** com relação se comparados os anos de 2008 e 2011 (Figura 82).

Figura 82: Emissões de Ferro e Pelotização – Estimativa

5.4 Participação percentual por bem mineral

A participação percentual de cada bem mineral nas emissões está descrito a seguir.

Tabela 51: Participação percentual nas emissões de GEE por bem mineral – 2011

Bem Mineral/Processo	Emissões (tCO ₂ eq)	Percentual
Pelotização	5.924.583,90	52,48%
Ferro	1.627.929,20	14,42%
Areia	690.922,70	6,12%
Brita	533.974,20	4,73%
Níquel	518.079,12	4,59%
Ouro	497.368,56	4,41%
Bauxita	477.750,69	4,23%
Cobre	303.362,40	2,69%
Caulim	296.455,90	2,63%
Fosfato	180.835,60	1,60%
Rochas Ornamentais	114.671,80	1,02%
Manganês	32.996,35	0,29%
Nióbio	23.418,50	0,21%
Potássio	22.186,50	0,20%
Zinco	21.586,30	0,19%
Carvão Mineral	13.194,80	0,12%
Gipsita	10.950,70	0,10%
Total	11.290.267,22	100,00%

#6



6. Análise Comparativa

ALGUNS DOS VALORES COMPARATIVOS de emissões de GEE entre os dois inventários (2008 e 2011) se apresentaram muito elevados. Um exemplo é o Níquel cujo total de emissões de GEE foi 4.669,2% maior em 2011, se comparado ao ano de 2008. Uma análise comparativa leva em consideração as variações dos volumes de movimentação, iniciativas de eficiência energética e a ausência ou a inserção de determinadas fontes de emissões de um ano para outro. A tabela a seguir mostra, por bem mineral, as mudanças nos valores de movimentação em t ROM e as compara com as mudanças que ocorreram com os valores de emissões.

Tabela 52: Comparativo entre Movimentações e Emissões – 2008/2011

Bem Mineral	Movimentação 2008 (ROM)(10 ³ t)	Total de emissões 2008 (tCO ₂ eq)	Movimentação 2011 (ROM)(10 ³ t)	Total de emissões 2011 (tCO ₂ eq)	Status (Movimentação)	Status (Emissões)
Areia	-	-	346.772	690.922,72	-	-
Bauxita	38.220	379.499,00	35.135	477.750,69	▼ 8,10%	▲ 25,9%
Brita	-	-	268.000	533.974,16	-	-
Carvão	-	-	12.305	13.194,75	-	-
Caulim	7.912	317.212,00	7.135	296.455,93	▼ 9,80%	▼ 6,5%
Cobre	38.788	308.306,00	63.800	303.362,41	▲ 64,50%	▼ 1,5%
Ferro	491.525	1.516.380,00	519.300	1.627.929,15	▲ 5,70%	▲ 7,4%
Fosfato	-	-	41.383	180.835,59	-	-
Gipsita	-	-	3.223	10.950,73	-	-
Manganês	5.574	8.496,00	5.189	32.996,35	▼ 6,90%	▲ 288,4%
Nióbio	20.970	13.948,00	3.391	23.418,52	▼ 60,00%	▲ 67,9%
Níquel	6.731	10.863,00	18.420	518.079,12	▲ 173,70%	▲ 4.669,2%
Ouro	118.995	301.060,00	136.500	497.368,56	▲ 14,70%	▲ 65,2%
Potássio	2.562	20.231,00	2.556	22.186,54	▼ 0,20%	▲ 9,7%
Rochas Ornamentais	-	-	23.435	114.671,78	-	-
Zinco	2.241	22.240,00	2.303	21.586,34	▲ 2,80%	▼ 2,9%
	Produção 2008 (10³t)	Total de emissões 2008 (tCO₂eq)	Produção 2011 (ROM)(10³t)	Total de emissões 2011 (tCO₂eq)	Status (Movimentação)	Status (Emissões)
Pelotização	55.300	5.957.420,00	62.400	5.924.583,93	▲ 12,84%	▼ 0,60%

Os dados apresentados na Tabela 52 revelam que para alguns bens minerais o aumento da movimentação não representou um aumento das emissões de GEE e vice-versa. Em diversos casos houve discrepâncias nos valores encontrados como, por exemplo, para o Nióbio cuja movimentação diminuiu 60% e as emissões de GEE totalizadas enviadas pelas empresas aumentaram 67,9%.

Dados das empresas mineradoras revelam que, na grande maioria delas, há um esforço em aplicar práticas sustentáveis, de redução das emissões de gases de efeito estufa, mas questões internas de cada companhia podem levar a um cenário diferente.

Presume-se, em primeiro estágio, que a movimentação é proporcional às emissões, mas outros fatores podem interferir nessa premissa como, por exemplo, a adoção de novos processos, sequestro e estoque de carbono e a mudança da matriz energética. Recorreu-se à busca de dados públicos para encontrar os motivos das discrepâncias entre percentuais de movimentação e emissões.

