



Ministério de Minas e Energia  
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

# PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2030

Geologia, Mineração e Transformação Mineral



# PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2030

Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Brasília, maio de 2011

**Presidente da República**

Dilma Vana Rousseff

**Secretário Adjunto da SGM**

Carlos Nogueira da Costa Junior

**Vice-Presidente da República**

Michel Miguel Elias Temer Lulia

**Diretor de Transformação e  
Tecnologia Mineral**

Fernando Antonio Freitas Lins

**Ministro de Minas e Energia**

Edison Lobão

**Diretor de Gestão das Políticas de Geologia,  
Mineração e Transformação Mineral**

Telton Elber Corrêa

**Secretário-Executivo**

Márcio Pereira Zimmermann

**Diretor de Geologia e Produção Mineral**

Thales de Queiroz Sampaio

**Chefe de Gabinete do Ministro**

José Antonio Corrêa Coimbra

**Diretor de Desenvolvimento  
Sustentável na Mineração**

Edson Farias Mello

**Secretário de Geologia, Mineração e  
Transformação Mineral**

Claudio Scliar

**Ex-diretores da SGM**

Noris Costa Diniz

Marco Antônio Fonseca

Maria José Gazzi Salum

Roberto Ventura Santos

**Secretário de Planejamento e  
Desenvolvimento Energético**

Altino Ventura Filho

**Secretário de Petróleo, Gás Natural e  
Combustíveis Renováveis**

Marco Antônio Martins Almeida

**Diretor-Presidente da Companhia  
de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM)**

Agamenon Sergio Lucas Dantas

**Secretário de Energia Elétrica**

Ildo Wilson Grüdtner

**Diretor-Geral do Departamento  
Nacional de Produção Mineral (DNPM)**

Miguel Antonio Cedraz Nery

---

**Ministério das Minas e Energia – MME**  
**Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - SGM**

Esplanada dos Ministérios Bloco U – 4º andar  
70065-900 – Brasília – DF  
Tel.: (55 61) 3319 5175 Fax : (55) (61) 3319 5949  
[www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)

---

**Catálogo na Fonte**

Brasil, Ministério de Minas e Energia

Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030)

Brasília: MME, 2010

178 p.1v.: il. Anexos

1. Setor Mineral\_Brasil. 2. Geologia\_Brasil. 3. Mineração\_Brasil. 4. Transformação Mineral\_Brasil.  
(2ª impressão, revisada)

## ELABORAÇÃO do Plano Nacional de Mineração – 2030

---

### **Grupo de Trabalho**

(Portaria MME nº 125, 17-março-2009)

### **Coordenador-Geral**

Claudio Scliar

### **Membros do GT**

Agamenon Sergio Lucas Dantas (CPRM)  
Carlos Nogueira da Costa Júnior (SGM)  
Edson Farias Mello (Maria José Gazzi Salum) (SGM)  
Fernando Antonio Freitas Lins (SGM)  
Jarbas R. de Aldano Matos (GM/MME)  
Miguel Antonio Cedraz Nery (DNPM)  
Telton Elber Corrêa (SGM)  
Thales de Q. Sampaio (Roberto V. Santos) (SGM)

### **Secretaria Executiva**

(Portaria SGM/MME nº 213, 7-julho-2009)

### **Coordenador-Executivo**

Fernando Antonio Freitas Lins

### **Membros da Secretaria Executiva**

Antonio Fernando da Silva Rodrigues (DNPM)  
Irineu Capeletti (CPRM)  
João César de Freitas Pinheiro (DNPM)  
José Guedes de Andrade (CPRM)  
Luiz de Gonzaga Oliveira e Silva (CPRM)  
Maria Amélia Rodrigues da Silva Enriquez (SGM)  
Mathias Heider (DNPM)  
Telton Elber Corrêa (SGM)  
Frederico Bedran Oliveira (SGM) (convidado)  
Iran Ferreira Machado - consultor (convidado)  
Wilson Rodrigues Pereira (SGM) (convidado)

### **Equipe de Consolidação e Redação**

Claudio Scliar (SGM)  
Fernando Antonio Freitas Lins (SGM)  
Frederico Bedran Oliveira (SGM)  
Iran Ferreira Machado (convidado)  
José Guedes de Andrade (CPRM)  
Luiz de Gonzaga Oliveira e Silva (CPRM)  
Maria Amélia Rodrigues da Silva Enriquez (SGM)  
Mathias Heider (DNPM)

### **Contribuição ao Texto**

Cassio Roberto da Silva (CPRM)  
David Siqueira Fonseca (DNPM)  
Daniel Alves Lima (SGM)  
Danilo Melo G. Alves da Silva (SGM)  
Dione Macêdo (SGM)  
Enir Sebastião Mendes (SGM)  
Francisco Lapido-Loureiro (CETEM)  
Frederico Claudio Peixinho (CPRM)  
Helder Naves Torres (SGM)  
Humberto José Albuquerque (CPRM)  
Inácio de Medeiros Delgado (CPRM)  
José Luiz Ubaldino de Lima (SGM)  
José Marcos Figueiredo de Oliveira (SGM)  
Kaiser Gonçalves de Souza (CPRM)  
Luiz Lobato Forgiarini (SGM)  
Maria da Glória da Silva (CPRM)  
Maria Laura Vereza de Azevedo (CPRM)  
Reinaldo Santana Correia de Brito (CPRM)  
Sandra Maria M. de Almeida Ângelo (SGM)  
Samir Nahass (SGM)  
Susie Marocolo da Silva (SGM)  
Wilson Rodrigues Pereira (SGM)

### **Apoio Técnico**

Enio Ribeiro Salles (SGM)  
Igor Vasconcelos Santana (SGM)  
Nilton Ferreira de Queiroz (SGM)  
Ranielle Noletto Paz (SGM)  
Raquel Vilela Corrêa (SGM)  
Verônica Freire Ferreira Lima e Silva (SGM)

### **Editoração Eletrônica e Capa**

Renato Rodrigues Bueno





## APRESENTAÇÃO

---

A publicação do Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030) representa mais uma etapa das atribuições do Ministério de Minas e Energia para formulação de políticas e planejamento dos setores energético e mineral.

De acordo com a Lei nº 10.683, de 2003, são de competência do Ministério:

- I. geologia, recursos minerais e energéticos;
- II. aproveitamento da energia hidráulica;
- III. mineração e metalurgia; e
- IV. petróleo, combustíveis e energia elétrica, inclusive nuclear.

Nesse sentido, o PNM-2030 apresenta as diretrizes gerais para as áreas de geologia, recursos minerais, mineração e transformação mineral, inclusive metalurgia. Uma característica inovadora que diferencia este Plano dos três anteriores, o último de 1994, é a inclusão da transformação mineral que é a primeira etapa de industrialização dos minérios.

A elaboração deste Plano é resultado de estudos coordenados pelo Ministério de Minas e Energia e de diversas reuniões e oficinas temáticas com uma abordagem integrada, reunindo informações, conhecimento e experiências, com mais de 400 participações. A esses colaboradores, registramos nosso mais profundo agradecimento.

O Ministério de Minas e Energia, por suas políticas setoriais de energia e mineração, supervisiona 10% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. O setor mineral contribui significativamente para a economia brasileira, participando de 4,2% no PIB e 20% do valor das exportações brasileiras, gerando um milhão de empregos diretos.

A visão expressa no presente Plano considera que, para um Brasil sustentável, o setor mineral tem muito a contribuir. Enfatiza que a realidade ao longo da caminhada dos próximos vinte anos estará sujeita a mudanças e que novos eventos poderão alterar trajetórias. Não obstante, o documento apresenta uma visão de futuro promissora para o setor mineral brasileiro e apresenta os objetivos estratégicos e as ações que devem materializar essa visão. Nessa construção três diretrizes formam os pilares do Plano: i) governança pública eficaz, ii) agregação de valor e adensamento do conhecimento por todas as etapas do setor mineral, e iii) sustentabilidade.

Os objetivos estratégicos definidos e as ações previstas neste Plano Nacional de Mineração 2030 devem ser entendidos como propostas para a implementação das políticas do Ministério e deverão ser devidamente monitorados.

Brasília, fevereiro de 2011.

**Edison Lobão**

Ministro de Estado de Minas e Energia



## ESTRUTURA DO RELATÓRIO

---

### APRESENTAÇÃO

### SUMÁRIO EXECUTIVO / EXECUTIVE SUMMARY

### INTRODUÇÃO

Objetivos, justificativa e metodologia de elaboração do PNM-2030.

### CAPÍTULO 1 – CONTEXTO DO SETOR MINERAL

Panorama da economia, geologia, mineração e transformação mineral. Análise-síntese dos principais bens e produtos de base mineral.

### CAPÍTULO 2 – DESAFIOS PARA A GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Temas transversais que afetam diretamente a sustentabilidade do setor mineral, tais como: mineração em áreas com restrições legais, mineração na Amazônia, mudanças climáticas, produção sustentável, reciclagem e fechamento de mina. Também questões que influenciam o desenvolvimento do setor, como minerais estratégicos, royalties, recursos humanos, P,D&I, micro e pequenos empreendimentos e infraestrutura.

### CAPÍTULO 3 – CENÁRIOS PROVÁVEIS E VISÃO DE FUTURO

Cenários prováveis de evolução do setor mineral, a partir da identificação das oportunidades e condicionantes do futuro. Apresenta a *visão de futuro* escolhida para 2030, com destaque para os anos 2015 e 2022.

### CAPÍTULO 4 – PREVISÃO DE DEMANDA, INVESTIMENTOS E RECURSOS HUMANOS

Previsões de demanda de produtos da mineração e da transformação mineral, metas e investimentos requeridos para a ampliação do conhecimento geológico no País, investimentos em pesquisa mineral para reposição de reservas minerais, investimentos em capacidade produtiva para atender às demandas interna e externa e demanda estimada de recursos humanos.

### CAPÍTULO 5 – OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E AÇÕES

Define e prioriza os objetivos estratégicos e as ações para o alcance da visão de futuro desejada.

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

### ANEXOS:

I – Glossário

II – Relação dos Autores dos Estudos Contratados e dos Revisores Indicados pela SGM/MME

III – Relação dos Participantes das Oficinas Temáticas

IV – Relação dos Participantes da Oficina Especial sobre Cenários





# SUMÁRIO

---

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>V</b>
<b>ESTRUTURA DO RELATÓRIO</b> .....	<b>VII</b>
<b>SUMÁRIO EXECUTIVO</b> .....	<b>XIII</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY</b> .....	<b>XVII</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>1 CONTEXTO DO SETOR MINERAL</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1 Economia Mundial e o Setor Mineral</b> .....	<b>5</b>
1.1.1 Economia Mineral Brasileira .....	8
<b>1.2 Geologia</b> .....	<b>15</b>
1.2.1 Geologia Básica .....	15
1.2.2 Aerogeofísica.....	17
1.2.3 Geoquímica .....	19
1.2.4 Geodiversidade .....	19
1.2.5 Recursos Hídricos.....	20
1.2.6 Geologia Marinha .....	21
<b>1.3 Mineração</b> .....	<b>23</b>
1.3.1 Pesquisa Mineral.....	23
1.3.2 Características da Mineração no Brasil .....	25
<b>1.4 Transformação Mineral</b> .....	<b>31</b>
<b>1.5 Análise dos Principais Bens e Produtos Minerais</b> .....	<b>35</b>
1.5.1 Metálicos.....	35
1.5.2 Metais Preciosos .....	42
1.5.3 Não-Metálicos.....	43
1.5.4 Energéticos.....	48
1.5.5 Gemas e Diamante.....	50
1.5.6 Água Mineral.....	51
<b>2 DESAFIOS PARA A GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL</b> .....	<b>53</b>
<b>2.1 Setor Mineral e Sustentabilidade</b> .....	<b>53</b>
2.1.1 Saúde e Segurança Ocupacional .....	53
2.1.2 Mineração em Áreas com Restrição Legal .....	54
2.1.3 Mineração na Amazônia .....	57
2.1.4 Produção Sustentável e Mudanças Climáticas .....	60
2.1.5 Produção Sustentável e Reciclagem.....	61
2.1.6 Fechamento de Mina .....	62

2.2	Minerais Estratégicos .....	63
2.3	<i>Royalties</i> e Tributação Mineral .....	65
2.4	Recursos Humanos .....	66
2.5	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I) .....	66
2.6	Micro e Pequenos Empreendimentos e APLs .....	68
2.7	Infraestrutura e Logística .....	69
<b>3</b>	<b>CENÁRIOS PROVÁVEIS E VISÃO DE FUTURO.....</b>	<b>71</b>
3.1	Descrição dos Cenários Prováveis.....	74
3.2	Visão de Futuro .....	76
<b>4</b>	<b>PREVISÃO DE DEMANDA, INVESTIMENTOS E RECURSOS HUMANOS .....</b>	<b>81</b>
4.1	<b>Demanda de Bens Minerais e Produtos de Base Mineral .....</b>	<b>81</b>
4.1.1	Demanda de Bens Minerais e Produtos Metálicos .....	82
4.1.2	Demanda de Bens Minerais e Produtos Não Metálicos.....	90
4.1.3	Demanda de Bens Minerais Energéticos.....	96
4.2	<b>Metas e Investimentos para Ampliação do Conhecimento Geológico .....</b>	<b>96</b>
4.2.1	Metas e Investimentos em Geologia e Recursos Minerais.....	96
4.2.2	Metas e Investimentos em Recursos Hídricos.....	102
4.2.3	Metas e Investimentos para PCJB e AREA.....	103
4.2.4	Metas e Investimentos em Geodiversidade.....	104
4.3	<b>Investimentos em Pesquisa Mineral.....</b>	<b>105</b>
4.3.1	Previsão dos Investimentos em Pesquisa Mineral .....	107
4.4	<b>Investimentos em Mineração e Transformação Mineral .....</b>	<b>108</b>
4.4.1	Previsão dos Investimentos em Mineração .....	109
4.4.2	Previsão dos Investimentos em Transformação Mineral .....	112
4.5	<b>Demanda por Recursos Humanos .....</b>	<b>114</b>
4.5.1	Mapeamento Geológico e Pesquisa Mineral .....	115
4.5.2	Mineração.....	116
4.5.3	Transformação Mineral .....	118
4.5.4	Panorama da Graduação de RH para o Setor Mineral .....	119
<b>5</b>	<b>OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E AÇÕES .....</b>	<b>121</b>
5.1	Assegurar a Governança Pública Eficaz do Setor Mineral .....	123
5.2	Garantir a Ampliação do Conhecimento Geológico do Território Nacional .....	124
5.3	Estabelecer Diretrizes para Minerais Estratégicos .....	125
5.4	Estabelecer Diretrizes para Mineração em Áreas com Restrições Legais .....	126

5.5 Ampliar os Programas de Formalização e Fortalecimento de MPes.....	126
5.6 Ampliar o Conteúdo de PD&I nas Atividades de Geologia, Mineração e Transformação Mineral.....	127
5.7 Estimular Programas de Formação e Qualificação de Recursos Humanos.....	128
5.8 Promover a Ampliação de Infraestrutura e Logística .....	128
5.9 Promover a Produção Sustentável do Setor Mineral .....	129
5.10 Estimular a Agregação de Valor na Cadeia Produtiva de Bens Minerais com Competitividade.....	130
5.11 Promover o Desenvolvimento Sustentável em Regiões de Base Mineradora.....	130
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA DE ÓRGÃOS E ENTIDADES.....</b>	<b>133</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>135</b>
<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>137</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>137</b>
<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	<b>139</b>
<b>ANEXO I: GLOSSÁRIO.....</b>	<b>143</b>
<b>ANEXO II: RELAÇÃO DOS AUTORES DOS ESTUDOS CONTRATADOS E DOS REVISORES INDICADOS PELA SGM/MME.....</b>	<b>148</b>
<b>Consultores do Projeto Estal/Banco Mundial (JMendo Consultoria) .....</b>	<b>148</b>
<b>Analistas/Revisores dos Relatórios Técnicos da Consultoria.....</b>	<b>151</b>
<b>ANEXO III: OFICINAS .....</b>	<b>153</b>
<b>Participantes das Oficinas .....</b>	<b>153</b>
<b>Anexo IV: CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS PARA O SETOR MINERAL ATÉ 2030.....</b>	<b>158</b>





## SUMÁRIO EXECUTIVO

---

O objetivo do Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030) é nortear as políticas de médio e longo prazos que possam contribuir para que o setor mineral seja um alicerce para o desenvolvimento sustentável do País nos próximos 20 anos. Em retrospectiva, no período de 1965 até 1994, o Ministério de Minas e Energia elaborou três planos para o setor mineral:

- I Plano Mestre Decenal para Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil – I PMD (1965 – 1974).
- II Plano Decenal de Mineração – II PDM (1981 – 1990).
- Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral – PPDSM (1994).

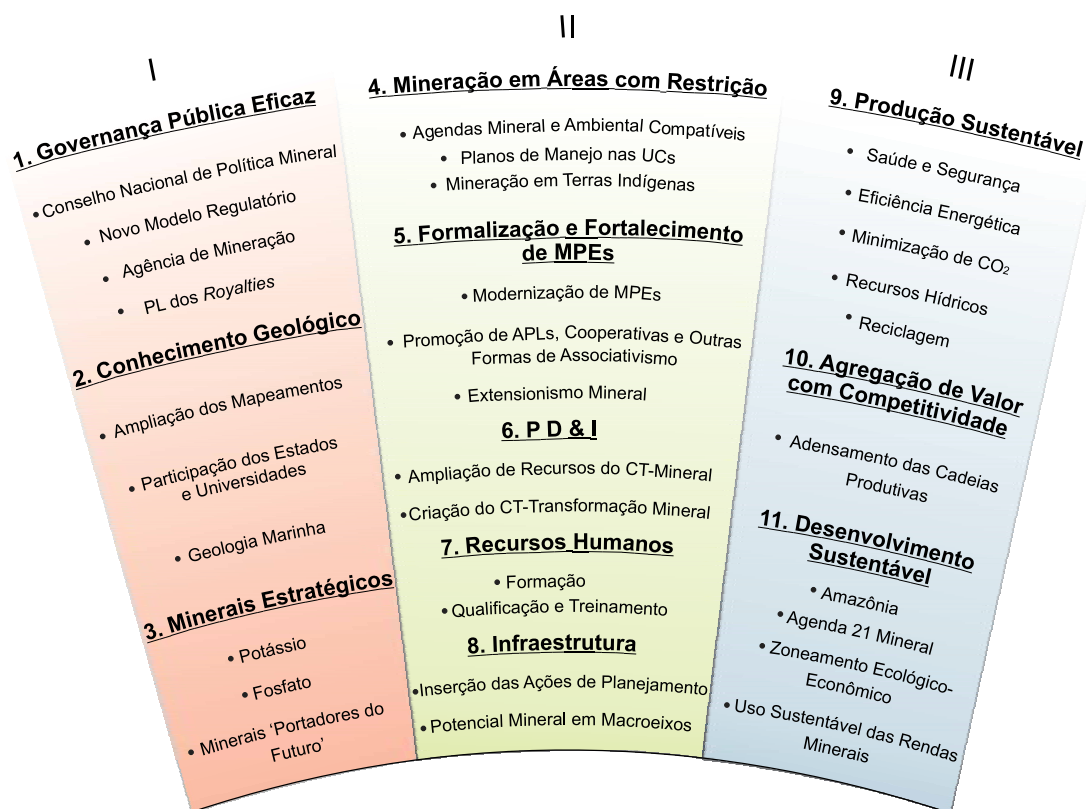
A elaboração do PNM - 2030 é resultado de processo participativo baseado em diversas reuniões e oficinas temáticas, com contribuição de mais de 400 pessoas e de estudos coordenados pelo Ministério.

O setor mineral – que compreende as etapas de geologia, mineração e transformação mineral – é a base para diversas cadeias produtivas. Participa com 4,2% do PIB e 20% do total das exportações brasileiras, gerando um milhão de empregos diretos, o equivalente a 8% dos empregos da indústria. O País destaca-se internacionalmente como produtor de nióbio, minério de ferro, bauxita, manganês e vários outros bens minerais.

No processo de elaboração de cenários e definição da visão de futuro até 2030, foi selecionada uma perspectiva integrada do setor mineral, que destaca a importância da agregação de valor e da melhor distribuição dos benefícios que as cadeias produtivas do setor possibilitam. Denominado “na Trilha da Sustentabilidade”, esse cenário prevê que a economia brasileira deverá crescer, em média, 5,1% ao ano e a economia mundial, 3,8%. Coerente com a visão de futuro, o Plano Nacional de Mineração - 2030 está fundamentado em três diretrizes:

- **governança pública eficaz** para promover o uso dos bens minerais extraídos no País, no interesse nacional;
- **agregação de valor e adensamento de conhecimento** em todas as etapas do setor mineral;
- **sustentabilidade** em todas as etapas da cadeia produtiva mineral.

Para contribuir na construção do cenário escolhido, foram propostos 11 objetivos estratégicos, agrupados em três conjuntos. O primeiro depende fortemente do MME e tem grande poder de induzir os demais objetivos; o segundo requer ampla articulação governamental com o setor privado e com a sociedade civil; e o terceiro exige articulação governamental com forte participação do setor privado e da sociedade civil e é, em boa parte, resultante dos objetivos anteriores.



Os objetivos estratégicos e as ações deste Plano mostram sua necessidade e relevância diante das previsões de produção, investimentos e geração de empregos durante o período de sua vigência.

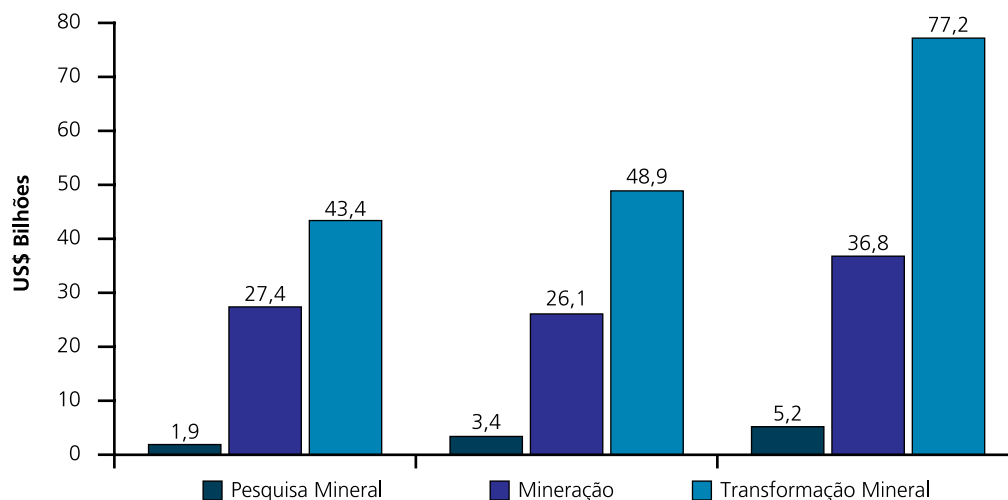
A produção para alguns minerais e produtos de base mineral, com base em 2008, para atender o consumo interno e as exportações, deverá crescer de três a cinco vezes.