Para o caso da Bauxita, mesmo com todos os esforços despendidos para a redução das emissões, houve problemas operacionais em uma unidade de extração deste minério, o que pode ter ocasionado um aumento das emissões e diminuição da movimentação como é ser observado na Tabela 52.

Quanto ao Ouro houve um aumento de 14,70% quanto a movimentação e um aumento de 65,2% das emissões. Dados públicos de algumas minerações de ouro este bem mineral revelam que no próprio aquecimento do minério, durante a extração há liberação de CO₂ e na extração Também afirmam que há esforços no sentido diminuir essas emissões.

A movimentação de Potássio ficou praticamente estável se comparados os anos de 2008 e 2011 enquanto as emissões de gases de efeito estufa referentes à extração aumentou menos de 10%. É possível a ocorrência de pequenas alterações nos processos aplicados pela maior companhia que extrai potássio. Análises de informações públicas a empresa mostraram que do ano de 2008 para 2010 houve um considerável aumento das emissões não havendo relatos explicando o porquê desse aumento. Em 2011 o valor das emissões de GEE diminuiu para a companhia. Quanto à movimentação de Potássio, nesse ano, a meta de redução de consumo específico de combustível para esta tipologia foi cumprida, mas mesmo assim o valor total das emissões de Escopo 1 da empresa eram muito maiores que as de 2008.

O Cobre apresentou um aumento de movimentação de 64,5% enquanto suas emissões sofreram uma redução de 1,5% se comparados os dois anos de inventário: 2008 e 2011. Há registros, dentre as empresas que produzem cobre de que existem esforços no intuito de reduzir as emissões. Pode-se presumir que por esse motivo, mesmo com o aumento de movimentação, houve uma diminuição das emissões deste segmento. Uma das empresas que extraem Cobre afirma que busca continuamente a melhoria dos processos de controle por meio de tecnologias mais eficientes.

A movimentação de Ferro aumentou 5,7% e as emissões aumentaram em 7,4% se comparados os dois anos de inventário: 2008 e 2011. Algumas informações públicas de empresas do segmento de extração de minério de Ferro revelam mudanças em relação à matriz energética com aumento de utilização de combustíveis fósseis o que, por consequência, faz com que ocorra o aumento de emissões de gases de efeito estufa.

Em relação à Pelotização, esta etapa apresentou um aumento na produção, de 2008 para 2011, de 12,8% enquanto suas emissões de GEE reduziram 0,6%. Informações públicas das maiores empresas de movimentação de pelotas de ferro revelam um grande esforço dessas companhias na redução das emissões de gases de efeito estufa incluindo a substituição de óleo combustível por uma matriz energética menos poluente e Criação de Programa de Redução de Emissões.

O Caulim apresentou decréscimo nos valores de movimentação e emissões de GEE, 9,8% e 6,5% respectivamente. A redução de emissões de GEE pode ser referente às práticas de sustentabilidade e de redução de emissões das empresas que extraem Caulim.

Por fim, pode-se inferir que as diferenças entre aumento de movimentação e diminuição de emissões ou vice-versa decorrem, em grande parte, de mudanças nos processos, abertura de novas frentes de lavra, obras com movimentação máquinas e caminhões pesados, entrada em operação de novas unidades ou encerramento de atividades em outras unidades. As informações públicas consultadas nem sempre eram claras quanto às obras e mudanças internas.

Já para as emissões do Escopo 2, praticamente em todos os bens minerais elas apresentaram decréscimo. A principal causa identificada nas informações públicas foi a alteração do fator de emissão para energia elétrica do SIN (Sistema Interligado Nacional), fornecido pelo MCTI. No ano de 2011 foi menor que 2008. Se comparados os valores, em termos de meses, somente em Novembro de 2011 o fator de emissão foi maior que o do mesmo mês em 2008, ou seja, o decréscimo das emissões de escopo 2 pode ser devido ao fato de que o valor do fator de emissão decresceu.

#7



7. Conclusões

A MINERAÇÃO REPRESENTOU, EM 2011, 25,3% das exportações brasileiras caracterizando o setor como um dos mais importantes para a economia.

A participação deste setor nas emissões totais do Brasil é pouco significativa, se for considerado o limite operacional restrito às atividades das frentes de lavra e beneficiamento físico dentro da mina – decapeamento, abertura de frente de lavra, extração, beneficiamento físico, transporte interno, recuperação de áreas abertas e encerramento de unidade de extração. Este limite operacional foi acordado com os agentes públicos representados no GEx, desde o Primeiro Inventário de 2008.

Para a elaboração deste trabalho partiu-se dos dados referentes às emissões das empresas selecionadas para os bens minerais escolhidos pelo IBRAM. Contudo, para se alcançar um melhor resultado, dois bens foram desconsiderados pois não continham informações necessárias para a consolidação.

Dentro desse limite estabelecido, as quantidades de GEE emitidas têm no uso de combustíveis fósseis em fontes móveis como a principal fonte. Dados do documento “Estimativas anuais de emissões de gases do efeito estufa no Brasil” do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação revelam que em 2010 o país gerou 1.246.477.000 t CO_{2e}, enquanto o setor mineral, no ano de 2011, gerou 11.290.267 t CO_{2e} (considerados os bens minerais inventariados neste estudo). Uma comparação entre os anos de 2008 e 2011 revela que houve um aumento de 10% nas emissões de um ano para outro, para os bens minerais considerados nos dois inventários.

As emissões referentes a Escopo 1 (emissões diretas) para o setor mineral representaram um total de 97% das emissões de GEE enquanto as de Escopo 2 (emissões indiretas – foi considerada a aquisição de energia elétrica que na maioria das empresas vinha do Sistema Integrado Nacional) representaram 3% do total. Ou seja, as emissões diretas são muito mais significativas que aquelas provenientes da aquisição de energia pelas empresas.

Um comparativo com o ano de 2008 revela que houve um aumento de 14% nas emissões diretas e uma diminuição de 46% nas emissões indiretas com relação ao ano de 2008.

O principal desafio encontrado para a conclusão deste trabalho residiu no fato de que certa quantidade de companhias, que a princípio fariam parte do estudo, quando solici-

tadas a prestar informações, não tinham os dados e informações requeridos. Igualmente difícil foi a análise das mudanças nos valores de emissões devido, também, ao envio de dados muito agregados nos inventários das companhias.

Os formulários de solicitação de dados e informações, assim como os de validação, continham campo para observações relacionadas a mudanças expressivas ao longo do ano de 2011, que pudessem impactar os valores calculados de emissões de GEE da mineradora. Lamentavelmente, as empresas fixaram as atenções em enviar os dados de emissões de GEE, mas pouco informaram sobre suas mudanças operacionais e de processos.

Outra dificuldade encontrada foi o detalhamento das informações das fontes e suas emissões. Grande parte das companhias preferiram registrar suas emissões de GEE de forma totalizada por meio do GHG Protocol. A aglutinação de dados e valores gerou dificuldades no tratamento dos dados das grandes empresas de referência, que por diferenças em seus processos têm fontes de emissão diferentes entre si, mesmo para o mesmo bem mineral. Isto comprometeu fortemente a análise comparativa entre as emissões por fonte e dos bens minerais entre 2008 e 2011.

Houve casos em que as empresas não podiam enviar as solicitações porque não as tinham. Algumas delas não fazem inventários, mesmo grandes. A ausência de dados de inventário de emissões de GEE entre pequenas e médias minerações é uma realidade a ser objeto de reflexão pelo setor. Merece um estudo dirigido a elas. É o caso da extração de Areia, Brita, Calcário, Gipsita e Rochas Ornamentais.

É fundamental a construção de inventários para esses segmentos, que nesse caso seriam tratados individualmente, além da elaboração de documentos de simples entendimento que seriam difundidos entre as empresas conscientizando-as da importância do estudo.

É desejável que o setor mineral aprimore seus conhecimentos relacionados às emissões nas suas diferentes cadeias e a padronização na elaboração de inventário do setor tendo em vista que os dados informados pelas companhias, muitas vezes, são heterogêneos e dificultam uma análise comparativa.

A tendência do governo é exigir inventários como instrumento de gestão de carbono.



[Expediente]

COORDENAÇÃO DA PUBLICAÇÃO

Rinaldo César Mancin
Diretor de Assuntos Ambientais – IBRAM

Cláudia Salles
Gerente de Assuntos Ambientais – IBRAM

CONSULTORIA TÉCNICA

Isaura Maria Rezende Lopes Frondizi
Sócia Diretora – Celta Capital Sustentável S.A.

Gustavo Dantés
Sócio Diretor – Celta Capital Sustentável S.A.

Alex Andrade de Lima
Engenheiro Químico – Celta Capital Sustentável S.A.

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

P2P Design e Profissionais do Texto

IMAGENS

Shutterstock



IBRAM
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil



SHIS QL.12, Conjunto 0 (ZERO), Casa 04
Brasília/DF - 71.630-205
Telefones: (61) 3364-7272
www.ibram.org.br

Rua General Garzón, 22 - sl. 202/203
Rio de Janeiro - Brasil - 22470-010
Tel.: +55 (21) 2259 3198
contato@celtasustentavel.com

CO₂e



IBRAM

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

Endereço:

SHIS QL 12 Conjunto 0 (zero) – Casa 4
CEP: 71.630-205 – Brasília/DF

Telefone: (61) 3364-7272

Email: ibram@ibram.org.br