### Previsão de produção de alguns minerais e produtos de base mineral selecionados

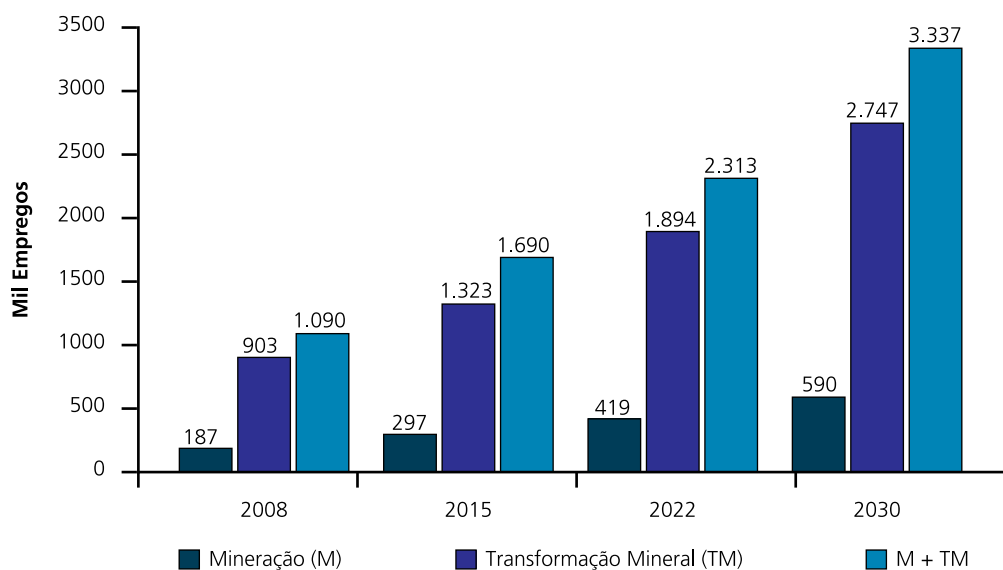
Produto		Un.	2008	2015	2022	2030
Bem Mineral	Minério de ferro	Mt	351	585	795	1.098
	Ouro	t	55	120	180	200
	Cobre (contido)	kt	216	500	700	1.000
	Agregados	Mt	496	727	1.063	1.524
	Rochas ornamentais	Mt	7,80	11,1	15,8	22,4
	Bauxita	Mt	26,8	42,3	56,7	79,3
Metalurgia	Alumina	Mt	7,82	13,5	18,2	25,7
	Alumínio	Mt	1,66	2,04	2,51	3,18
	Níquel	kt	25,8	33,6	80,0	132
	Aço bruto	Mt	33,7	56,0	77,9	116
	Ferro-ligas*	kt	984	1.613	2.177	3.079
Não-Metálicos	Cimento	Mt	52,0	76,0	111	159
	Cerâmica vermelha	bilhão peças	70	103	150	215
	Cerâmica de revestimento	Mm <sup>2</sup>	713	1.009	1.458	2.077

Projeção: Secretaria Executiva do PNM-2030. (\*) Inclui as ligas de FeNi.

Os investimentos previstos em pesquisa mineral, mineração e transformação mineral (metalurgia e não-metálicos), quase todos originários da iniciativa privada, totalizarão US\$ 270 bilhões até 2030, além de mais 30% sobre este valor em infraestrutura e logística, alcançando US\$ 350 bilhões.



Em decorrência do aumento da produção, o número de empregos também crescerá, multiplicando-se por três vezes nas próximas duas décadas. Cabe notar que a transformação mineral é a que gera o maior quantitativo de empregos. Isso reforça a necessidade de políticas integradas para as cadeias produtivas do setor mineral, visando à valorização dos bens minerais extraídos no País.



Para viabilizar esses avanços, todos objetivos e ações previstos no Plano Nacional de Mineração – 2030 são da maior importância. No entanto dois se destacam:

- **governança pública**, para a consolidação do novo marco regulatório do setor mineral, com a criação do Conselho Nacional de Política Mineral, mudanças no modelo de outorga e a criação da Agência Nacional de Mineração, além de revisão da política para a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (os *royalties* da mineração).



- ampliação do conhecimento geológico**, com metas e escalas diferentes, 100% do território nacional estará mapeado, sendo o território não-amazônico na escala 1:100.000, o território amazônico, 1:250.000 e a Plataforma Continental Jurídica Brasileira (PCJB), 1:1.000.000. Os investimentos apresentados contemplam também as atividades relacionadas à geofísica, geoquímica, geodiversidade e recursos hídricos.

### Metas para a cartografia geológica até 2030 (%) e investimentos

Escala	1:1.000.000				1:250.000				1:100.000			
	Ano	10	15	22	30	10	15	22	30	10	15	22
BRASIL emerso	100	100	100	100	56	68	82	91	18	22	31	47
Território não-Amazônico <sup>1</sup>	100	100	100	100	64	72	78	78	40	50	65	100
Território Amazônico <sup>2</sup>	100	100	100	100	50	66	84	100	1	3	7	10
PCJB <sup>3</sup>	10	48	60	100	3	10	25	40	1	8	15	25
<b>Período</b>	<b>2011-2015</b>				<b>2016-2022</b>				<b>2023-2030</b>			
<b>Investimentos</b>	<b>R\$ 590 milhões</b>				<b>R\$ 705 milhões</b>				<b>R\$ 815 milhões</b>			

Notas: <sup>1</sup> Território não-Amazônico compreende área de 3,5 milhões de km<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Território Amazônico corresponde à Amazônia Legal, com área de 5,0 milhões de km<sup>2</sup>.

<sup>3</sup> A PCJB compreende a área de 4,5 milhões de km<sup>2</sup> que se projeta no Oceano Atlântico.

Os bens minerais formam a base do padrão de consumo e da qualidade de vida da sociedade moderna. O País é um importante produtor mundial de minérios, mas seu consumo per capita encontra-se entre 15% e 30% dos países que já lograram atingir níveis mais elevados de desenvolvimento. Essa assimetria se reproduz internamente, com o baixo consumo das regiões Norte e Nordeste, em relação às demais regiões.

Na vigência deste Plano, o consumo *per capita* de produtos de base mineral deverá igualar ou superar o consumo médio mundial, até 2015, e triplicar até 2030, atingindo um patamar próximo ao de países desenvolvidos, com o Brasil alcançando um PIB *per capita* superior a US\$ 20 mil, associado a uma melhor distribuição de renda.

### Consumo per capita de materiais selecionados e previsão para o Brasil até 2030

Material	Europa	EUA	China	Índia	Mundo	Brasil			
	2008					2008	2008	2015	2022
Agregados (t)	6,0-10	9,0	n.d.	n.d.	3,5	2,5	3,6	5,1	7,0
Cimento (kg)	400-1.200	425	900	136	393	270	372	521	726
Aço (kg)	400-700	396	330	52	202	126	198	278	401
Cobre (kg)	8,0-20	7,0	3,0	0,2	2,7	2,1	2,7	3,7	5,4
Alumínio (kg)	20-30	30	7,8	1,1	5,7	4,9	6,5	8,9	12,8

Nota: não foi considerado, para o Brasil, o consumo de metais oriundos de reciclagem; o que aumenta o consumo *per capita* entre 10 e 20%.

O Plano Nacional de Mineração – 2030 servirá como referência para o planejamento do setor mineral nos próximos 20 anos, integrado às políticas ambientais e industriais, com o objetivo comum de promover o desenvolvimento sustentável do Brasil.

## EXECUTIVE SUMMARY

---

The 2030 National Mining Plan (PNM-2030) was conceived as a framework plan to strengthen the sustainable development of the Brazilian mineral industry for the next 20 years.

The Ministry of Mining and Energy (MME) developed three plans from 1965 to 1994:

- First Ten-Year Master Plan for the Evaluation of Mineral Resources in Brazil – I PMD (1965-1974).
- Second Ten-Year Mining Plan – II PDM (1981-1990).
- Multi-Year Plan for the Development of the Mineral Industry (PPDSM) (1994).

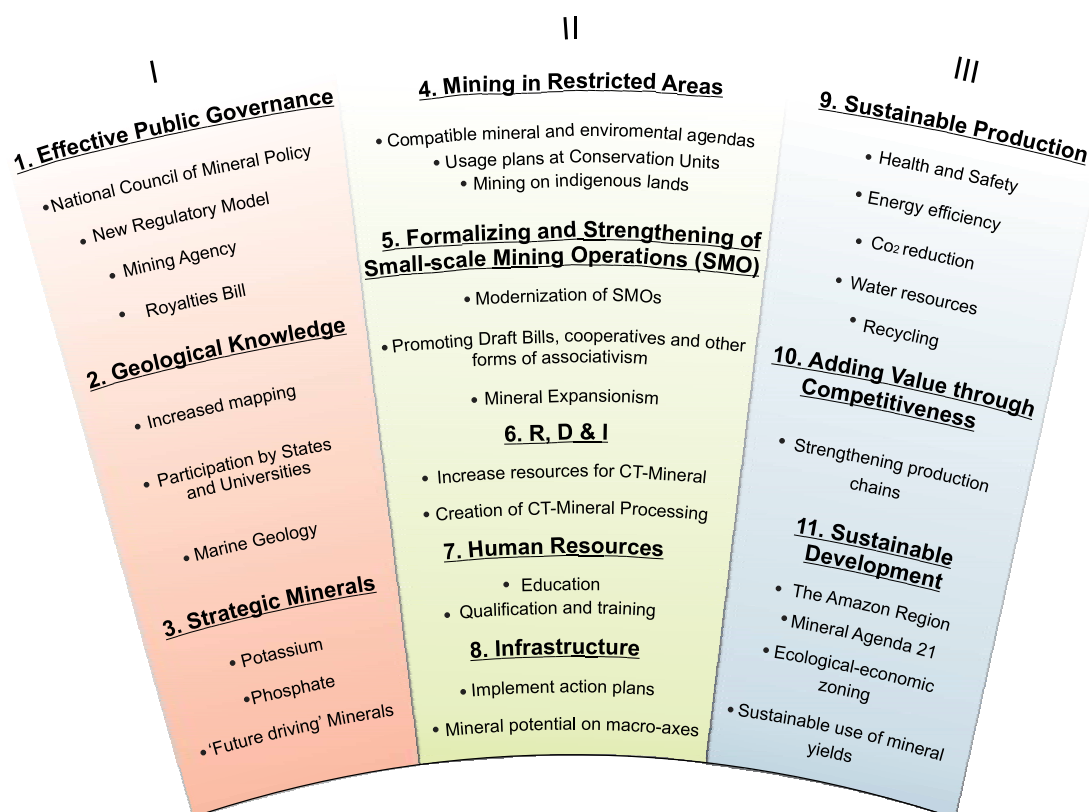
The PNM-2030 is the result of a collaborative effort of more than 400 people, based on several meetings and thematic workshops as well as coordinating studies carried out by the MME.

The mineral sector, encompassing the geological, mining and mineral transformation stages, is the basis for several productive chains. It represents 4.2% of the Gross Domestic Product (GDP) and 20% of total Brazilian exports, and generates a million direct jobs, which corresponds to 8% of all jobs in the Brazilian industry. Brazil is well known globally for producing niobium, iron ore, bauxite, manganese and many other mineral assets. In addition, it is expected that in the near future Brazil will be an important player for metals like copper and nickel.

While formulating scenarios and defining the strategic vision leading up to 2030, an integrated outlook of the mineral industry was chosen, highlighting the importance of adding value and improving the distribution of benefits in all stages of the mineral productive chains. Designated “On the Path to Sustainability”, this scenario anticipates that the Brazilian economy should grow 5.1% per year, while the global economy is expected to grow 3.8% annually. Consistent in its vision of the future, the PNM-2030 is founded on three guidelines:

- **effective public governance** that promotes the use of nationally extracted mineral assets for national interests;
- **added value and consolidated knowledge** in all stages of the mineral industry;
- **sustainability** in all stages of the mineral productive chain.

In order to help the building-up of the chosen scenario, 11 strategic objectives were proposed and classified into three groups. The first one is highly dependent on the MME strategies and holds great influence over the other objectives; the second one requires great governmental articulation with the private sector and civil society; the third one demands governmental coordination with substantial participation from the private sector and civil society and is, on the whole, a result of the previous objectives.



The strategic objectives and actions proposed by the PNM-2030 demonstrate its necessity and relevance especially when confronted with production, investment and job creation forecasts for the duration of the Plan’s timeframe.

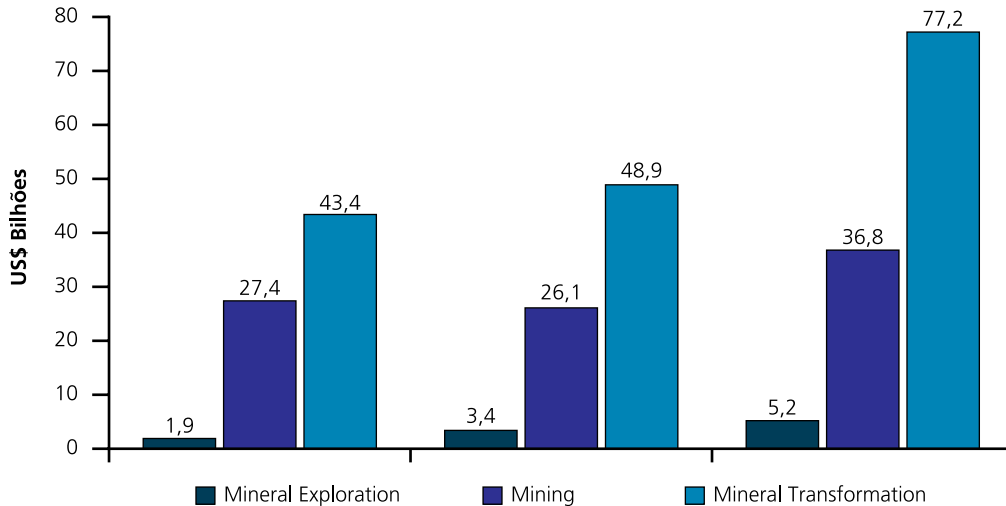
The production of several minerals and mineral-based products for the domestic market as well as for exports is expected to increase between three to five fold, when compared to 2008.

**Production forecast for several selected minerals and mineral-based products.**

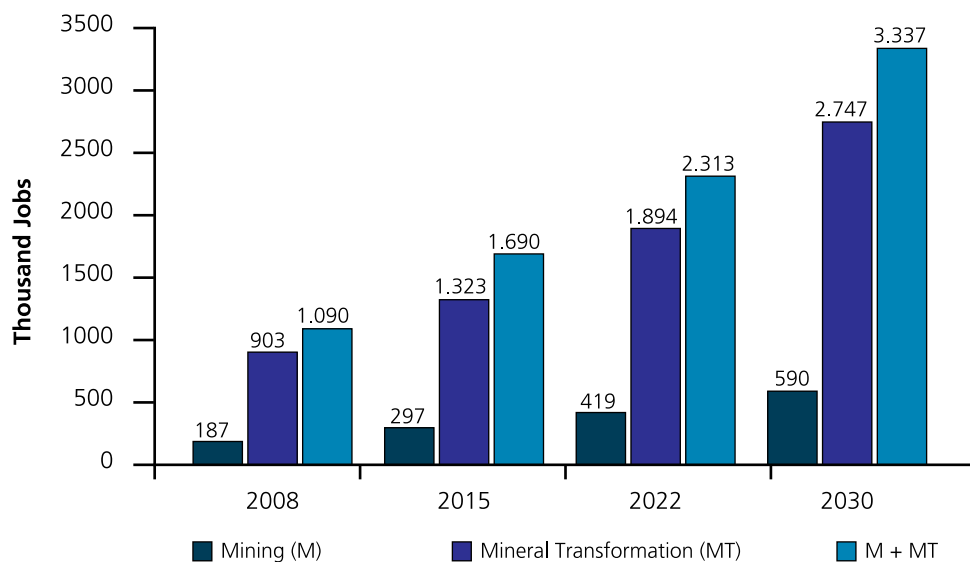
	Product	Un.	2008	2015	2022	2030
Mineral Asset	Iron ore	Mt	351	585	795	1.098
	Gold	t	55	120	180	200
	Copper (contained)	kt	216	500	700	1.000
	Aggregates	Mt	496	727	1.063	1.524
	Dimension stones	Mt	7,80	11,1	15,8	22,4
	Bauxite	Mt	26,8	42,3	56,7	79,3
Metallurgy	Alumina	Mt	7,82	13,5	18,2	25,7
	Aluminum	Mt	1,66	2,04	2,51	3,18
	Nickel	kt	25,8	33,6	80,0	132
	Crude steel	Mt	33,7	56,0	77,9	116
	Iron alloys*	kt	984	1.613	2.177	3.079
Nonmetallic	Cement	Mt	52,0	76,0	111	159
	Red ceramics	billions of pieces	70	103	150	215
	Ceramic tiles	Mm <sup>2</sup>	713	1.009	1.458	2.077

Projection: Executive Secretary of the PNM-2030. (\*) Includes FeNi alloys.

Investments in mineral exploration, mining and mineral transformation (metallurgy and nonmetallics), almost all of which coming from private sector, are expected to total US\$ 270 billion by 2030, with an additional 30% of this amount for infrastructure and logistics, achieving US\$ 350 billion.



As a result of increased production, the number of jobs will also rise by a factor of three over the coming two decades. It is important to point out that mineral transformation creates quantitatively more jobs. This reinforces the need of integrated policies for productive chains in the mining industry, in order to increase the importance of mineral assets extracted nationally.



All PNM-2030 objectives and actions are of the highest importance. However, two stand out:

- **public governance:** in order to consolidate the new mineral regulatory framework, with the creation of the National Mineral Policy Council; promote changes in the authorization and concession system create the National Mining Agency; in addition to revising the policy for Financial Compensation for the Exploration of Mineral Resources, the Brazilian mineral royalties;

- broadening the geological knowledge:** with different goals and scales, 100% of the country will be mapped, with the non-Amazon region in a 1:100,000 scale, the Amazon region in a 1:250,000 scale and the Legal Brazilian Continental Shelf (PCJB) in a 1:1,000,000 scale. The investments presented also include activities related to geophysics, geochemistry, geodiversity and water resources.

### Goals for geological mapping by 2030 (%) and investment

Scale	1:1.000.000				1:250.000				1:100.000			
	10	15	22	30	10	15	22	30	10	15	22	30
BRASIL emerged	100	100	100	100	56	68	82	91	18	22	31	47
Non-Amazon territory <sup>1</sup>	100	100	100	100	64	72	78	78	40	50	65	100
Amazon territory <sup>2</sup>	100	100	100	100	50	66	84	100	1	3	7	10
Brazilian Continental Shelf <sup>3</sup>	10	48	60	100	3	10	25	40	1	8	15	25
<b>Period</b>	<b>2011-2015</b>				<b>2016-2022</b>				<b>2023-2030</b>			
<b>Investments</b>	<b>R\$ 590 million</b>				<b>R\$ 705 million</b>				<b>R\$ 815 million</b>			

Notes: <sup>1</sup> The non-Amazon territory covers an area of 3.5 million km<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> The Amazon territory corresponds to the Legal Amazon, covering an area of 5 million km<sup>2</sup>

<sup>3</sup> The Brazilian Continental Shelf covers an area of 4.5 million km<sup>2</sup> extending into the Atlantic Ocean.

Mineral assets constitute the foundation of the standard of consumption and life quality in today's modern society. Brazil is a major global ore producer, but its *per capita* consumption places it within 15% to 30% of those countries that have already attained higher levels of development. This asymmetry is internally reproduced in the North and Northeast of the country where consumption is much lower in comparison to the rest of the country.

During the timeframe of the PNM-2030, the *per capita* consumption of mineral-based products should equal or exceed average global consumption by 2015. In 2030, it is expected to go up over three times, reaching a level similar to those found in developed countries. Brazil is also expected to have a *per capita* GDP exceeding US\$ 20 thousand by that time, associated to the improvement in income distribution.

### Per capita consumption of selected materials and forecast for Brazil by 2030

Material	Europe	EUA	China	India	Global	Brazil			
	2008					2008	2008	2015	2022
Aggregates (t)	6,0-10	9,0	n.d.	n.d.	3,5	2,5	3,6	5,1	7,0
Cement (kg)	400-1.200	425	900	136	393	270	372	521	726
Steel (kg)	400-700	396	330	52	202	126	198	278	401
Copper (kg)	8,0-20	7,0	3,0	0,2	2,7	2,1	2,7	3,7	5,4
Aluminum (kg)	20-30	30	7,8	1,1	5,7	4,9	6,5	8,9	12,8

Note: metals derived from recycled materials are not taken into consideration for Brazil, which would actually increase *per capita* consumption by 10% to 20%.

Summarizing, the 2030 National Mining Plan aims to be a reference tool for planning in the mineral industry for the next 20 years, in an integrated manner with environmental and industrial policies. In short, its common goal is to promote sustainable development in Brazil.

O objetivo central do Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030) é orientar a formulação de políticas de médio e longo prazos que possam contribuir para que o setor mineral seja um alicerce para o desenvolvimento sustentável. Nessa construção, três diretrizes formam os pilares do Plano:

- **governança pública eficaz** para promover e ampliar o uso dos bens minerais extraídos no País no interesse nacional e criar as condições para atração de investimentos produtivos;
- **agregação de valor e adensamento de conhecimento** por todas as etapas do setor mineral, desde a geologia, pela contribuição à descoberta de jazidas e ao ordenamento territorial, até a mineração e a transformação mineral, pelo estímulo à expansão de cadeias produtivas minerais no País, convergindo na multiplicação de renda, emprego e P, D & I; e
- **sustentabilidade** como premissa, pelo incentivo a uma atividade mineral que propicie ganho líquido à geração presente, pela criação de novas oportunidades, e por um legado positivo às gerações futuras, pela manutenção da qualidade ambiental do território tanto durante a extração quanto no pós-fechamento das minas, inclusive propiciando a diversificação produtiva que as rendas mineiras possibilitam.

Para a construção do Plano é fundamental entender muito bem o momento presente, pois o que está ocorrendo na atualidade pavimenta o caminho rumo ao futuro, mas sem esquecer que o presente resulta de decisões tomadas no passado.

No período compreendido entre 1965 até 1994, o Ministério de Minas e Energia elaborou três planos para o setor mineral:<sup>1</sup>

- I. Plano Mestre Decenal para Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil – I PMD (1965 – 1974).
- II. Plano Decenal de Mineração – II PDM (1981 – 1990).
- III. Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral – PPDSM (1994). Em 2000 as projeções estatísticas do PPDSM foram atualizadas.

O I Plano Mestre Decenal para Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil (I PMD) apresentava três objetivos: i) Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo; ii) projetos básicos de mapeamento geológico e iii) projetos específicos de pesquisa mineral. No Plano estavam assegurados os recursos necessários para a realização desses objetivos. Embora não integrasse diretamente o I PMD, o planejamento da transformação mineral dos minérios metálicos mais relevantes da primeira etapa da industrialização foi contemplado, em 1968, com a criação do Conselho Nacional de Siderurgia e Não-Ferrosos (CONSIDER).

---

1. Para consulta aos planos anteriores, bem como dos documentos recuperados que serviram de base a esses planos, acesse: [http://www.mme.gov.br/sgm/menu/plano\\_de\\_mineracao\\_2030/plano\\_nacional\\_2030.html](http://www.mme.gov.br/sgm/menu/plano_de_mineracao_2030/plano_nacional_2030.html).

O II Plano Decenal de Mineração (II PDM) objetivou realizar uma avaliação do IPMD e indicar diretrizes para a política mineral nos 10 anos seguintes. Os parâmetros considerados foram: i) identificação das potencialidades do subsolo brasileiro; ii) análise da dependência nacional do subsolo alheio para suprimento das necessidades do País; iii) suprimento de matérias-primas minerais para a economia do País; e iv) desenvolvimento coordenado do setor mineral. Distintamente do I PDM, as diretrizes preconizadas pelo II PDM não contaram com o mesmo respaldo político para sua implementação, uma vez que o momento da política nacional e a conjuntura econômica não se mostravam favoráveis.

O Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral (PPDSM) apresentou os seguintes objetivos: i) dimensionar adequadamente a Administração Federal para o setor; ii) alcançar um marco legal simplificado e estável; iii) promover o desenvolvimento da indústria mineral, visando à produtividade, competitividade internacional, integração ao processo de desenvolvimento regional e redução dos efeitos adversos sobre o meio ambiente; e iv) ampliar o conhecimento do subsolo brasileiro. Em 2000, a Secretaria de Minas e Metalurgia (SMM) do MME atualizou as bases estatísticas e as projeções dos estudos econométricos do PPDSM, correspondentes aos investimentos necessários para a expansão das reservas e da capacidade produtiva da mineração para atender ao consumo interno e às exportações, bem como à demanda de recursos humanos, projetados até 2010.

Esses três Planos, em maior ou menor grau, tinham em comum o objetivo de ampliar e garantir investimentos públicos e incentivar os investimentos privados para o setor mineral. É notória a marcante diferenciação na ênfase dada à soberania nacional e ao entendimento do papel do Estado entre os dois primeiros planos, especialmente o primeiro, e os documentos produzidos a partir de 1990, já sob a influência de uma economia mundial crescentemente globalizada e dos postulados então vigentes de um Estado mínimo, com reduzido controle estatal sobre as atividades econômicas.

É importante ressaltar que a realidade presente no processo de elaboração do atual Plano também está sujeita a mudanças, pois novos eventos são capazes de alterar trajetórias e outros atores podem entrar, ou sair, de cena. Um exemplo disso é que nos Planos anteriores não há referência ao papel decisivo que a China, em particular, e os países que formam os BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China), em geral, passaram a desempenhar na atual dinâmica do setor mineral brasileiro e mundial. Nesse sentido, delinear o contexto contemporâneo é fundamental para a identificação dos elementos críticos essenciais para a construção do País a que a sociedade aspira.

Alcançar o estágio de um Brasil sustentável exige que o setor mineral se alinhe às diretrizes nacionais de longo prazo, entre as quais: i) elevação do nível de emprego e renda; ii) diminuição da dependência do comércio exterior em relação às flutuações dos preços internacionais dos bens primários; e iii) manutenção de taxas de crescimento do PIB crescentes e mais estáveis.

Assim, o Plano traz um cenário com a visão do futuro desejável para o setor mineral brasileiro (Capítulo 3) para os próximos 20 anos e apresenta onze objetivos estratégicos que emergem dessa visão. Além disso, o Plano propõe as ações necessárias para que esses objetivos sejam alcançados. Ressalta-se que estes objetivos e ações poderão estar sujeitos a reformulações ao longo do período do



Plano, de acordo com as mudanças nas aspirações da sociedade brasileira, no ambiente econômico interno e externo e nas expectativas do setor mineral.

No curto prazo, o PNM- 2030 apresenta as diretrizes para o próximo Plano Plurianual (PPA), que vigorará de 2012 a 2015. Deverá também contribuir, no médio e longo prazo, para o debate e a formulação dos PPAs seguintes, no que tange ao setor mineral brasileiro.

### Metodologia de Elaboração do Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030)

A metodologia para a elaboração do Plano 2030 envolveu várias etapas de um processo rico em aprendizagem, tanto em termos de acesso a diagnósticos produzidos por estudos contratados ou elaborados pelo MME, como pelo conteúdo dos debates e da troca de experiências durante a realização das oficinas temáticas e de cenários. Esse processo foi complementado com as contribuições recolhidas durante a consulta pública de 10 de novembro a 09 de dezembro de 2010. O processo de construção do PNM-2030 pode ser sintetizado em seis etapas:

1. **Estudos técnicos** – por consultoria especializada a partir de concorrência internacional, promovida pelo Projeto de Assistência Técnica (Projeto Estal) do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), mais conhecido como Banco Mundial. Os *Estudos para Elaboração do Plano 2010 – 2030 de Geologia, Mineração e Transformação Mineral* foram contratados e executados em 2009. Os 84 relatórios técnicos constituem uma radiografia da indústria mineral brasileira, contemplando as áreas de economia mineral, geologia, mineração e transformação mineral. Tais estudos incluem projeções de demanda e investimentos para um conjunto de 58 minerais e produtos da transformação mineral bem como indicadores de produtividade, de consumo de água e energia, de emissão de CO<sub>2</sub>, de geração de resíduos e de tratamento de efluentes. Abrangem, ainda, estudos específicos sobre a América do Sul e o Nordeste, bem como sobre P,D&I, reciclagem de metais e fluxo de materiais, entre outros. Esses estudos técnicos revelaram o “estado da arte” dos temas tratados e estão disponíveis no endereço eletrônico da SGM/MME. No Anexo II estão relacionados os estudos realizados, seus autores e revisores.
2. **Oficinas temáticas** – com a presença de representantes dos diversos segmentos sociais e econômicos da indústria mineral brasileira. As oficinas contaram com 400 participações (Anexo III), incluindo representantes de entidades e empresários do setor mineral, trabalhadores, gestores públicos de estados e municípios mineradores, profissionais da área técnico-científica, professores universitários e participantes de ONGs. O relato dessas oficinas está disponível no endereço eletrônico da SGM. Durante o período de elaboração do Plano, houve possibilidade de recebimento de comentários e sugestões.
3. **Oficina especial sobre cenários** – para prospecção dos próximos 20 anos e identificação das variáveis “portadoras de futuro”, ou condicionantes responsáveis pela configuração do setor mineral e as “incertezas críticas” para a construção dos cenários prováveis ou alternativos. A importância de cenarizar está na possibilidade de pensar o futuro de forma estratégica. A antecipação das tendências e o confronto das várias possibilidades de futuro permitem a realização de escolhas, necessárias para efetivar ações, principalmente quando se pretende mudar a trajetória rumo a uma visão de futuro mais positiva. No Anexo IV estão relacionados os participantes desta oficina.
4. **Análise dos resultados das políticas implementadas pelo MME ou que contaram com a sua participação** – destacam-se a seguir os principais estudos, projetos e planos que contribuíram para o desenvolvimento da política mineral nos últimos anos, e que servem de fundamento para o presente Plano:



- Planos Plurianuais (PPA) – 2004/2007 e 2008/2011: incluem três programas vinculados à SGM, ao DNPM e à CPRM. A discussão desses programas, ações e projetos permitiu a articulação das políticas setoriais.
  - Projeto Piloto de Investimentos (PPI) – 2005/2007: alguns projetos sob a responsabilidade da CPRM foram incluídos na consolidação da política de infraestrutura do País.
  - Programa de Aceleração do Crescimento 1 - PAC 1 (2008 – 2010): o entendimento de que o conhecimento geológico do território nacional é fundamental para a infraestrutura do País, já considerado no PPI, se consolidou a partir de 2008, quando parcela significativa das ações de levantamento aerogeofísico, mapeamento geológico, hidrogeológico e geoquímico da CPRM foi inserida no PAC.
  - Programa de Aceleração do Crescimento 2 - PAC 2 (2011 – 2014): contempla as ações da CPRM nas atividades de levantamentos geológicos, laboratórios de análises minerais, gestão da informação geológica, levantamentos aerogeofísicos, levantamentos hidrogeológicos, levantamentos geoquímicos e levantamento da geodiversidade.
  - Plano Amazônia Sustentável (2005 – 2008): a SGM/MME participou ativamente das discussões sobre as políticas e ações do Plano no âmbito do Ministério do Meio Ambiente e da Secretaria de Assuntos Estratégicos.
  - Novo Modelo Institucional e Regulatório da Mineração Brasileira: estudos realizados por consultorias e realização de seminários para elaboração do Projeto de Lei (PL) que prevê a criação do Conselho Nacional de Política Mineral e a outorga dos bens minerais e do PL que propõe a criação da Agência Nacional de Mineração. O PL relativo à Compensação Financeira pela Exploração Mineral encontra-se em estudo no MME.
  - Planos Nacionais de Energia: Plano Nacional de Energia 2030 (MME - EPE, 2007) e Plano Decenal de Expansão de Energia 2019 (MME - EPE, 2010).
  - Plano Brasil 2022: coordenado pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, a SGM/MME participou com a proposição de metas e ações para o setor mineral até o ano de 2022.
  - Política de Desenvolvimento Produtivo: criada em 2008, na qual a SGM/MME coordena o Comitê de Mineração, que é um dos 32 comitês que constituem a política industrial brasileira.
5. **Consulta pública deste documento-base** – no período de 10/11 a 09/12/2010, os interessados puderam apresentar críticas e sugestões que muito contribuíram para o aprimoramento deste Plano.
6. **Lançamento do Plano Nacional de Mineração - 2030 e sua publicação por Portaria do MME.**

Todas essas informações e experiências se somam ao esforço coletivo, coordenado pela Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia, para produzir um plano nacional para o setor mineral que contribua com o desenvolvimento sustentável do Brasil, em suas dimensões econômica, social e ambiental.

# 1 CONTEXTO DO SETOR MINERAL

## 1.1 ECONOMIA MUNDIAL E O SETOR MINERAL

Neste início do século XXI, o Brasil passa por profundas mudanças estruturais que permitem galgar patamares mais avançados em seu processo de desenvolvimento. A manutenção da estabilidade monetária e a ampliação das reservas internacionais, juntamente com o aumento do emprego formal, dos salários, do nível de renda e, conseqüentemente, a redução da pobreza, além dos investimentos em infra-estrutura, têm gerado um ciclo virtuoso que possibilita pensar um futuro promissor para o País (Tabela 1.1).

TABELA 1.1

**Brasil – indicadores econômicos e sociais em anos selecionados**  
1970 – 2009

Indicador	1970	1980	1990	2000	2005	2009
Inflação (%) [IPC-FIPE]	n.d.	84,8	1.639	4,4	4,5	3,7
Reservas Internacionais (US\$ <sub>2009</sub> Bi)	1,2	7	10	33	54	240
IDH	n.d.	0,684	0,720	0,785	0,794	0,813 <sup>2007</sup>
Índice de Gini (desigualdade de renda)	n.d.	0,589	0,614	0,595	0,569	0,543
Salário Mínimo (R\$ maio/2010)	383	439	201	297	371	481
Percentual de Pobres (%)*	68	41	42	33	31	23
PIB per capita (R\$ <sub>2009</sub> )	7.430	13.350	12.620	13.810	14.800	16.410
PIB per capita (US\$ <sub>2009</sub> )	3.726	6.688	6.324	6.920	7.770	8.219
População (milhões)	93,1	118,6	146,6	171,3	183,4	191,5

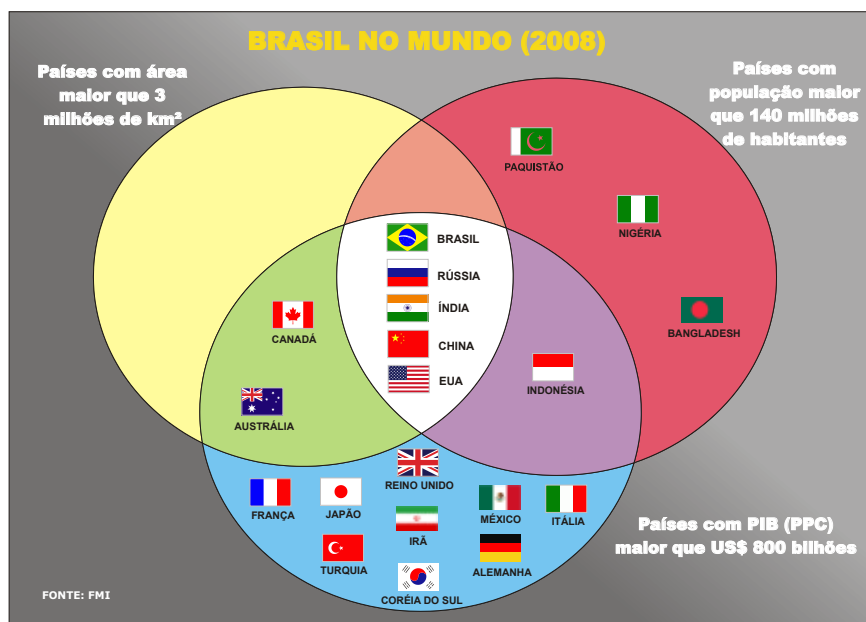
Fontes: Sinopse SGM-DNPM, BEN-EPE/MME, Banco Central, IPEADData.

Nota\* Definido como o percentual de pessoas com renda domiciliar mensal *per capita* inferior à linha da pobreza, de acordo com série divulgada pelo IBGE,2009. (IPEADData).

Outro fator relevante nesse processo é a evolução demográfica que deverá configurar a dimensão futura do mercado de bens de consumo, em geral, e de produtos de base mineral, em particular. Segundo o IBGE (2008), a população do País, com taxas menores de crescimento populacional, alcançará um total de 216 milhões de habitantes, em 2030, e o ápice populacional de 219 milhões, por volta de 2040. Essa tendência para as próximas décadas, que também sinaliza para o processo de amadurecimento etário do povo brasileiro, é precedida pelo que os especialistas denominam de “bônus demográfico”, que ocorre quando o País apresenta a maior percentagem de população na faixa etária economicamente ativa. Isso se traduz em uma oportunidade ímpar para conduzir o Brasil rumo a um desenvolvimento realmente sustentável.

O Brasil apresenta uma situação privilegiada perante outros países, desde que se considere a população, a extensão territorial e o Produto Interno Bruto. Verifica-se que a interseção dos três conjuntos (Figura 1.1) separa o Brasil, a Rússia, a Índia, a China e os EUA dos demais países. Levando-se em conta a abundância de seus recursos naturais, o Brasil apresenta as condições de se projetar como importante protagonista do cenário geopolítico nas décadas vindouras.

FIGURA 1.1  
**Brasil versus mundo – extensão territorial, população e PIB**



Fonte: FMI.  
 Elaboração: SGM/MME.  
 Nota: PPC – paridade de poder de compra.

Essa visão favorável é compartilhada por organismos e instituições internacionais, como o Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional (FMI). Em seus cenários para 2030 e 2050, a *World Business Council for Sustainable Development* considera que o Brasil deverá alcançar a 7ª e 4ª posição, respectivamente, no PIB global (Figura 1.2).

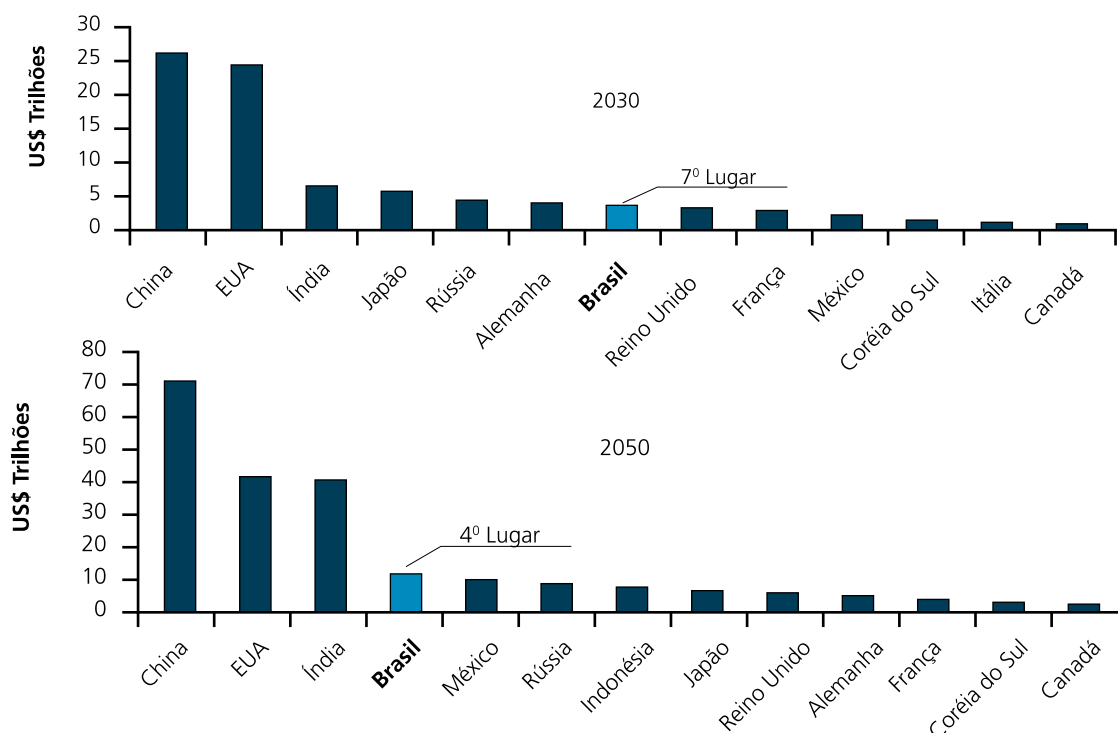
Considerando essas estimativas positivas, torna-se ainda mais urgente enfrentar o desafio de o País superar o déficit no consumo de materiais básicos para o aumento do bem-estar de sua população. O consumo *per capita* dos materiais convencionais, tais como agregados, cimento, aço, cobre e alumínio, entre outros, situa-se entre 1/3 e 1/6 da média dos países europeus, dos EUA e mesmo da China, e ainda abaixo da média mundial, sendo superior ao consumo da Índia (Tabela 1.2).

TABELA 1.2  
**Consumo per capita de materiais selecionados no Brasil e no mundo**  
 2008

Material	Brasil	Mundo	Europa	EUA	China	Índia
Agregados (t)	2,5	3,5	6,0-10	9,0	n.d.	n.d.
Cimento (kg)	270	393	400-1.200	425	900	136
Aço (kg)	126	202	400-700	396	330	52
Cobre (kg)	2,1	2,7	8,0-20	7,0	3,0	0,2
Alumínio (kg)	4,9	5,7	20-30	30	7,8	1,1

Fontes: Sinopse SGM-DNPM, Anuários da SGM, IBGE, FMI, ANEPAC, SNIC, IABr, ABC e ABAL.  
 Nota: Para o Brasil, não se considerou a reciclagem de metais.

FIGURA 1.2  
Posição provável das 13 principais economias mundiais em 2030 e 2050



Fonte: Goldman Sachs, *Brics and Beyond*, 2007

Além disso, há um grande distanciamento entre o nível de consumo de bens e produtos de base mineral no Norte e Nordeste, regiões reconhecidamente menos desenvolvidas, e as demais regiões do Brasil (Tabela 1.3).

TABELA 1.3  
Consumo *per capita* de materiais e indicadores por região do Brasil  
2009

Material / Indicador	Brasil	N	NE	CO	SE	S
Agregados (t)	2,5	1,8	0,9	4,0	3,3	3,0
Cimento (kg)	270	216	188	361	304	314
Cerâmica vermelha (peças)	384	240	302	371	382	637
Cerâmica de revestimento (m <sup>2</sup> )	3,4	2,5	2,8	4,1	3,5	4,2
Produtos de aço (kg)	97	21	26	45	153	139
PIB per capita (US\$ <sub>2007</sub> ) <sup>1</sup>	7.000	4.467	3.279	8.468	9.340	7.622
IDH <sup>2</sup> 2007	0,813	0,786	0,749	0,838	0,845	0,850
Índice Gini 2008	0,548	0,507	0,540	0,564	0,510	0,505
Percentual de Pobres 2008 (%) <sup>3</sup>	23	38	46	12	13	13
População (milhões)	188,5	15,0	52,5	13,5	79,4	28,1

Fontes: Sinopse SGM-DNPM, Anuários da SGM/MME, IBGE, IPEA Data, BACEN, BEN-EPE/MME, ANEPAC, SNIC, IBS, ANICER e ANFACER.

Notas: <sup>1</sup> Considerada a distribuição regional do PIB de 2006.

<sup>2</sup> Média dos estados em cada região.

<sup>3</sup> Vide Tabela 1.

Esses dados demonstram o enorme potencial do mercado interno, confirmando a relevância de políticas de construção de infraestrutura e habitação, como as que estão sendo promovidas pelo PAC. Por outro lado, isso também revela a necessidade urgente de enfrentar o grave problema das disparidades regionais no Brasil e definir políticas do setor mineral que possam contribuir para minimizar essa assimetria.

Nesse processo de mudanças que o País atravessa, o setor mineral exerce papel relevante, porque é a base de diversas cadeias produtivas que geram o padrão de consumo da sociedade moderna. Além disso, as atividades de geologia, mineração e transformação mineral estão interconectadas a espaços territoriais, sociopolíticos e econômicos, com tendência à grande expansão, dadas as projeções de crescimento dos mercados de bens minerais, tanto no Brasil como no mundo.

O crescente processo de internacionalização das empresas brasileiras também reflete as mudanças que o País vivencia e aponta para sua maior projeção internacional. O Brasil tem algumas centenas de empresas atuando no exterior, destacando-se seis do setor mineral entre as 52 empresas brasileiras mais internacionalizadas<sup>1</sup>: Gerdau, Grupo Camargo Corrêa, Grupo Votorantim, Magnesita, Tupy e Vale. Estão em pleno desenvolvimento da internacionalização a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e a MMX Mineração, entre outras.

Do ponto de vista empresarial, esse movimento possibilita a oportunidade de aquisição de novas jazidas, expansão dos mercados e diversificação dos consumidores. Além disso, a necessidade de adaptação a outras culturas condiciona a empresa a atuar em ambiente competitivo que a globalização impõe.

Do ponto de vista do Brasil, esse processo traz oportunidades e desafios. As oportunidades estão voltadas para o acesso aos recursos minerais escassos no Brasil; ao aprimoramento de recursos humanos e de tecnologia, dado o intercâmbio científico e tecnológico; a exportação de bens e serviços de fornecedores brasileiros para os países onde as empresas se instalam; e, um fato novo na história do País, é o recebimento de lucros do exterior e não apenas a remessa de lucros para os países-sede das multinacionais aqui atuantes.

Do lado dos desafios, isso requer políticas de apoio à indústria mineral brasileira, melhorando sua competitividade para realizar os investimentos necessários que ampliem e qualifiquem sua atuação no exterior. Nesse sentido, o PNM-2030 pode ser um valioso instrumento.

Além disso, há que se ressaltar o desafio no apoio aos micro e pequenos empreendimentos minerais e de transformação, para que sejam formalizados e tecnicamente aptos para continuar sua atividade.

### **1.1.1 Economia Mineral Brasileira**

A importância econômica da indústria mineral para o País, compreendendo a mineração e a transformação mineral, medida pela participação desse setor no PIB, tem declinado ao longo dos anos (Tabela 1.4), passando de 5,9%, em 1970, para 4,2%

1. Dados da Sociedade Brasileira de Estudos de Empresas Transnacionais e da Globalização Econômica (Sobeet), 2010.

em 2008<sup>2</sup>. A queda verificada nas últimas décadas deve ser vista, em parte, como um fenômeno natural que ocorre quando as economias crescem e se diversificam, como tem acontecido com a economia brasileira.

TABELA 1.4  
Participação do Setor Mineral no PIB do Brasil  
1970 – 2008 em %

Segmento da indústria	Anos						Taxa média anual de crescimento por década			
	1970	1980	1990	2000	2005	2008	70'	80'	90'	2000'
Mineração (1)	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8	1,1	8%	-1%	0%	10%
Transformação (2)	5,1	5,4	4,1	2,6	3,4	3,1	8%	1%	0%	2%
não-metálicos	1,6	1,8	1,3	0,7	0,6	0,7	9%	-1%	-3%	3%
metalurgia	3,5	3,6	2,8	1,9	2,8	2,4	8%	-1%	-1%	6%
Total (1+2)	<b>5,9</b>	<b>6,4</b>	<b>4,7</b>	<b>3,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>				
PIB Brasil							<b>7,7%</b>	<b>2,0%</b>	<b>2,1%</b>	<b>3,2%</b>

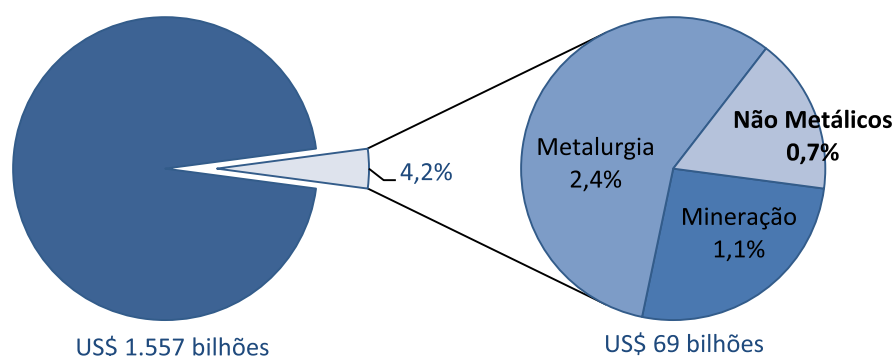
Fonte: Balanço Energético Nacional, 2010, EPE/MME.

Nota: o cálculo da taxa média anual para os anos 2000 refere-se ao período 2000-2008.

No período de 1980 a 1990, as taxas médias anuais de crescimento de todos os segmentos do setor mineral apresentaram desempenho inferior à dinâmica do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, inclusive, taxas negativas. Os anos 2000 marcaram uma inflexão nessa trajetória. O segmento da mineração é o mais dinâmico nessa nova etapa, com crescimento médio anual de 10%, principalmente devido à intensidade das exportações. A transformação mineral de metálicos, também com viés exportador, cresceu 6% na década. Na transformação de não-metálicos a taxa foi de apenas 3%, uma vez que esse crescimento está vinculado à evolução da economia brasileira, que cresceu 3,2% nesta década.

Em 2008, o PIB do setor mineral atingiu o valor de US\$ 69 bilhões, com participação de 4,2% no PIB nacional, sendo 1,1% referente à mineração e 3,1% à transformação mineral (Figura 1.3). Tomando-se como referência o PIB industrial, a participação conjunta da mineração e da transformação mineral atingiu 14%.

FIGURA 1.3  
PIB nacional e PIB da indústria mineral em 2008

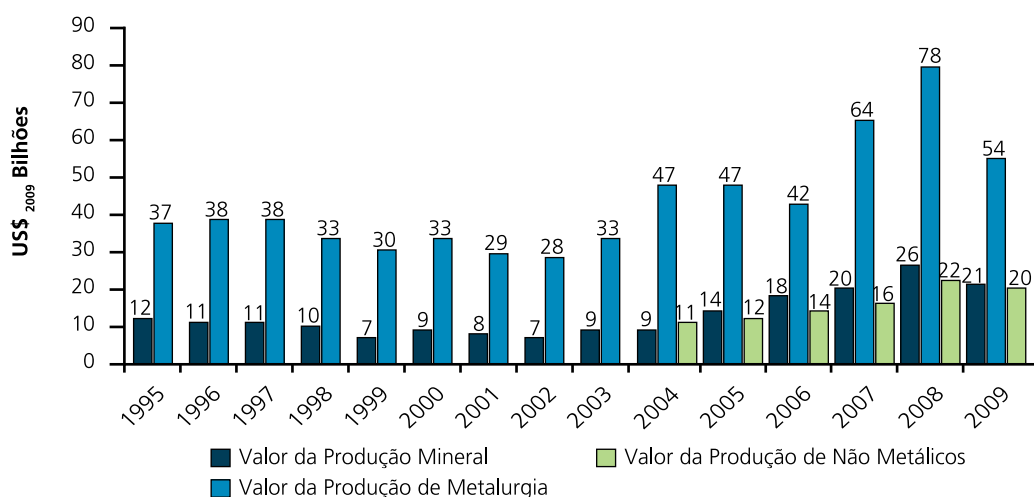


Fonte: Balanço Energético Nacional, 2010, EPE/MME [US\$ de 2009].

2. Em 2009, o crescimento do PIB do setor mineral recuou a 3,1% e o PIB nacional decresceu 0,6%, sendo um ano atípico em função da crise financeira global de setembro de 2008.

Outro indicador importante é o valor da produção mineral (VPM) que, na segunda metade da década de 1990, declinou até alcançar o piso de US\$ 7 bilhões, em 1999 (Figura 1.4). A partir daí passou por um período de estagnação, até 2004, quando passou a crescer expressivamente, atingindo US\$ 26 bilhões, em 2008. A transformação mineral de metálicos, embora em menor intensidade, apresentou a mesma trajetória.

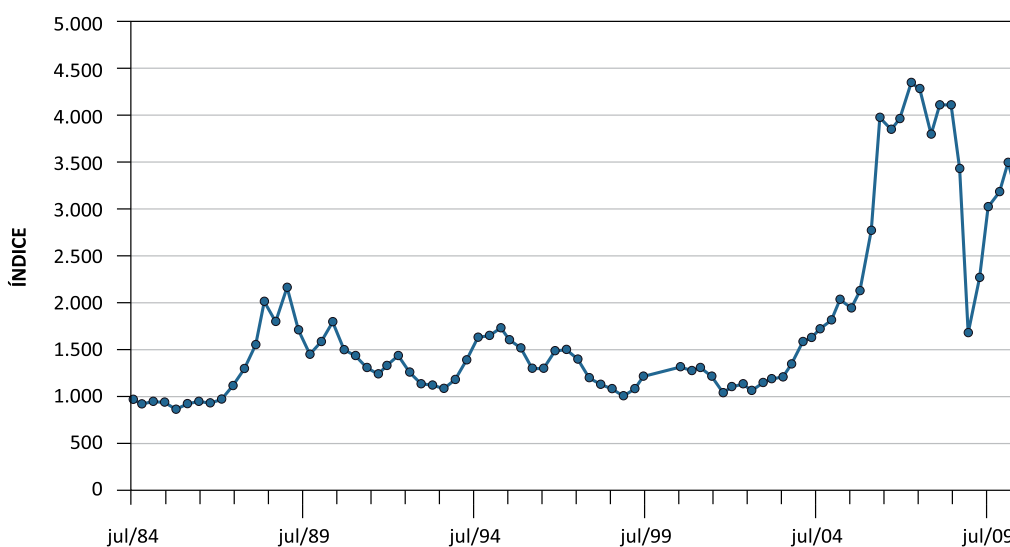
**FIGURA 1.4**  
**Valor da produção da mineração, metalurgia e não-metálicos (1995– 2009)**



Fontes: Sinopse SGM-DNPM, AMB/DNPM, Anuários Estatísticos do Setor Metalúrgico e de Não-metálicos.

O bom desempenho da mineração e da metalurgia, entre 2007 e 2008, é resultante da alta dos preços dos bens minerais. A evolução do índice de preços dos metais da *London Metal Exchange* (LME) é bem ilustrativa dessa situação (Figura 1.5).

**FIGURA 1.5**  
**Evolução do índice de cotação de metais (1984 – 2010)**



Fontes: [http://www.lme.com/lmex\\_historical.asp](http://www.lme.com/lmex_historical.asp) e [http://www.lme.com/lmex\\_pricecurve.asp](http://www.lme.com/lmex_pricecurve.asp)  
 Obs.: Metais da LME: alumínio, chumbo, cobre, estanho, níquel e zinco.

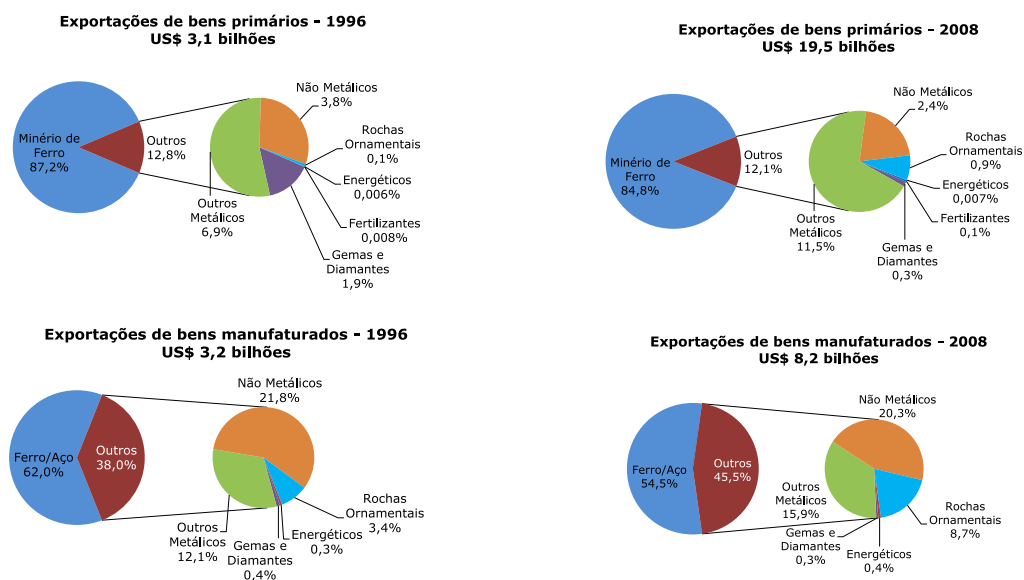


A crise dos preços ao final de 2008 afetou negativamente o mercado de *commodities* minerais. Na etapa pós-crise, retomando-se a trajetória de crescimento econômico nos países emergentes, especialmente os de grande população, como China, Índia e Brasil, a demanda por produtos minerais deverá se manter elevada por alguns anos, em decorrência da necessidade de formação e expansão de infraestrutura e de suprimento para a expansão do bem-estar material dessas sociedades.

O peso do setor mineral nas exportações brasileiras revela também a importância econômica dessa atividade. A participação de produtos de origem mineral, bens primários e transformados, excluídos o petróleo e gás natural, nas exportações do País oscilou entre 15% e 30%, de 1978 a 1991, alcançando a média de 20%, no período 1994 a 2008. Nesse mesmo período, o saldo da balança comercial do setor passou de US\$ 1 bilhão para US\$ 17 bilhões.

A despeito dessa evolução significativa em valores monetários, a pauta de exportação mineral apresenta grande concentração em um único bem mineral. Comparando-se os anos de 1996 e 2008, verificou-se a proeminência absoluta do minério de ferro, que representa quase 90% dos bens minerais primários exportados, em valor (Figura 1.6). Nesses anos, foram observadas importantes mudanças quanto aos bens primários, como o crescimento da participação do segmento de rochas ornamentais e a expansão da produção de concentrado de cobre, a partir de 2007, ambos com exportações da ordem de US\$ 1 bilhão, mas o minério de ferro manteve o protagonismo. Em relação aos manufaturados, os produtos ferrosos predominam, com mais da metade das exportações.

**FIGURA 1.6**  
**Exportação de bens minerais primários e manufaturados (1996 versus 2008)**



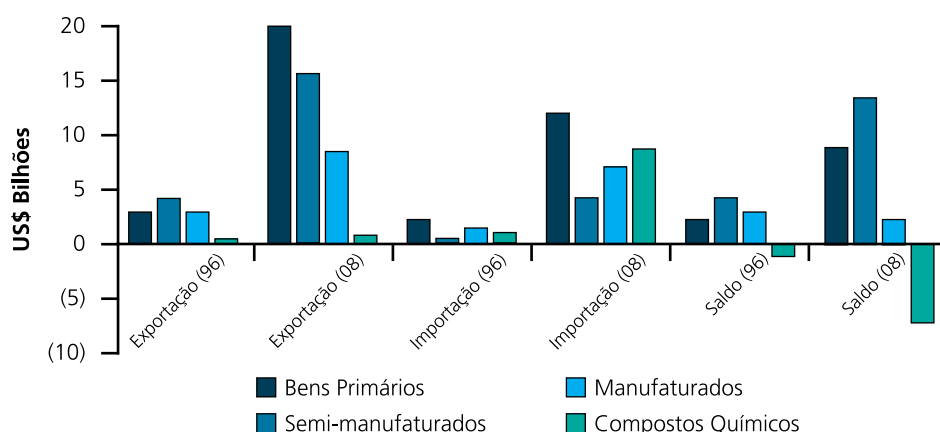
Fonte: SECEX/MDIC

Considerando-se a balança comercial em 1996 e em 2008 (Figura 1.7), é possível destacar algumas tendências de grande relevância para a política mineral:



- No que se refere às exportações houve forte crescimento dos bens primários (15,2% ao ano), comparativamente aos manufaturados (7,4% ao ano).
- A taxa da importação de manufaturados cresceu em média 12,4% ao ano, bem superior a taxa de exportação.
- As importações de semi-manufaturados e compostos químicos cresceram a taxas médias anuais de 16,7% e 16,2%, respectivamente.
- O saldo da balança comercial para os manufaturados reduziu significativamente e para os compostos químicos foi negativo.
- O saldo comercial dos produtos primários também declinou expressivamente. Os responsáveis por isso foram as importações de potássio e de carvão metalúrgico que, juntos, somaram US\$ 7,5 bilhões, em 2008.

**FIGURA 1.7**  
**Balança comercial da indústria mineral (1996 versus 2008)**



Fonte: SECEX/MDIC

A excessiva concentração do minério de ferro na pauta de exportações de bens minerais, com o agravante de a maior parte das vendas se direcionar a um único mercado, a China, desperta preocupações, pois qualquer mudança econômica ou política que ocorra nesse País terá reflexos imediatos nas contas externas nacionais. Em 1990, por exemplo, a China importava 2% do minério de ferro brasileiro e esta substância representava 5% nas exportações totais brasileiras. Duas décadas depois, em 2009, esses percentuais passaram para 59% e 9%, respectivamente.

Além disso, embora as projeções expansivas prevaleçam, sabe-se que, no longo prazo, o mercado de bens minerais está sujeito a oscilações, às vezes abruptas, dos ciclos de negócios. Isso revela a necessidade de diversificar tanto a produção quanto os mercados, especialmente no caso do minério de ferro.

A queda na dinâmica da indústria de transformação em relação à extrativa mineral, tal como evidenciada por diversos indicadores, tem implicações, tanto para o processo de industrialização brasileira, quanto para a geração de emprego e renda, resultando em perdas de oportunidades relevantes para a economia nacional, uma vez que o volume e a qualidade de empregos gerados na etapa extrativa são muito inferiores aos gerados nas etapas de transformação.

De acordo com dados de 2008, o número total de empregos diretos no setor mineral é da ordem de 1,1 milhão<sup>3</sup>, dos quais 903 mil na transformação mineral e 187 mil na mineração, o equivalente a 8% dos empregados da indústria, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Verifica-se que para cada emprego na extração mineral, quatro a cinco empregos diretos são gerados nas cadeias de transformação mineral a jusante.

Ressalta-se, porém, que a esses empregos devem ser acrescentados outros indiretos nas atividades econômicas que dependem, pelo menos em parte, da demanda da indústria mineral, tais como máquinas e equipamentos, serviços em geral, incluindo os de consultoria de engenharia e P,D&I, insumos materiais e energéticos e na comercialização, entre outros.

As etapas de industrialização são as que geram mais efeitos multiplicadores na economia, o que é perceptível tanto no PIB (Figura 1.3) quanto no valor da produção (Figura 1.4). Para cada unidade de PIB ou de valor de produção na mineração, outras três ou quatro são criadas na etapa da transformação mineral.

A exportação de minérios em forma bruta gera, proporcionalmente, menos emprego e renda, deixando o País mais vulnerável às flutuações dos preços internacionais. A consequência mais direta é a exportação de empregos e oportunidades em potencial para outros países, conforme ilustra a Figura 1.8, para as cadeias de ferro e de alumínio.

Outra consequência da não agregação de valor é que ficam reduzidas as relações de compra e venda entre empresas a montante e a jusante no País e diminuem as possibilidades de inovações ao longo da cadeia produtiva. Assim, um dos grandes desafios do País é criar mecanismos capazes de incentivar o setor produtivo a alcançar patamares mais avançados de suas cadeias produtivas de bens minerais, tanto para atender o mercado interno como para ampliar as exportações de produtos transformados.

**FIGURA 1.8**  
**Exportação de minérios de ferro e bauxita e empregos associados**

<b>Cadeia Produtiva do Ferro</b>	
Mineração de Ferro = 100 empregos / Mt	
Siderurgia = 4.000 empregos / Mt aço	
Exportação em 2008: 282 Mt de minério de Fe (US\$ 16 bilhões) => 170 Mt de aço	
<b>As exportações de minério bruto equivaleram a 680.000 empregos exportados</b>	
<b>Cadeia Produtiva do Alumínio</b>	
Mineração de Bauxita = 150 empregos / Mt	
Refinaria de Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) = 500 empregos / Mt	
Metalurgia do Alumínio (Al) = 8.000 empregos / Mt	
Transformadores = 40.000 empregos / Mt	
Exportação em 2008: 6,2 Mt de Bauxita (US\$ 293 milhões) => 2,7 Mt Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> => 1,3 Mt Al	
<b>As exportações de minério bruto equivaleram a 64.000 empregos exportados</b>	

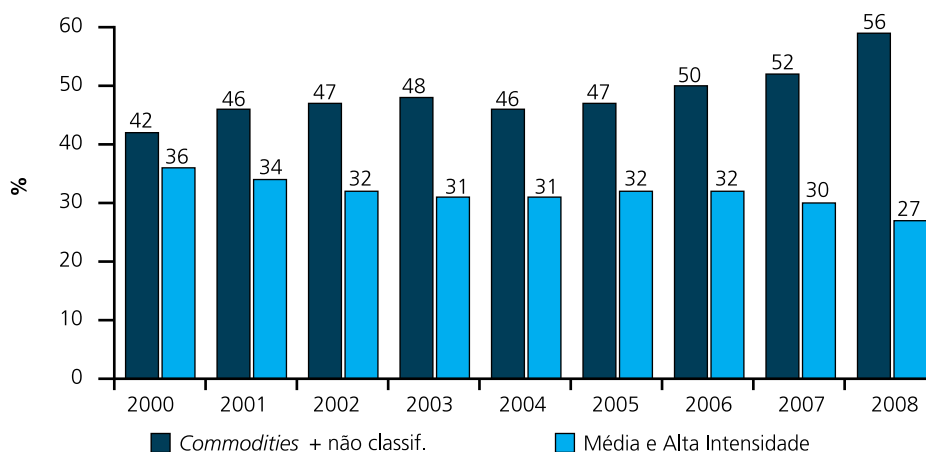
Fontes: MTE, Sinopse SGM-DNPM, IABr e ABAL. Elaboração: SGM/MME.

3. Não se pode desconsiderar a informalidade, especialmente na mineração, na extração de minerais de alto valor unitário (gemas, ouro, diamantes etc.) e também na lavra de agregados minerais para construção civil, um contingente de mão de obra distribuída pelos 5.584 municípios brasileiros e que não aparece nas estatísticas oficiais. As estimativas, embora muito imprecisas, apontam para algo entre 300 e 500 mil trabalhadores.

Ao longo da primeira década deste século, o Brasil tem vivenciado um processo que os especialistas chamam de “reprimarização” ou “especialização reversa” de sua pauta de exportações, isto é, com a proeminência de bens primários em detrimento aos bens de média e alta tecnologia<sup>4</sup>. Em 2000, 42% dos bens exportados estavam classificados como *commodities* e bens energéticos, enquanto que os bens de média e alta intensidade tecnológica respondiam por 36%. Em 2008, essas porcentagens passaram para 56% e 27%, respectivamente (Figura 1.9).

Esse desempenho caminha na contramão da experiência de países que transitaram para níveis mais altos de renda e desenvolvimento, migrando, mesmo que gradualmente, em direção a uma pauta de exportações mais intensa em aporte tecnológico (IPEA, 2009). Nesta perspectiva, um dos grandes desafios da política mineral brasileira é promover alterações na estrutura produtiva do setor mineral, com vistas ao adensamento das cadeias produtivas, a fim de gerar maior nível de emprego e renda, buscando excelência no suprimento doméstico e uma inserção maior e mais competitiva no mercado mundial.

**FIGURA 1.9**  
**Participação das *commodities* e produtos de alta e média intensidade tecnológica nas exportações brasileiras (2000 – 2008)**



Fonte: IPEA, 2009

A retomada da política industrial, em 2005, com o lançamento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), e, em 2008, da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), sob a coordenação geral do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), representa um passo

4. Deve-se diferenciar tecnologia de processo de tecnologia de produto. A primeira diz respeito ao modo de fabricação, que pode ser rudimentar ou fazer uso da mais moderna técnica disponível para a produção de um bem mineral (embora ambos os processos levem a produtos que atendem ao mercado). A pelota feita com finos de minério de ferro, hoje quase uma *commodity*, foi um produto inovador há 60 anos, assim como a extração por solventes foi um processo novo na mesma época; ou uma liga metálica pode trazer, como produto, propriedades inovadoras. O produto de alta tecnologia refere-se, geralmente, a seu caráter inovador, podendo ser composto por materiais às vezes tradicionais, mas com desempenho e funções novas (ex.: celular, fibra ótica, DVD, chip).

importante para o desenvolvimento industrial do Brasil. O Comitê de Mineração, sob coordenação da SGM/MME, e o Comitê de Siderurgia, sob coordenação do MDIC, compõem um conjunto de 32 comitês, que tratam de temas específicos e interrelacionados da política industrial brasileira.

Essa política adquire maior relevância ao se constatar o atual e o futuro contexto global, em que a interdependência e a competição entre as economias são crescentes. Isso significa que as políticas industriais para o setor mineral devem considerar que a produção doméstica estará sujeita à forte concorrência com produtos externos. Assim, as estratégias de agregação de valor aos bens minerais produzidos pelo Brasil devem levar em consideração esse ambiente.

## 1.2 GEOLOGIA

O conhecimento geológico é essencial para a descoberta e o aproveitamento dos recursos minerais e hídricos, para o planejamento e a execução dos projetos de infraestrutura e para o ordenamento territorial, bem como para a indicação dos processos geológicos que revelam mudanças ambientais atuais e pretéritas.

Quatro eixos principais devem nortear as atividades de conhecimento geológico:

- 1) descoberta de alvos para pesquisa de recursos minerais;
- 2) aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos e de superfície;
- 3) ordenamento territorial; e
- 4) identificação de riscos geológicos, ambientais e prevenção de desastres naturais.

O atual estágio do conhecimento geológico do Brasil é resultado de esforço de longa data e contou com o envolvimento de geocientistas de diversas instituições públicas e privadas. Esse acúmulo de conhecimento abrange desde estudos realizados no período colonial, passando pela atuação do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, criado em 1907, e do DNPM, fundado em 1934, que substituiu o anterior Serviço Geológico e Mineralógico. Com o I PMD (1965 – 1974) foi dado impulso mais efetivo e sistemático ao programa nacional de levantamento geológico, a partir da criação da CPRM, em 1969.

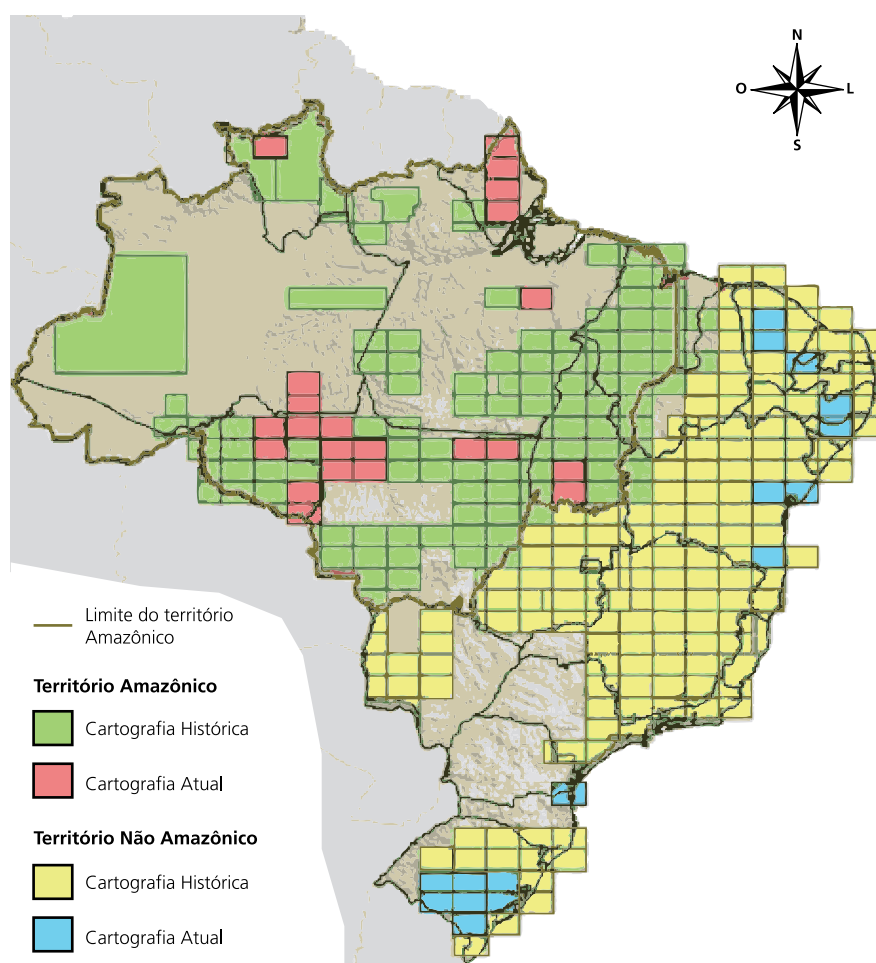
Em 2010, o País apresenta seu território totalmente coberto na escala 1:1.000.000, na Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Todavia, nas escalas de maior detalhe, o conhecimento geológico do território nacional ainda é parcial.

### 1.2.1 Geologia Básica

Em 2004, foi realizado o lançamento da **Carta Geológica** do Brasil ao Milionésimo, elaborada em ambiente digital com a utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) e do GeoBank (sistema de banco de dados geológicos corporativo da CPRM). Em 2005, o País contava com cerca de 48% de sua área territorial mapeada na escala 1:250.000 (Figura 1.10) e 10% na escala 1:100.000 (Figura 1.11).

A esses valores devem ser agregados mais 750.000 km<sup>2</sup> mapeados na escala de 1:250.000, equivalente a 8,8% do território brasileiro, e 828.000 km<sup>2</sup>, na escala 1:100.000, equivalente a 9,7% do território nacional, concluídos em 2010. Esses avanços na cartografia geológica do Brasil, associados aos dados provenientes da reavaliação dos projetos históricos executados pelo DNPM, na década de 1960, e aos obtidos pelo Convênio DNPM/CPRM, nas décadas de 1970 e 1980, permitem nova visão do estágio da cartografia geológica do País.

FIGURA 1.10  
Cartografia geológica Brasil – escala 1:250.000 (2005)

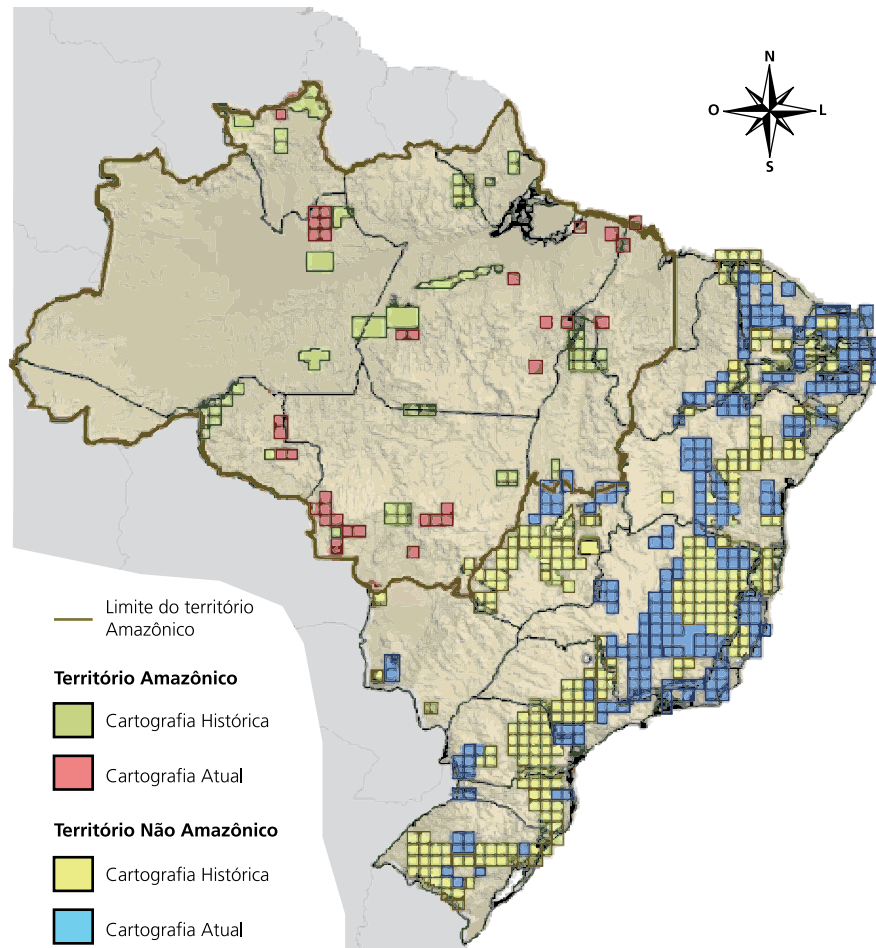


Fonte: CPRM

Ao final de 2010, cumprido o estabelecido no PAC 1, o Brasil possui 50% do território amazônico na escala 1:250.000 e 40% do território não-amazônico na escala 1:100.000. Permanece o desafio de mapear os 50% restantes na Região Amazônica e 60% nas demais regiões. Há de se considerar que alguns estados já apresentam cartografia geológica em escalas de maior detalhe, a exemplo do Paraná, Rio de Janeiro, Minas Gerais, entre outros, que deve ser incorporada à cartografia nacional.

Na Região Amazônica, ainda há grandes vazios de cartografia geológica (Figuras 1.10 e 1.11). Os trabalhos do Projeto Cartografia da Amazônia, iniciados em 2007 e coordenados pelo Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM), serão concluídos em 2014, realizados em parceria com o Exército, a Marinha, a Aeronáutica e a CPRM.

**FIGURA 1.11**  
**Cartografia geológica do Brasil – escala 1:100.000 (2005)**



Fonte: CPRM

O Projeto Cartografia da Amazônia está em plena execução e deverá cobrir 1,8 milhões de km<sup>2</sup> de um total de 5,2 milhões de km<sup>2</sup> da região. Ele é composto por três subprojetos, Cartografia Terrestre, Cartografia Geológica e Cartografia Náutica, que deverão gerar os seguintes produtos: i) cartas topográficas nas escalas de 1:100.000 e 1:50.000, ii) cartas geológicas nas escalas de 1:100.000 e 1:250.000, e iii) produtos de levantamentos aerogeofísicos e cartas náuticas na escala de 1:100.000.

### 1.2.2 Aerogeofísica

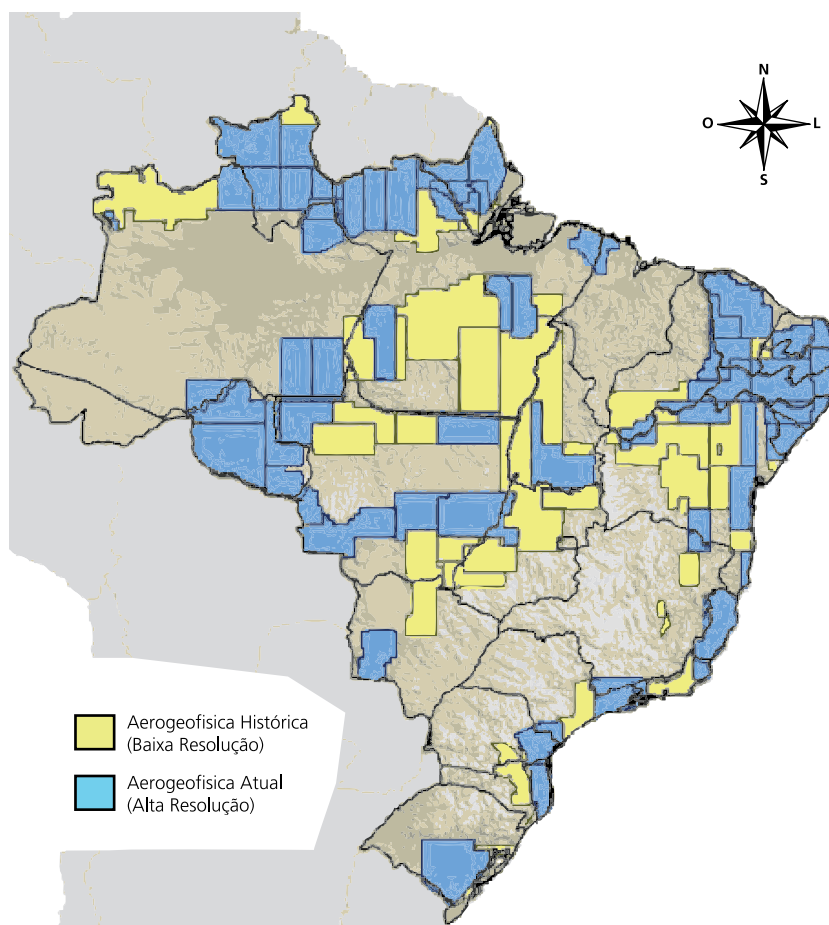
O GeoBank (CPRM) evidencia que, entre 1953 e 2002, 37% do território foram cobertos pela aerogeofísica, com baixa e média resolução, e que uma cobertura de



24,5% do território nacional foi alcançada entre 2003 e 2010, com alta resolução. Tais dados permitem afirmar que o recobrimento do território brasileiro por levantamentos aerogeofísicos encontra-se em melhor situação do que a cartografia geológica. Apesar dos inúmeros levantamentos históricos já realizados, de baixa resolução (Figura 1.12), muitos tiveram que ser refeitos para atender às exigências de novas metodologias/tecnologias e conferir maior confiabilidade aos trabalhos posteriores.

Até 2010, a meta era levantar 440.000 km<sup>2</sup> conforme previsto no PAC 1 (período 2009 - 2010). O orçamento proposto para o PAC 2 (período 2011 - 2014) deverá expandir o alcance da ação *Levantamentos Aerogeofísicos* da CPRM, possibilitando o mapeamento de 1.012.000 km<sup>2</sup>. Essas áreas são suficientes para completar o levantamento em alta resolução dos terrenos cristalinos brasileiros com recobrimento de aeromagnetometria e aerogamaespectrometria, indispensável ao mapeamento geológico sistemático e para a definição de ambientes geológicos favoráveis a presença de recursos minerais. Tais ações objetivam determinar ambientes geológicos com potencial mineral que justifiquem investimentos nas atividades de prospecção e pesquisa.

**FIGURA 1.12**  
**Levantamentos aerogeofísicos do Brasil – situação em 2010**



Fonte: CPRM

### 1.2.3 Geoquímica

O conhecimento da geoquímica do território tem um papel fundamental nos estudos geológicos e ambientais, inclusive para organizar ações corretivas ou preventivas quanto à disseminação de substâncias minerais que podem causar danos à saúde.

A geoquímica de campo no Brasil foi empregada em larga escala na década de 1970 e início dos anos 1980, objetivando não só complementar o conhecimento geológico em si, mas localizar alvos para a prospecção e a pesquisa mineral.

A base de dados geoquímicos da CPRM no GEOBANK inclui mais de 370 mil registros de análises de materiais geológicos (sedimentos, solos, rochas, concentrados de bateia e água) com um incremento anual de mais de 12 mil amostras, sem dúvida um dos maiores bancos de dados geoquímicos do mundo. Além disso, a empresa possui um acervo de mais de 300 mil amostras e duplicatas, devidamente identificadas geograficamente e em condições de reanálise. Este acervo é produto dos 40 anos da prospecção geoquímica da CPRM (1971-2010).

### 1.2.4 Geodiversidade

A CPRM desenvolve, desde 1990, projetos para subsidiar o planejamento, o ordenamento e a gestão do território brasileiro, mediante a elaboração de mapas de geologia ambiental. Esses mapas, estruturados com o uso da tecnologia do Sistema de Informação Geológica e dos bancos de dados, fornecem informações integradas e visão sistêmica do meio físico (rochas, solos, água, relevo), da infraestrutura, da organização territorial e ambiental relevantes para o planejamento do uso do solo e gestão territorial. Eles se destinam a empresas mineradoras, comunidade acadêmica e, principalmente, órgãos públicos da área de ordenamento territorial e gestão ambiental.

O conceito geodiversidade se fortaleceu a partir de várias iniciativas da SGM/MME e da CPRM, que promoveram o projeto Ordenamento Territorial Geomineiro (OTGM), com recursos do Banco Mundial, em 2006. Nesse projeto foi construído um banco de dados com as Áreas de Relevante Interesse Mineral (ARIMs), o qual foi posteriormente incorporado nas ações da CPRM.

O Mapa Geodiversidade do Brasil na escala 1:2.500.000, publicado em 2006 pela CPRM, consolidou essa linha de comunicação entre os vários setores do governo e entidades privadas que utilizam dados e informações da geologia ambiental. Na escala nacional foram individualizados 23 domínios geológico-ambientais, subdivididos em 108 unidades.

Em 2008, foi lançado pela CPRM o livro “Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro”, abordando o estágio atual do conhecimento sobre este importante instrumento de gestão territorial do País.

Atualmente estão disponíveis os mapas de geodiversidade nas escalas 1:750.000 ou 1:1.000.000 dos estados de Amazonas, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí, Rio Grande do Norte, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul.

Nos mapas de geodiversidade, os aspectos ambientais traduzem a influência das variações da geologia nas adequabilidades e limitações dos terrenos frente à execução de obras civis, às atividades agrícolas, ao comportamento em relação a fontes poluidoras,



à prevenção de desastres naturais e aos potenciais de recursos hídricos subterrâneos, minerais e turísticos. Trata-se, portanto, de uma ferramenta eficaz para se promover o ordenamento territorial sustentável do País.

### 1.2.5 Recursos Hídricos

Em 1997, foi instituída no Brasil a Política Nacional de Recursos Hídricos, por meio da Lei nº 9.433, que tem como um de seus instrumentos o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), lançado em 2006. O PNRH foi aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) contendo 13 programas e 33 subprogramas.

O PNRH define diretrizes para o uso racional da água e orienta políticas públicas que tenham interação com a gestão de recursos hídricos, sendo uma ferramenta estratégica para lidar com os efeitos das mudanças climáticas, como chuvas intensas e secas prolongadas. Esse Plano considera seis principais setores usuários de recursos hídricos: saneamento, agropecuária, energia hidrelétrica, transporte hidroviário, indústria e turismo. Encontra-se em sua primeira etapa de implementação (2008-2011) e primeira revisão (2011-2014), processo previsto para acontecer a cada quatro anos a partir da realização de oficinas por região hidrográfica e setores da economia.

A questão dos recursos hídricos tem sido tratada por diferentes órgãos gestores, o que proporciona maior visibilidade e avanço do conhecimento sobre o tema. No entanto, a sobreposição de competências e a contínua integração dos dados por mais de um órgão gestor tem levado a controvérsias e discussões no âmbito do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

O estágio avançado de gestão dos recursos hídricos será a integração do conhecimento referente às águas superficiais e subterrâneas. Essa integração permitirá a compreensão dos parâmetros para uma gestão eficiente no que diz respeito à disponibilidade e qualidade, com reais vantagens para o planejamento tanto no setor público quanto no privado.

Uma contribuição importante para a organização e difusão da informação sobre águas subterrâneas foi a criação em 1997, do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), pela CPRM, com o objetivo de armazenar, sistematizar e disponibilizar dados e informações georreferenciadas sobre o tema. Inicialmente, o SIAGAS foi utilizado como suporte à elaboração de mapas hidrogeológicos inseridos no Programa Levantamentos Geológicos Básicos e, posteriormente, passou a atender à demanda de usuários externos da área de recursos hídricos e outras correlatas, constituindo o Cadastro Nacional de Poços capaz de fornecer aos gerentes e tomadores de decisões, informação precisa e relevante baseada em dados. O SIAGAS é a base de dados da Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas e da Rede Básica Nacional.

Com os dados sobre a disponibilidade e dinâmica das águas subterrâneas é possível avaliar os fluxos dos sistemas aquíferos e, em conjunto com dados hidrometeorológicos, estimar a recarga e interação entre água subterrânea e de superfície e o balanço hídrico nas bacias hidrográficas.

Além disso, o SIAGAS é utilizado por organismos públicos federais, estaduais e municipais como uma ferramenta de integração das políticas públicas, contribuindo para o ordenamento do uso da água e o aumento da oferta hídrica, em particular nas regiões com enorme escassez, além de subsidiar as ações que contribuam para o desenvolvimento regional sustentável.

### 1.2.6 Geologia Marinha

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar foi aprovada em 1982 e entrou em vigor em 1994. Ela estabelece os direitos de soberania e deveres dos Estados costeiros sobre um mar territorial, uma zona econômica exclusiva e uma extensão da plataforma continental, se esta existir, para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais das águas, do leito do mar e do seu subsolo.

O mar territorial brasileiro está limitado a 12 milhas náuticas, a partir das linhas de base. A zona econômica exclusiva tem seu limite exterior fixado em 200 milhas náuticas, com área de 3.500.000 km<sup>2</sup> (Figura 1.13).

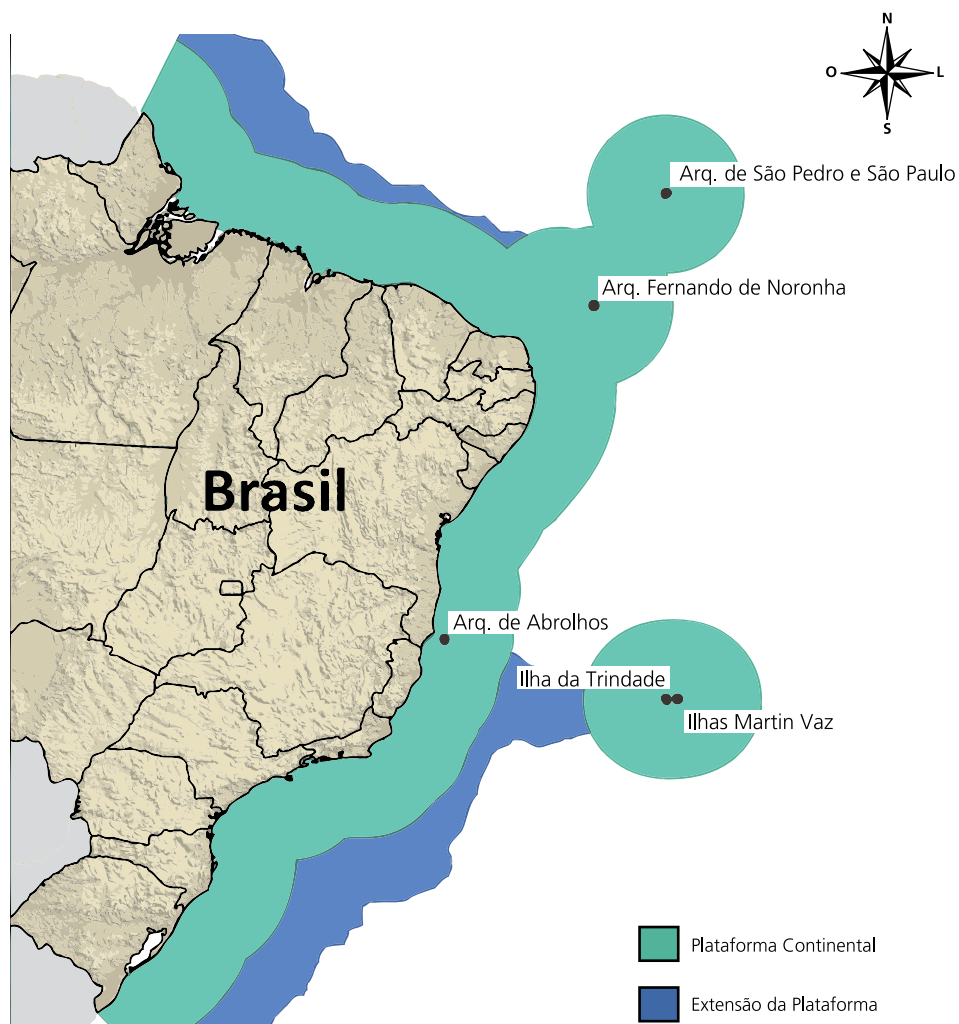
A extensão da plataforma continental, área em azul na Figura 1.13, é uma reivindicação do governo brasileiro, desde 2004, à Comissão de Limites da Plataforma Continental, entidade criada pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, o que acrescentará uma área de 960 mil km<sup>2</sup>.

O conjunto do mar territorial, da zona econômica exclusiva e a extensão da plataforma continental solicitada a ONU é denominado de Plataforma Continental Jurídica Brasileira (PCJB), que representa uma área de aproximadamente 4,5 milhões de km<sup>2</sup> sob a jurisdição brasileira.

Dois grandes programas nacionais, desenvolvidos no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), integram vários projetos de pesquisa para a plataforma continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes do Atlântico Sul e Equatorial. São eles, o Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (REEMPLAC) e o Programa de Prospecção e Exploração dos Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial (PROAREA).

Além das expressivas reservas conhecidas de petróleo e gás natural, pode-se citar o potencial de outros bens minerais, como areia e cascalho para uso na construção civil e ocorrências minerais de carbonato de cálcio (bioclásticos), que podem ser utilizados como insumos na agricultura e na indústria de cosméticos, filtros industriais, suplementos alimentares, implantes ósseos e nutrição animal. Para insumo na agricultura, há também ocorrências de fosforita, bem como de sais evaporíticos, compostos por potássio, cloro, magnésio, cálcio e outros elementos químicos importantes. Além desses bens minerais, ocorrências de carvão e hidratos de metano são conhecidas na plataforma continental brasileira.

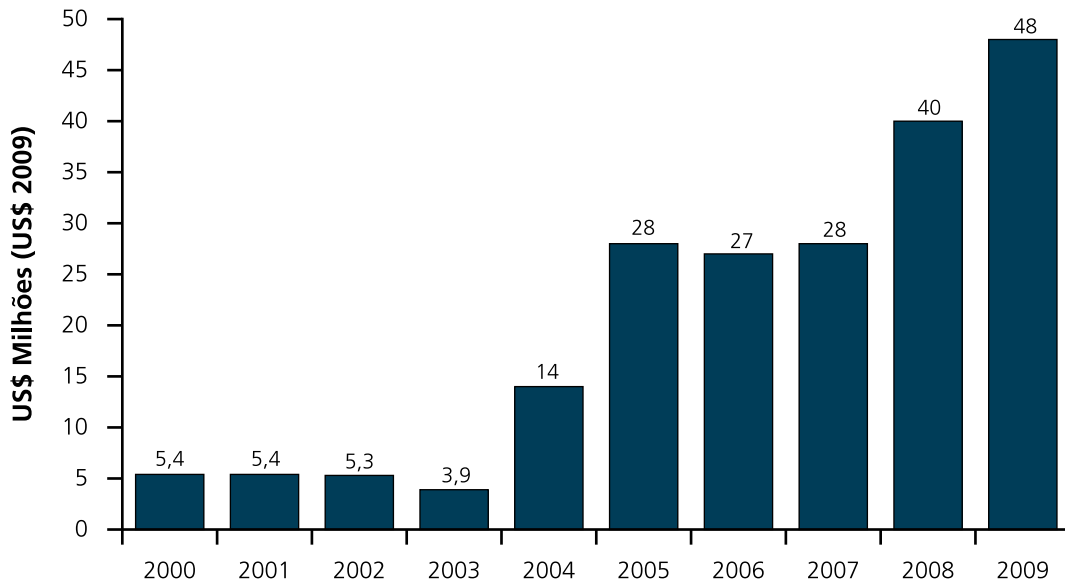
FIGURA 1.13  
Limites da Plataforma Continental Jurídica Brasileira



Fonte: CPRM

Finalizando, no que se refere à geologia do Brasil, três fatores são apontados como responsáveis pela limitação do conhecimento geológico do território brasileiro: i) ausência, insuficiência ou descontinuidade de investimentos governamentais por cerca de três décadas, ii) dificuldades logísticas para o mapeamento na Amazônia e na Plataforma Continental, e iii) escassez de recursos humanos capacitados para esta atividade. Os investimentos em levantamento geológico realizados pela CPRM a partir de 2004, revelam o substancial aumento na dotação de recursos para essa finalidade, o que tem sido a base para ampliar o conhecimento geológico do País (Figura 1.14).

FIGURA 1.14  
Investimentos realizados em levantamento geológico pela CPRM (2000 – 2009)



Fonte: CPRM

Nos próximos 20 anos, o Brasil deverá intensificar o conhecimento geológico do seu território emerso e também da parte imersa. Essas metas foram propostas pelo MME e aprovadas para o PAC 2 para o período 2011 – 2014.

### 1.3 MINERAÇÃO

Os recursos minerais formam a base de diversas cadeias produtivas que configuram o padrão de consumo da sociedade moderna. Portanto, é necessário garantir uma oferta estável de bens minerais, a fim de assegurar que o crescimento do Brasil não seja limitado pela falta de matéria-prima mineral. Além disso, os bens minerais exercem um importante papel no equilíbrio das contas externas nacionais. Sua abundância, gerando superávits, ou escassez, gerando déficits, requer monitoramento, visando a maximizar os benefícios das demandas externas e minimizar os impactos adversos decorrentes de súbitos aumentos dos preços das importações.

#### 1.3.1 Pesquisa Mineral

A pesquisa mineral é a fase que visa a descobrir e estudar em detalhe as jazidas que apresentem viabilidade técnica, econômica e ambiental, sendo sucedida pelos estágios de desenvolvimento e de produção da mina. Com esse objetivo, as empresas de mineração investem em pesquisa, tanto para identificar novas jazidas, como para ampliar o conhecimento das reservas minerais das minas em lavra de forma a dar continuidade às suas atividades.

As atividades de pesquisa mineral são realizadas por empresas privadas de grande porte (*majors*), de pequeno porte (*juniors*) e empresas estatais. Em termos globais, desde 1990, as *majors* vêm reduzindo os investimentos nessa etapa que é de mais alto risco, sendo substituídas pelas *juniors*, cujos recursos financeiros são captados predominantemente em bolsas de valores.

A Tabela 1.5 mostra as reservas lavráveis, aprovadas pelo DNPM, para alguns bens minerais selecionados e a relação reserva/produção que resulta na duração da reserva em anos. Evidentemente, o aparecimento de novas tecnologias de beneficiamento, o aumento substancial nos preços e o aumento da demanda, entre outros fatores, poderão alterar a duração das reservas. De acordo com os dados apresentados, não se prevê, no horizonte dos próximos 20 anos, exaustão desses bens minerais extraídos no País.

TABELA 1.5  
Reservas lavráveis de minerais selecionados e sua vida útil (2008)

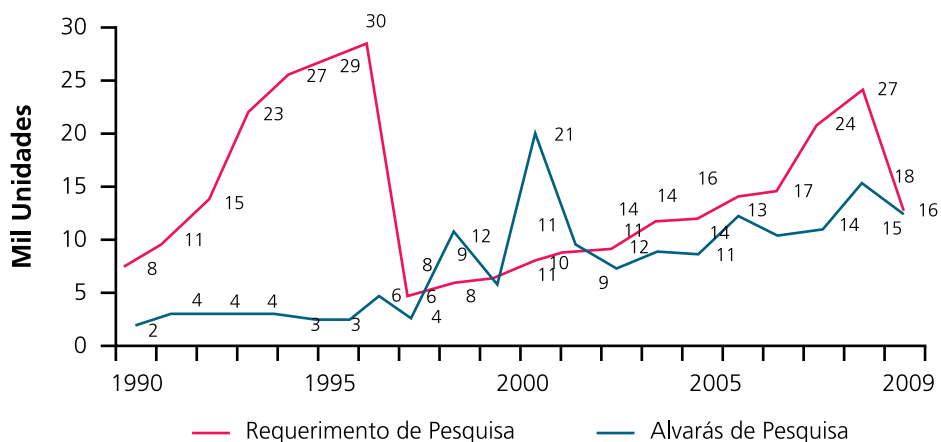
Bem Mineral	Reservas Lavráveis	Produção	Duração das Reservas (anos)
<b>Metálicos</b>			
Alumínio (bauxita)	1.265 Mt	27 Mt	47
Cobre (Cu contido)	10.024 kt	216 kt	46
Ferro	10.016 Mt	351 Mt	29
Nióbio (Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> contido)	3.468 kt	61 kt	57
Níquel (Ni contido)	1.910 kt	67 kt	29
Ouro (Au contido)	1.966 t	55 t	36
<b>Não-Metálicos</b>			
Fosfato (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> contido)	214 Mt	2,5 Mt	86
Grafita	3.733 kt	65 kt	58

Fontes: AMB, DNPM, 2009 (no prelo) e Economia Mineral do Brasil, DNPM, 2009.

Nota: vide definição de “reserva lavrável” no Glossário.

O aumento do número de requerimentos e alvarás de pesquisa (Figura 1.15) gera expectativa de expansão das reservas atuais e descoberta de novas jazidas. No período 1990–2008, a taxa média anual de crescimento dos requerimentos de pesquisa foi de 6%. Chama atenção a queda abrupta no número de requerimentos de pesquisas de 29.974, em 1996, para 6.468, em 1997, após o início da cobrança de Taxa Anual por Hectare (TAH).

FIGURA 1.15  
Evolução do número de requerimentos e alvarás de pesquisa (1990 – 2009)



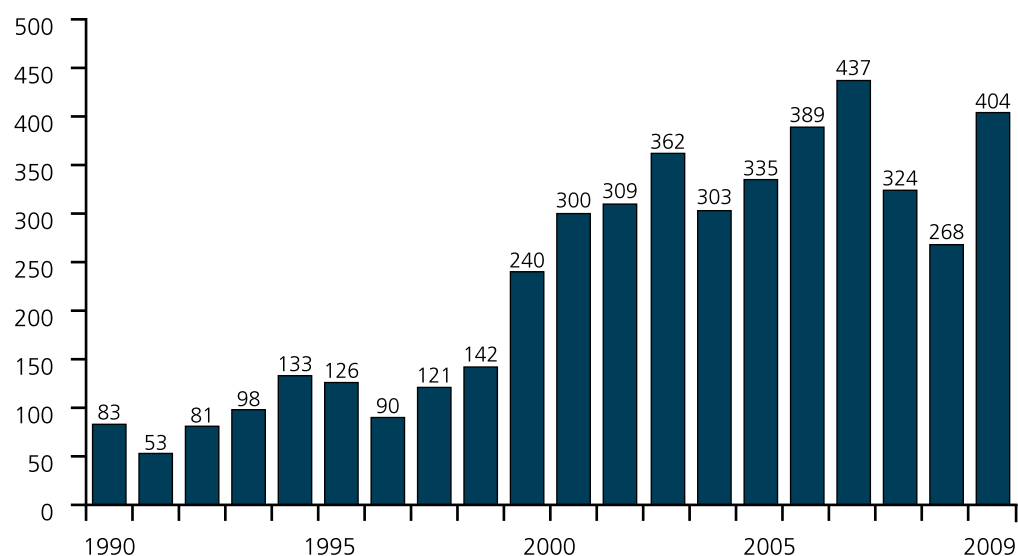
Fonte: DNPM, 2009.

No ano de 2008, foram protocolados 26.871 requerimentos de pesquisa no DNPM. Em 2009, como decorrência da crise internacional, houve queda de 40% nesse número. Todavia, os primeiros meses de 2010 apontam para um retorno aos níveis de 2007 e 2008.

### 1.3.2 Características da Mineração no Brasil

A evolução do número de concessões de lavra (Figura 1.16), principalmente a partir dos anos 2000, acompanha a tendência expansiva verificada na pesquisa mineral, o que gera também a expectativa de que a produção mineral brasileira alcance patamar mais elevado no futuro.

FIGURA 1.16  
Evolução do número de concessões de lavra (1990 – 2009)

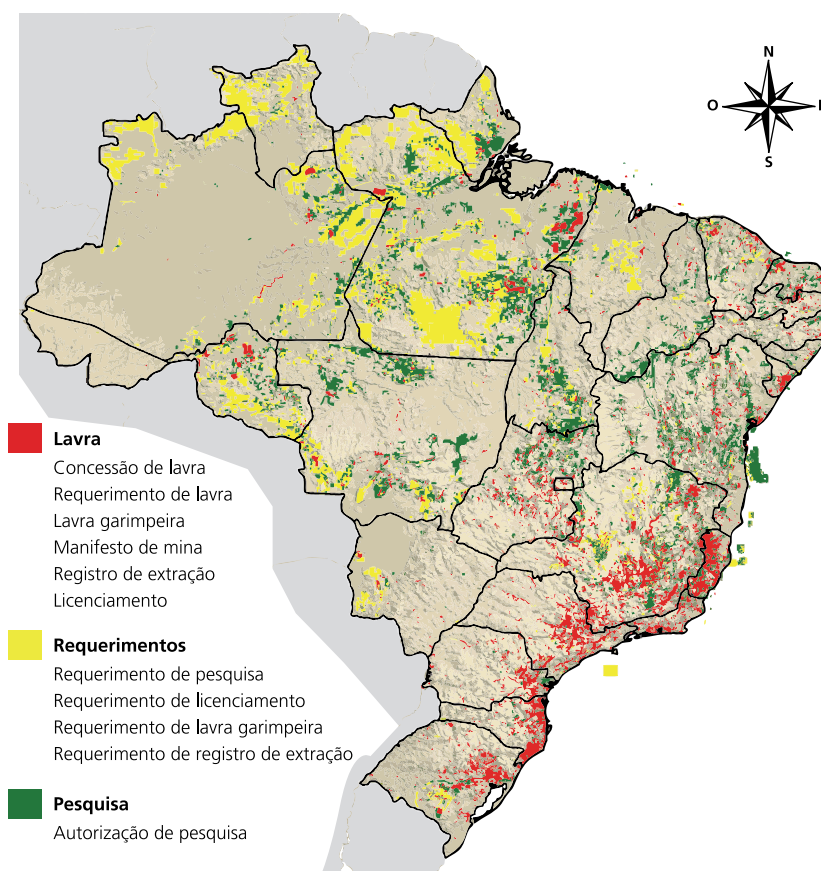


Fonte: DNPM, 2009.

No que se refere à distribuição geográfica desses títulos minerários (Figura 1.17), os processos acumulados, base 2009, evidenciam os requerimentos de pesquisa (30.559), as autorizações de pesquisa (68.184) e as concessões de lavra (8.481).



**FIGURA 1.17**  
**Distribuição geográfica das áreas outorgadas pelo DNPM (2009)**



Fonte: DNPM.

A mineração brasileira contribui com US\$ 17 bilhões no PIB nacional, gera um valor de produção mineral (VPM) de US\$ 26 bilhões, com exportações de US\$ 20 bilhões e importações de US\$ 11 bilhões, o que representa um fluxo de comércio de US\$ 31 bilhões e um saldo comercial de US\$ 9 bilhões (Tabela 1.6).

**TABELA 1.6:**  
**Indicadores econômicos da mineração (2008)**

Indicadores	Mineração (US\$ bilhões)
VPM – Valor da Produção Mineral	26
PIB setorial	17
Exportações (A)	20
Importações (B)	11
Comércio Internacional (A + B)	31
Saldo Comercial (A – B)	9,0

Fonte: Sinopse, 2009, SGM-DNPM.

O DNPM registra a lavra de 55 substâncias minerais (AMB, 2008), entre as quais 12 têm expressão internacional, respondendo por mais de 4% da produção global. A Tabela 1.7 apresenta a produção e as reservas das doze substâncias acima citadas.

TABELA 1.7

**Classificação da produção e das reservas minerais do Brasil em termos mundiais (2008)**

Bem Mineral	Produção Mineral		Reservas Minerais	
	posição	participação	posição	participação
Nióbio	1º	98%	1º	98%
Manganês	2º	20%	6º	1,1%
Ferro	2º	17%	5º	11%
Tantalita	2º	28%	1º	50%
Bauxita	3º	14%	5º	6,8%
Crisotila	3º	12%	n.d.	n.d.
Magnesita	3º	8,8%	4º	14%
Rochas Ornamentais	3º	7,7%	n.d.	n.d.
Grafita	3º	7,5%	2º	35%
Vermiculita	4º	5,6%	n.d.	n.d.
Caulim	5º	6,8%	n.d.	n.d.
Estanho	5º	4,1%	3º	13%

Fontes: Sumário Mineral, 2009, DNPM e Sinopse 2010, SGM-DNPM.

Informações quantitativas sobre produção, importação, exportação e consumo aparente<sup>5</sup> dos principais minérios metálicos (ferrosos e não-ferrosos), relativas ao ano de 2008, estão apresentadas na Tabela 1.8. No segmento dos metálicos o destaque, pela relevância econômica, é para o minério de ferro. A Tabela 1.9 apresenta as informações para bens minerais não-metálicos selecionados.

TABELA 1.8:

**Produção, importação, exportação e consumo de minerais metálicos (2008)**

Ferrosos	Un.	Produção	Importação	Exportação	Consumo
Minério de Ferro	Mt	351	0	231	120
Pelotas	Mt	55	0	50	5
Manganês	Mt	3,21	0,12	2,0	1,33
Nióbio (Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> contido)	kt	61	0	0	61
Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> contido)	kt	300	12,6	24,4	288
<b>Não-Ferrosos</b>					
Bauxita (metalúrgica)	Mt	26,8*	0	6,22	17,4
Alumina	Mt	7,82	0	4,56	3,26
Cobre (Cu contido)	kt	216	143	152	207
Chumbo (Pb contido)	kt	15,4	0	15,4	0
Estanho (Sn contido)	kt	13	0	0	13
Níquel (Ni contido)	kt	67,2	0	0	67,2
Zinco (Zn contido)	kt	174	111	0	285
<b>Metais Preciosos e Especiais</b>					
Ouro	t	55	0,26	37	18
Tantalita (concentrado)	t	264	0	54,0	210

Fontes: Sumário Mineral, 2009, DNPM e Sinopse 2010, SGM-DNPM.

Nota: \* produção em base úmida.

5. Quando houver referência a consumo está se falando de consumo aparente.



TABELA 1.9  
Produção, importação, exportação e consumo de minerais não-metálicos (2008)

Não-Metálicos	Un.	Produção	Importação	Exportação	Consumo
Água mineral	ML	4.371	0	0	4.371
Amianto (crisotila)	kt	288	21,4	178	131
Areia construção civil	Mt	279	0	0	279
Brita	Mt	217	0	0	217
Areia industrial	Mt	5,8	0	0	5,8
Argila (cerâmica vermelha)	Mt	168	0	0	168
Barita (beneficiada)	kt	23,3	5,38	0,11	28,6
Bentonita (beneficiada)	kt	265	216	9,74	471
Calcário	Mt	45	0	0	45
Calcário agrícola	kt	22,7	0	0	22,7
Caulim	Mt	2,67	0	2,6	0,07
Enxofre	Mt	0,513	2,31	0,001	2,82
Feldspato	kt	122	2,09	7,2	117
Fluorita	kt	63,2	40,4	0,34	103
Fosfato (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Mt	2,47	0,57	0,00	3,04
Gipsita	Mt	3,9	0	0	3,9
Grafita	kt	77,2	0,43	17,7	59,9
Magnesita (beneficiada)	kt	421	19,9	124	317
Mica	kt	4	2,3	3	3,6
Potássio (K <sub>2</sub> O)	Mt	0,383	4,065	0,010	4,44
Rochas ornamentais	Mt	7,8	0,09	2,0	5,9
Talco e Pirofilita (beneficiado)	kt	139	11,2	9,62	140
Titânio (concentrado e rutilo)	kt	220	24,6	19,3	226
Vermiculita (não expandida)	kt	29,1	21,1	1,68	48,5
Zirconita (concentrado)	kt	25,3	24,1	0,43	49,0

Fontes: Sumário DNPM, 2009 e Sinopse 2010, SGM-DNPM.

A arrecadação da CFEM, em 2009, revela a concentração do recolhimento em poucas substâncias (Tabela 1.10). Os 16 minerais listados respondem por 95% da arrecadação e apenas dez deles somam 90%. A preponderância é para o minério de ferro (58%), na classe dos ferrosos; cobre (7%), na classe dos não-ferrosos; ouro (4%), nos metais preciosos; e fosfato (4%), na classe dos não-metálicos.

A Figura 1.18 ilustra a distribuição geográfica do recolhimento da CFEM, bem como indica os 1.923 municípios brasileiros que apresentam mineração formal, em 2009.

A produção mineral do Brasil tem como origem 2.647 minas (Universo da Mineração, DNPM, 2007), das quais:

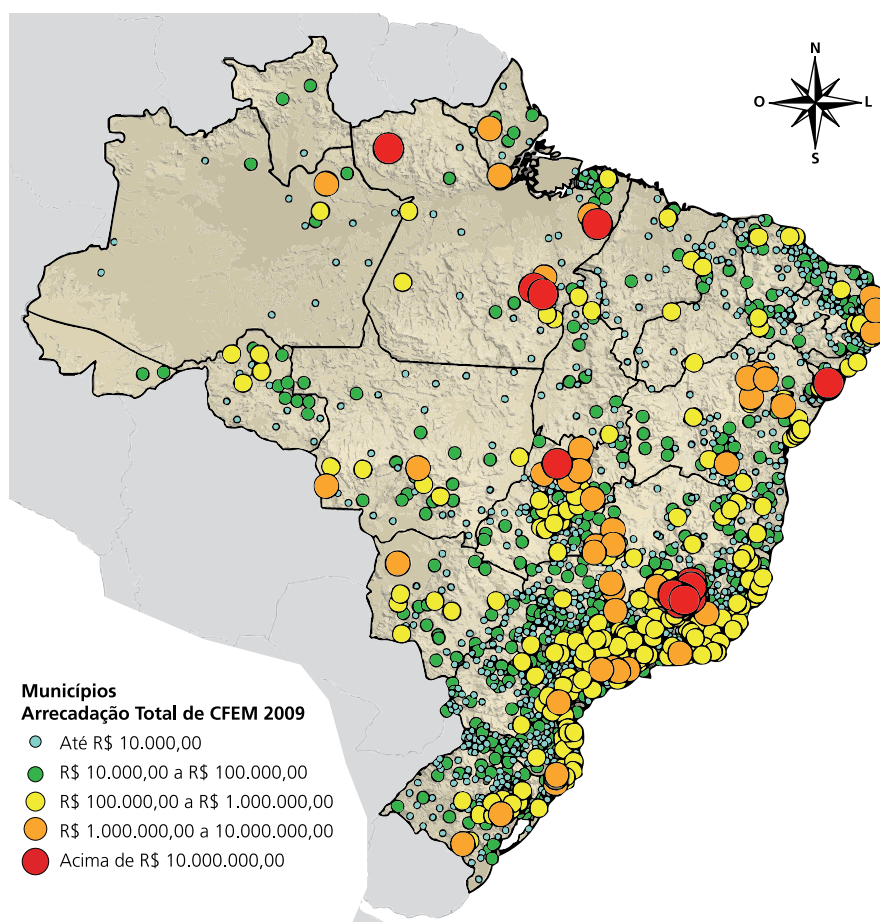
- 119 são de grande porte (acima de 1 Mt/ano, 5% do total) .
- 633 de médio porte (abaixo de 1 Mt e acima de 100 kt/ano, 24% do total).
- 1.895 de pequeno porte (abaixo de 100 kt e acima de 10 kt/ano de *run-of-mine*, 71% do total).

TABELA 1.10  
Arrecadação da CFEM (2009)

Importância	Bem mineral	Valor (R\$ milhões)	Participação
1	Ferro	427	58%
2	Cobre	48,6	7%
3	Bauxita	37,4	5%
4	Ouro	33,4	4%
5	Fosfato	30,8	4%
6	Calcário	22,7	3%
7	Manganês	21,3	3%
8	Granito	16,4	2%
9	Caulim	12,1	2%
10	Areia	11,4	2%
11	Gnaisse	8,4	1%
12	Carvão	7,5	1%
13	Basalto	7,5	1%
14	Água mineral	7,0	1%
15	Amianto	6,1	1%
16	Níquel	4,1	1%
	Outras substâncias	40,0	5%
	<b>Total</b>	<b>742</b>	<b>100%</b>

Fonte: DIPAR/DNPM, 2009.

FIGURA 1.18  
Mapa de arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral - CFEM



Fonte: DMPM. Elaboração: SGM.

Do ponto de vista regional, o Sudeste, pelo fato de ser a região mais desenvolvida do País, apresentar diversidade geológica e conhecimento do subsolo, respondia por 67,2% das minas grandes, 53,1% das médias e 41% das pequenas (período de 2001 a 2006). A Região Norte, com o maior potencial de crescimento da mineração no País, apresentava no mesmo período 10,6% das grandes, 2,7% das médias e 4,8% das pequenas.

O Nordeste, por sua vez, respondia neste período por 6,72% das minas grandes, 10,3% das médias e 13,9% das pequenas; a Região Centro-Oeste apresentava 10,1% das grandes, 8,0% das médias e 10,6% das pequenas; e a Região Sul apresentava 5,9% das grandes, 25,9% das médias e 10,6% das pequenas.

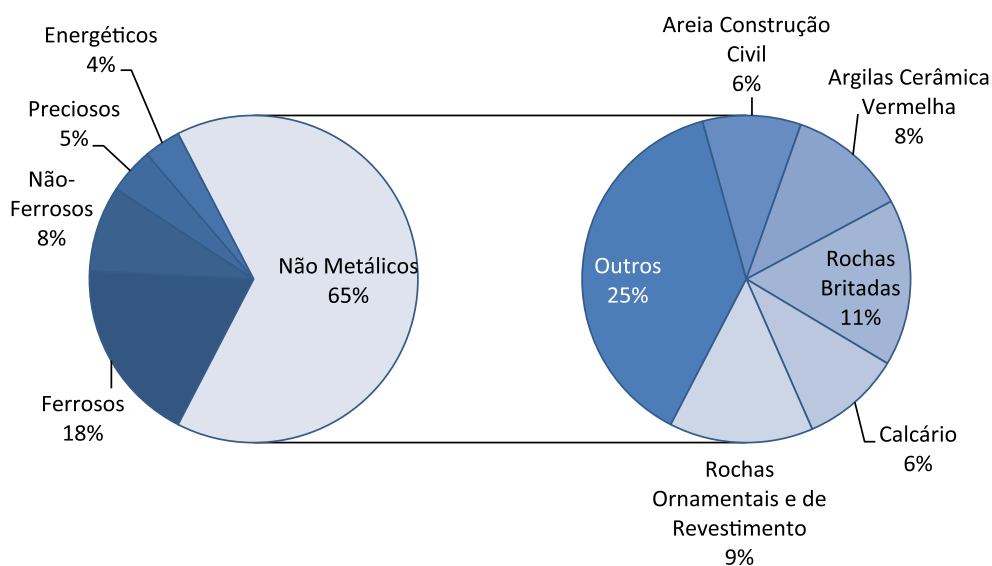
Considerando todos os portes das minas brasileiras, a Região Sudeste concentra 45,0% e a Sul, 27,3%, a região Norte 12,7% e a Centro-Oeste, 10,1%. A Região Norte apresenta 4,5% com expressiva participação das minas de grande porte.

Quanto ao método de lavra, operam 2.597 minas na modalidade “céu aberto” (98%), 47 por meio de lavra subterrânea e três mistas. Cabe destacar que não foram consideradas as minas com produção de minério bruto inferior a 10.000 t/ano (Universo da Mineração, DNPM, 2007).

Em 2008, a mineração empregou 187 mil trabalhadores, distribuídos conforme ilustra a Figura 1.19. Embora de menor expressão em termos de PIB setorial, de VPM e das exportações, o segmento dos não-metálicos, com destaque para agregados (areia e brita), rochas ornamentais, argilas e calcário é o que mais emprega mão de obra. Esses quatro bens minerais, em conjunto, geraram 75 mil empregos, em 2008.

Estima-se que as minas de pequeno porte respondam por 25% da mão de obra formalmente empregada. Considerando-se as atividades não formais, esse percentual pode alcançar 40% dos trabalhadores da mineração. Nessas pequenas unidades predomina a produção de argila para fabricação de tijolos e telhas, areia e brita para a construção civil, ardósia, calcário, gemas, gipsita, granito, diamante, feldspato, mica, quartzito e de outros bens minerais.

**FIGURA 1.19**  
**Empregos por segmento da mineração (2008)**



Fonte: Tabela 4.24 deste documento.

## 1.4 TRANSFORMAÇÃO MINERAL

O segmento da transformação é o elo da cadeia mineral que faz interface com o setor secundário da economia, agregando valor e gerando emprego a partir da mineração. Engloba o segmento da metalurgia (siderurgia, não-ferrosos, ferro-ligas, ferro-gusa e fundidos) e o dos não-metálicos (cimento, cerâmica vermelha, cerâmica de revestimento, vidro, cal, gesso, fertilizantes e outros).<sup>6</sup>

Em 2008, o valor da transformação mineral (VTM) atingiu US\$ 97 bilhões. O fluxo do comércio internacional foi de US\$ 42 bilhões, com as exportações respondendo por US\$ 24 bilhões e as importações por US\$ 18 bilhões (Tabela 1.11). Isso correspondeu a 12% das exportações totais do País. Os metálicos se destacaram com 78% do VTM e 11% do total do valor exportado pelo País, no ano em questão.

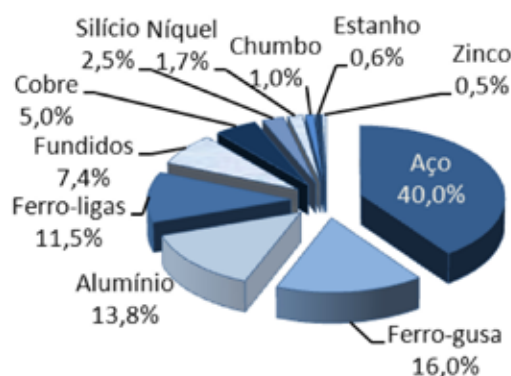
TABELA 1.11  
Indicadores econômicos da transformação mineral (2008)

Indicadores (US\$ bilhões)	Metálicos	Não-metálicos	Total
VTM – Valor da Transformação Mineral	76,0	20,8	96,8
PIB Setorial	41,0	11,6	52,6
Exportações (A)	20,9	2,7	23,6
Importações (B)	9,3	8,8	18,1
Comércio Internacional (A+B)	30,2	11,5	41,7
Saldo Comercial (A-B)	11,6	(6,1)	5,5

Fonte: Sinopse, 2009, SGM-DNPM.

Portanto, são os produtos metálicos os que mais contribuem com as exportações. Em 2008, sete produtos responderam por 75% das exportações do setor de transformação mineral, com destaque para os produtos metálicos ferrosos (aço, ferro-ligas, ferro-gusa) e silício metálico (Figura 1.20).

FIGURA 1.20  
Exportações de produtos da transformação mineral (2008)



Fonte: Sinopse, 2009, SGM-DNPM.

6. Outros: óxidos e pigmentos utilizados na indústria química; tintas, abrasivos, fritas.

Excluindo-se o ferro-nióbio, o Brasil também importa os produtos exibidos na Figura 1.20. Com exceção do cobre, chumbo e zinco, houve saldo positivo para todos eles, em 2008.

Os principais produtos da primeira transformação no Brasil, pela ordem de importância na produção mundial e percentual da participação brasileira, estão listados na Tabela 1.12. Distintamente da mineração, na etapa da transformação mineral a participação brasileira no panorama global é mais restrita. Os destaques são para o silício, o alumínio e as ferro-ligas, especialmente o ferro-nióbio, no segmento dos metálicos, e as cerâmicas de revestimento, na classe dos não-metálicos.

**TABELA 1.12**  
**Produtos da transformação mineral do Brasil e sua classificação no contexto da produção mundial (2008)**

Metálicos			Não-Metálicos		
Produto	Posição	Participação	Produto	Posição	Participação
Silício	2º	20%	Cerâmica revestimento	3º	7,6%
Alumínio	6º	5%	Cal	5º	5,1%
Ferro-ligas	6º	4%	Cimento	12º	1,7%
Fundidos	7º	3,4%	Gesso	n.d.	1,4%
Aço	9º	2,5%	Vidro	n.d.	2%
Estanho	7º	2,5%			
Zinco	12º	3%			
Níquel	13º	3%			

Fonte: Sinopse, 2009, SGM-DNPM.

A Tabela 1.13 apresenta os dados dos produtos metálicos com referência ao ano de 2008.

A siderurgia é o principal segmento da transformação de metálicos no Brasil, respondendo por metade do faturamento da metalurgia. O alumínio é o segundo em importância, seguindo-se outros não-ferrosos e ferro-ligas diversas, como nióbio, manganês, níquel e silício.

Na transformação de não-metálicos (Tabela 1.14), o cimento é o produto mais importante, respondendo por 1/3 do faturamento desse segmento. A região Sudeste correspondeu a 51% da produção nacional. Ao todo, existem 10 grupos com 68 plantas e capacidade instalada de 63 Mt. A Votorantim Cimentos responde por 41% da produção nacional de cimento.

Também merece destaque o segmento de revestimento cerâmico, em que o Brasil é o 2º maior produtor e consumidor mundial superado, em volume, apenas pelo mercado chinês. Fatores como elevada produtividade, custos de produção baixos, disponibilidade de insumos minerais e energéticos, frente a um mercado consumidor doméstico em franca expansão, sustentaram, nos últimos 15 anos, o forte crescimento de dois importantes *clusters* brasileiros de base mineral – Santa Gertrudes (SP) e Criciúma (SC). A indústria brasileira de revestimento tem uma capacidade instalada de 781 milhões de m<sup>2</sup>/ano e gera 25 mil empregos diretos, obtendo um faturamento estimado em R\$ 6,5 bilhões.

TABELA 1.13  
Produção, importação, exportação e consumo de produtos metálicos (2008)

Produtos Metálicos	Un.	Produção	Importação	Exportação	Consumo
<b>Ferrosos</b>					
Aço * (produtos siderúrgicos)	Mt	30,5	2,66	9,18	24,0
Ferro-gusa (gusa de mercado)	Mt	8,30	0,00	6,30	2,00
Ferro-ligas	kt	984	91	358	717
FeNb	kt	81,6	0	73	8,6
FeNi	kt	26,3	5,64	3,17	28,8
FeCr	kt	199	11,6	35	176
FeSi	kt	183	30,4	101	112
FeMn	kt	388	36,6	103	322
Outras Ligas	kt	106	6,76	42,8	70,0
Fundidos	Mt	3,4	0,00	0,61	2,79
<b>Não-ferrosos</b>					
Alumínio	Mt	1,66	0,212	0,946	0,926
Cobre	kt	230	251	93	388
Chumbo **	kt	0	87	0,4	86,6
Níquel	kt	25,8	4	25,3	4,5
Zinco	kt	249	39	40	248
Estanho	kt	10,8	0,891	6,69	5,00
Silício	kt	220	20,1	185	54,4

Fontes: Anuário do Setor Metalúrgico, 2009, SGM/MME e Sinopse 2009 SGM –DTTM.

Notas: \* a produção de aço bruto foi de 33,7 Mt em 2008;

\*\* o Brasil produziu 140 kt de chumbo secundário.

Importante ressaltar que o setor de transformação dos não-metálicos é base de várias atividades econômicas essenciais para o País, notadamente as indústrias que compõem o complexo da construção civil, do qual fazem parte o cimento, a cal, a cerâmica vermelha, a cerâmica de revestimento e as louças sanitárias. Outros importantes segmentos da indústria da transformação são os materiais refratários, os abrasivos e as louças de mesa.

O setor de transformação de não-metálicos é dependente das condições internas do País e as exportações são modestas, comparativamente aos metais. Todavia, há segmentos exportadores expressivos, entre os quais se destacam a cerâmica de revestimento<sup>7</sup> (US\$ 365 milhões), o vidro (US\$ 361 milhões), os abrasivos (US\$ 88 milhões), os refratários (US\$ 84 milhões), o cimento (US\$ 59 milhões) e as louças sanitárias (US\$ 32 milhões), dados de 2008. O Brasil também é importador desses produtos, tendo apresentado um saldo negativo de quase US\$ 200 milhões para o vidro em 2008.

7. O Brasil se destaca como o 4º maior exportador mundial.

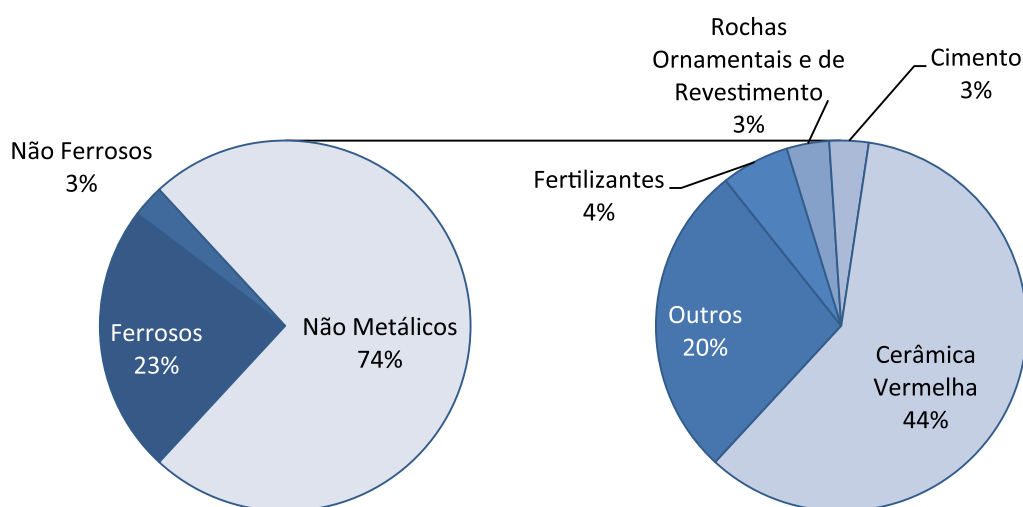
TABELA 1.14  
**Produção, importação, exportação e consumo de produtos não-metálicos (2008)**

Produtos não-metálicos	Un.	Produção	Importação	Exportação	Consumo
Cal	Mt	7,4	0	0	7,4
Cerâmica revestimento	Mm2	713	14,4	87	626
Cerâmica vermelha (peças)	109	70	0	0	70
Cimento	Mt	52	0	1	51
Coloríficos	kt	499	2,5	195	306,5
Diamante	ct	80	38	107	11
Diamante sintético	ct	0	11	0	11
Fibrocimento (10% crisotila)	Mt	2,43	0	0	2,43
Gesso	Mt	3,1	0,028	0,019	3,1
Louça de mesa (peças)	10 6	200	62,9	12,5	250,4
Louça sanitária (peças)	10 6	21	0,032	1,62	19,412
Mínero-química	Mt	4,3	11,2	0,3	15,2
Óxido alumínio (eletrofundido)	kt	50	16,3	26,6	39,7
Refratários	kt	570	32	84	518
Rochas ornamentais	Mm2	54,9	0,82	12,7	43,02
Titânio (dióxido)	kt	55	124	10	169
Vidro	Mt	2,1	0,55	0,23	2,4

Fontes: Anuário do Setor de Transformação de Não-Metálicos, SGM/MME; Sinopse 2009 SGM-DNPM; Sumário Mineral, DNPM, 2009 e MDIC.

Em 2008, o setor de transformação mineral gerou 903 mil empregos, distribuídos conforme ilustra a Figura 1.21.

FIGURA 1.21  
**Empregos por segmento da transformação mineral (2008)**



Fonte: Tabela 4.24 deste documento.



Da mesma forma que na mineração, na etapa da transformação mineral os produtos não-metálicos são os que mais empregam mão de obra, com destaque absoluto para o segmento da cerâmica vermelha, com 400 mil trabalhadores, seguido pela produção de fertilizantes, com 40 mil. Entre os produtos ferrosos é o aço que lidera, gerando 116 mil empregos, seguido pelo segmento dos fundidos, com 70 mil empregos.

Cabe ainda mencionar as **cadeias mínero-químicas**, ou seja, a transformação de minerais em produtos químicos inorgânicos. Além da fabricação de fertilizantes químicos, largamente conhecida, há ainda grande número de produtos químicos inorgânicos de base mineral com utilização nos diversos segmentos da indústria, inclusive na própria indústria química. O déficit da balança comercial dos transformados químicos inorgânicos atingiu US\$ 8,8 bilhões, em 2008 (Abiquim, 2009).

A indústria química se divide em dois importantes agrupamentos: orgânicos e inorgânicos. A indústria química inorgânica é definida pela obtenção de produtos a partir de bens minerais. Foram identificadas 32 cadeias mínero-químicas (CMQs) e 92 produtos (básicos) químicos (PQs) derivados, destacando-se as seguintes características:

- As CMQs do Brasil congregam hoje um total de mais de 424 empresas, atuantes em 32 cadeias, produzindo 92 produtos químicos (PQs) industriais derivados de fontes de matéria mineral, sendo que o mercado nacional de 2007 totalizou 31 Mt de produtos químicos;
- A capacidade produtiva instalada de 25 Mt em PQs industriais derivados das CMQs, e a produção declarada de 20 Mt, em 2007, o que representou um índice médio de 82% na utilização da capacidade instalada;
- A exportação, em 2007, totalizou 297 mil toneladas, com uma receita de US\$ 128 milhões;
- As importações, em 2007, foram de 11 Mt no valor de US\$ 2,9 bilhões;
- As dez principais CMQs representaram, em 2007, 91% do mercado nacional totalizando um volume de 28 Mt.

Percebe-se pelos dados apresentados uma dependência de importação dos PQs das CMQs. Portanto, esse é um segmento da transformação que merece análise estratégica aprofundada, a fim de identificar eventuais restrições de oferta de minerais e oportunidades de fabricação no Brasil de produtos químicos. A título de exemplo, o País deixou de produzir barrilha (carbonato de sódio), em 2008, e o dispêndio com importação atingiu cerca de US\$ 300 milhões em 2009.

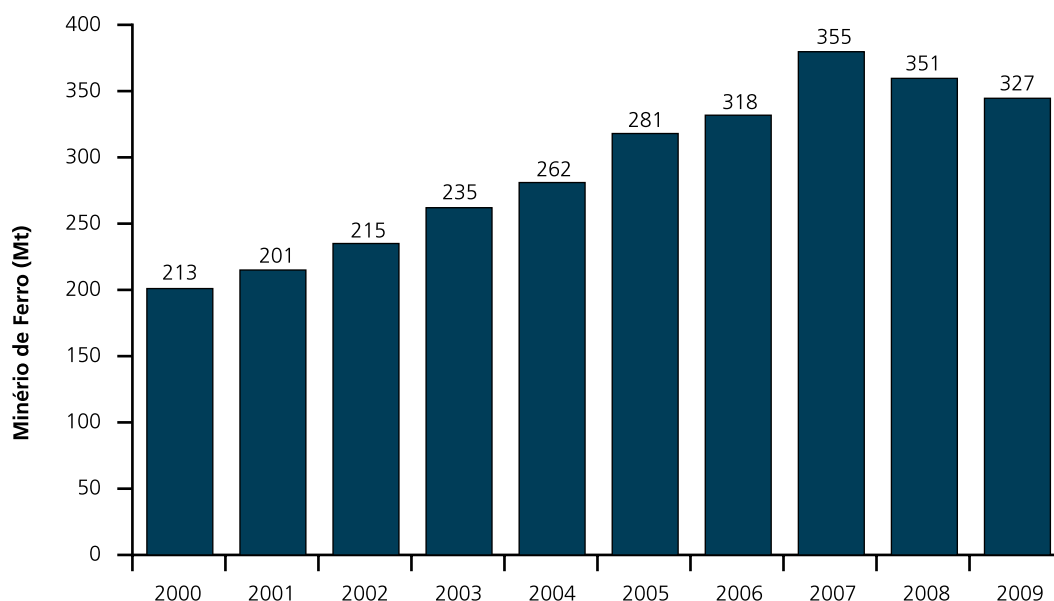
## 1.5 ANÁLISE DOS PRINCIPAIS BENS E PRODUTOS MINERAIS

### 1.5.1 Metálicos

#### 1.5.1.1 Ferrosos

A cadeia mínero-siderúrgica constitui o mais importante segmento da mineração e da transformação mineral no País em termos econômicos, quer seja pelo valor da produção quer seja pela contribuição às exportações brasileiras. O Brasil é o segundo maior produtor de minério de ferro (ferro contido), atrás da Austrália, seu grande competidor nas exportações. Em uma década, 2000 a 2009, a produção nacional de minério de ferro cresceu mais de 50% (Figura 1.22).

FIGURA 1.22  
**Produção de minério de ferro no Brasil**  
 2000 – 2009



Fonte: DNPM

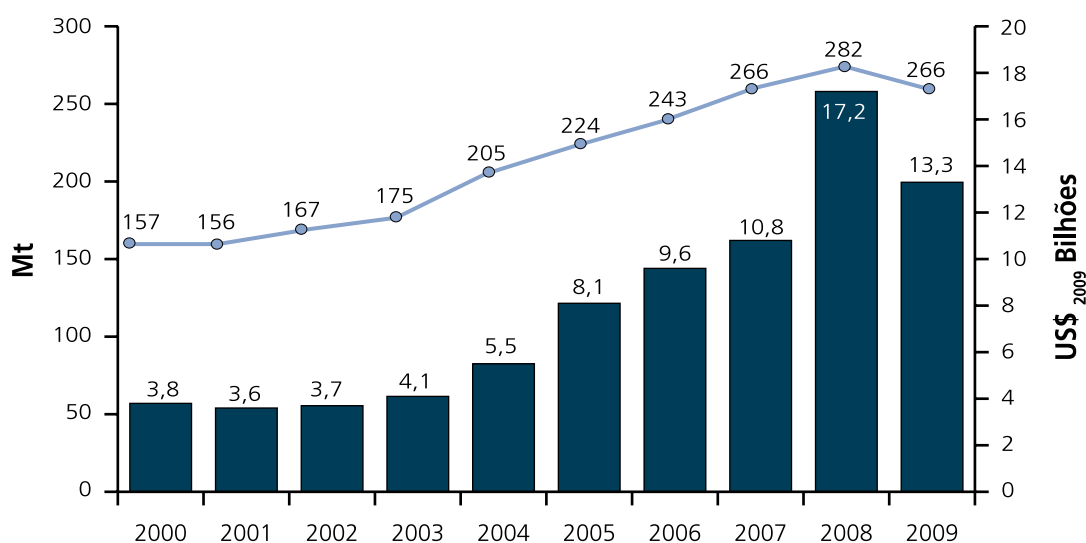
A mineração de **ferro** tem posição de destaque, respondendo, em 2008, por 61% do VPM, com produção de 351 Mt. Desse total, o mercado interno absorveu 120 Mt, 65 Mt para a fabricação de ferro-gusa e 55 Mt para a produção de pelotas, das quais 90% se destinaram à exportação. Portanto, o consumo efetivo de minério de ferro no País se limita a 20% (70 Mt) da produção nacional. Em 2008, as exportações de minério de ferro e pelotas totalizaram 84%, em valor, das exportações de minerais e 8,3% das exportações totais do País. O mercado externo absorveu 80%, 231 Mt de minério (granulado, *sinter feed* e *pellet feed*) e 50 Mt de pelotas, o que gerou a cifra de US\$ 11 bilhões e US\$ 5,4 bilhões, respectivamente.

Entre 1996 e 2008, o crescimento do consumo nacional de minério de ferro evoluiu a uma taxa de 4,5% ao ano<sup>8</sup>. No mesmo período, as exportações cresceram a uma taxa de 7,2% ao ano, o que demonstra a diferença entre as dinâmicas da demanda nacional e externa, esta com ritmo bem mais intenso.

É importante notar que, distintamente de décadas passadas, os preços do minério de ferro têm acompanhado a evolução da produção, por força do comportamento da demanda. A alta dos preços iniciou em 2003, quando as exportações brasileiras atingiram US\$ 4 bilhões (Figura 1.23). A causa principal desse aumento foram as exportações para a China, para atender o crescimento acelerado de sua siderurgia.

8. Fonte: Economia Mineral do Brasil – 2010; DNPM/MME

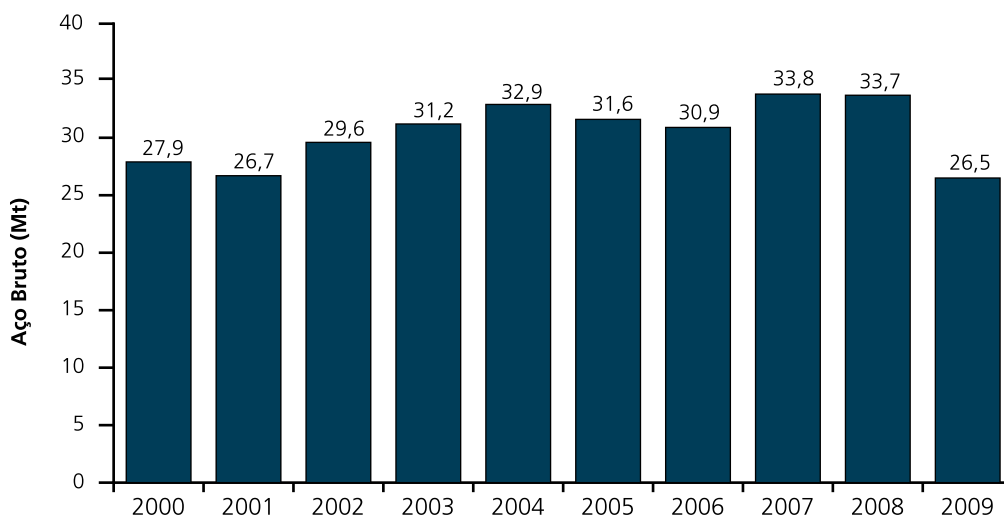
FIGURA 1.23  
Evolução das exportações de minério de ferro no Brasil  
2000 – 2009



Fonte: MDIC.

Em relação ao  **aço**  bruto, a produção mundial, em 2008, foi de 1.300 Mt e o Brasil manteve a participação de 2,5%, ocupando a 9ª posição entre os países produtores. No período de 2000 a 2008, a produção de aço bruto do País cresceu 21%, mas o ano de 2009 interrompeu essa tendência, registrando a menor produção do período de 26,5 Mt, (Figura 1.24). O Brasil finalizou o ano de 2009 com 27 usinas siderúrgicas, 12 integradas e 15 semi-integradas de propriedade de 13 grupos empresariais, com capacidade produtiva de 42 Mt. O valor das exportações, em 2008, foi de US\$ 8,1 bilhões e das importações, US\$ 3,7 bilhões.

FIGURA.1.24  
Produção de aço bruto no Brasil  
2000–2009



Fonte: IABr.

O faturamento do setor siderúrgico, em 2008, foi de US\$ 43 bilhões, com taxa de crescimento de 35% em relação ao ano anterior. Nos anos recentes, no Brasil e no mundo, as siderúrgicas têm adquirido minas de minério de ferro com o objetivo de alcançar a autossuficiência e, em decorrência, evitar o impacto nos custos devido a aumentos dos preços do minério.

A produção brasileira de **ferro-gusa**, em 2008, foi de 34,8 Mt. As usinas integradas produziram 26,5 Mt (76%) e os guseiros independentes, 8,3 Mt. A capacidade instalada para os produtores independentes é de 10 Mt ao ano. No Brasil há dois pólos consolidados de produção do gusa, o de Carajás (PA e MA) e o de Minas Gerais. Atualmente, Brasil, Rússia e Ucrânia são os principais países produtores-exportadores. O ano de 2009, em função da crise global, teve um impacto negativo nas exportações de gusa, em que os EUA são principal cliente externo, e a produção brasileira caiu de 8,3 Mt para 4,3 Mt.

As **ferro-ligas** são compostas pelo ferro com adição de elementos metálicos, como manganês, silício, níquel e nióbio, entre outros. São insumos importantes para a indústria siderúrgica. O parque brasileiro é composto por 18 empresas, cuja oferta de algumas ferro-ligas especiais de baixo consumo é suficiente para o abastecimento do mercado interno e a exportação. O setor é tradicional fornecedor no mercado internacional, com a média histórica da exportação de 30% da produção. É estratégico para o setor manter esse percentual de produção para venda nos mercados internacionais conquistados nos últimos 40 anos. Os principais países de destino das exportações foram o Japão, os Estados Unidos, o Reino Unido e a Alemanha.

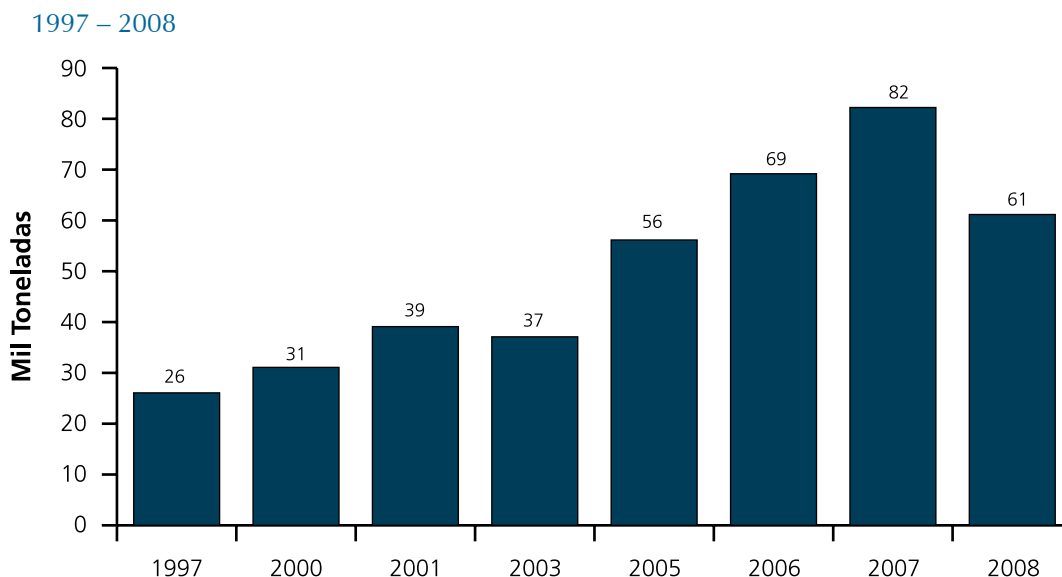
O minério de **manganês** é insumo fundamental para a indústria siderúrgica que, em 2008, utilizou 85% da produção interna desse bem mineral. A produção mundial, em 2008, foi de 14 Mt e a produção brasileira se mantém em 2º lugar no *ranking* mundial desde 2001, com produção, em 2008, de 3,2 Mt, com aumento de 28% em relação a 2007. As ferro-ligas à base de manganês representam o maior volume de produção entre as ferro-ligas nacionais com 388 kt, em 2008. A Vale responde por cerca de 80% da produção nacional de manganês, seguida pela Mineração Butirama.

As exportações brasileiras de manganês, em 2008, foram de 2,0 Mt com taxa média de crescimento anual de 10,7%, entre 2000 e 2008. O consumo aparente nacional evoluiu à taxa de 5,9% ao ano, revelando assimetria entre as dinâmicas dos mercados interno e externo.

Em relação ao **nióbio**, a posição do Brasil no contexto internacional é marcante, com o País respondendo por 98% da produção mundial. A taxa média anual de crescimento da produção, entre 2000 e 2008, foi de 6% (Figura 1.25). O total da produção no Brasil é utilizada integralmente pela Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração - CBMM (MG), Mineração Catalão de Goiás (GO) (Anglo American) e, em menor escala, a Mineração Taboca (AM), que operam de forma integrada, utilizando o concentrado para a produção da liga ferro-nióbio, outras ligas e o óxido de nióbio. Não há comercialização do minério bruto ou concentrado (pirocloro) no mercado interno ou externo. As reservas de nióbio no Brasil estão localizadas nos estados de Minas Gerais, Amazonas e Goiás. Em 2008, a cotação da liga de ferro-

nióbio atingiu o preço médio de US\$ 33 mil/t, refletindo a valorização das *commodities* internacionais. Em 2006, a cotação média foi próxima a US\$ 14 mil/t.

FIGURA.1.25  
Produção de nióbio no Brasil



Fonte: DNPM.

Quanto à produção de **chromo (cromita)**, 94% são absorvidos pela indústria metalúrgica, 4% pelo setor de fundição e 2% pela indústria química. Respondem pela produção a Ferbasa (BA), a Magnesita (BA), a Mineração Vila Nova (AP) e a Cromita Pinhuense Ltda (MG). Quase a totalidade da cromita produzida na Bahia é absorvida pelo mercado nacional, destinada à produção de ferro-ligas à base de cromo. Da cromita produzida no Amapá, cerca de 70% é destinada ao mercado externo, tendo como principal consumidor a China. A Ferbasa verticaliza a produção para ferro-ligas enquanto a Magnesita produz cromita refratária; juntas responderam por cerca de 77% da produção nacional. A Mineração Vila Nova responde por cerca de 23%, entretanto, sem verticalização da produção. Em 2008, a produção de cromita ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  contido) foi de 300 kt e de ligas de cromo, 196 kt.

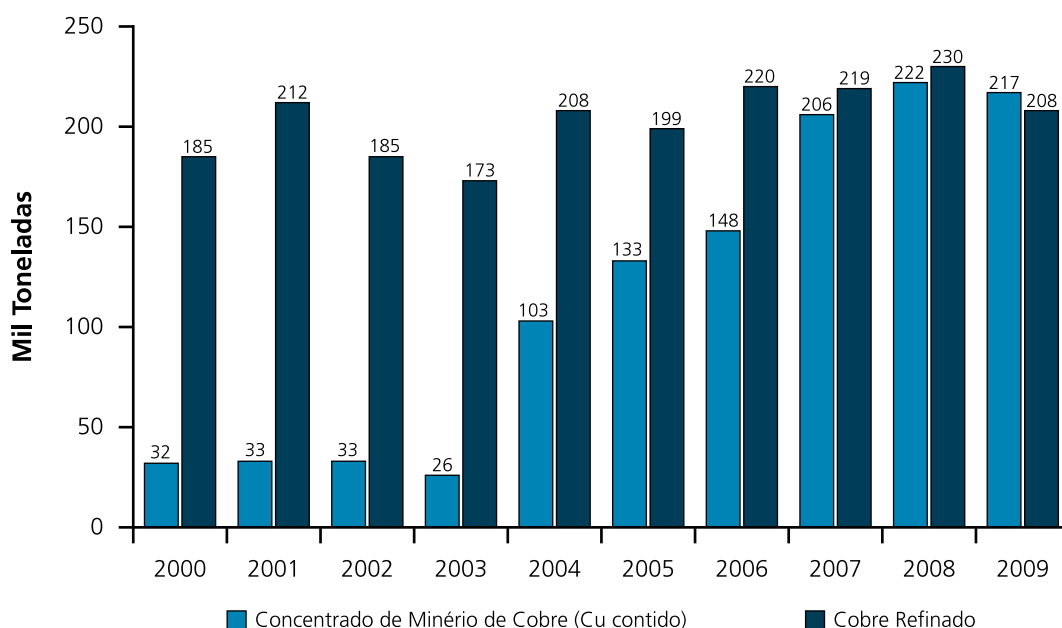
#### 1.5.1.2 Não-Ferrosos

A mineração brasileira de minerais não-ferrosos conta com empresas de elevada capacidade técnica e organizacional, como a Vale (cobre e níquel), a Votorantim Metais (níquel, zinco e chumbo) e a Anglo American (níquel). Nesse conjunto, a produção da maioria dos bens minerais supera o consumo interno, com exceção do zinco e do chumbo, cuja produção nacional não atende a demanda interna.

No caso do **cobre**, a produção brasileira de concentrado foi de 216 kt, em 2008, proveniente na quase totalidade das empresas Caraíba Mineração (BA), Vale (PA) e Yamana (GO). A mineração do cobre no Brasil não é integrada a jusante da cadeia produtiva metalúrgica. Assim, as empresas mineradoras comercializam

suas respectivas produções tanto no mercado interno como no mercado externo, a depender de fatores mercadológicos relacionados ao câmbio, carga tributária e políticas de incentivo. Essa característica do mercado da mineração do cobre proporciona um comércio exterior em que o Brasil é tanto importador quanto exportador do minério concentrado. Em 2008, o consumo aparente de concentrado foi de 207 kt, o que representou 96% da produção nacional. A Figura 1.26 apresenta a evolução da produção de concentrado de cobre e do metal refinado a partir de 2000.

**FIGURA 1.26**  
**Produção brasileira de concentrado de cobre e cobre refinado**  
 2000 – 2009



Fontes: Sumário Mineral, DNPM e Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico, SGM.

Em relação à **bauxita**, o Brasil detém posição de liderança no mercado internacional e é o segundo no *ranking* mundial de produção. Cerca de 96% da oferta nacional são de bauxita metalúrgica e se destinam à produção da **alumina**, sendo o restante usado como refratário.

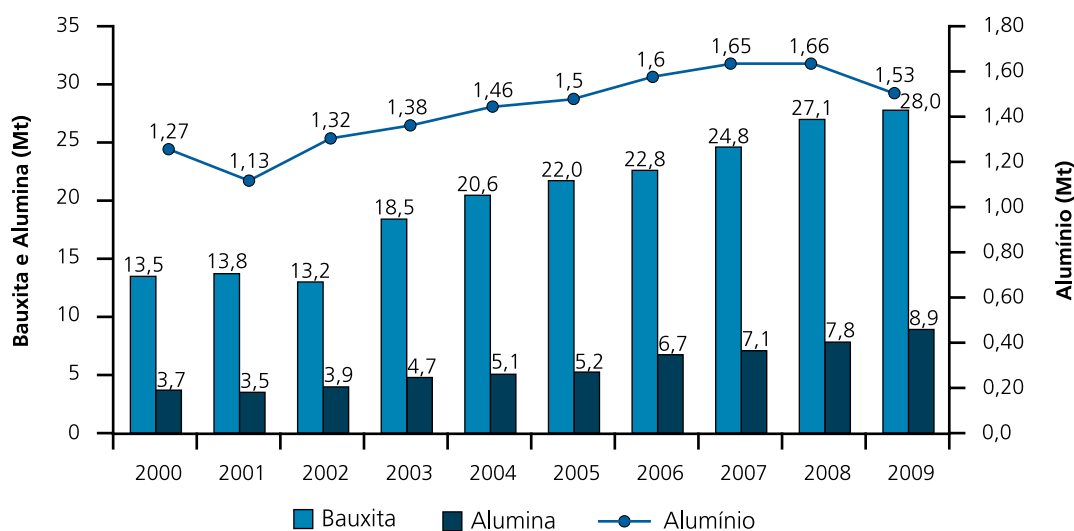
As reservas mundiais de bauxita são de 34 bilhões de toneladas e, no Brasil, atingem 3,4 bilhões, principalmente no Pará e em Minas Gerais. As maiores mineradoras de bauxita no Brasil são: MRN, Vale, Novellis, Alcoa, CBA e Curimbaba (esta, de bauxita refratária). Em 2009, foi inaugurada a mina de Juriti (PA), pela Alcoa, com capacidade anual de produção de 2,6 Mt. Os investimentos recentes e anunciados de ampliação têm privilegiado a produção de bauxita e alumina.

Em 2008, o País produziu 27 Mt e exportou 6,2 Mt de bauxita. O consumo interno foi destinado para a transformação intermediária de 7,8 Mt de alumina que tiveram o seguinte destino: 3,2 Mt para a obtenção do metal no País e 4,6 Mt para a exportação.

O **alumínio** é o segundo metal mais produzido no mundo, depois do ferro, com 38 Mt em 2008, devido às propriedades do metal e à existência de minas de grande porte. O Brasil participa com cerca de 4,5% da produção mundial, sendo o 6º no ranking dos produtores. No Brasil, as principais empresas produtoras de alumina e alumínio são: Alcoa, Alcan, Alunorte, BHP, CBA e Novelis. A Vale vendeu seus ativos da cadeia produtiva de alumínio em maio de 2010 para a empresa norueguesa Norsk Hydro e passou a ser seu sócio minoritário.

A produção brasileira de alumínio primário, em 2008, foi de 1,66 Mt, com modesto crescimento em relação a 2007. O consumo aparente foi de 927 kt e as exportações brasileiras foram de 946 kt. A Figura 1.27 mostra a produção de bauxita, alumina e do metal, a partir de 2000.

FIGURA 1.27  
Produção brasileira de bauxita, alumina e alumínio  
2000 – 2009



Fontes: DNPM e ABAL.

Em relação à cadeia do alumínio, os produtores alegam que o custo da energia elétrica não é competitivo para a produção do metal e estimam que, em alguns anos, o crescimento do consumo reduzirá sua capacidade excedente para exportação, ou mesmo o País dependerá de importações.

Quanto a produção de **níquel**, em 2008, o Brasil ocupou o 13º lugar no mundo, atingindo a marca de 67 kt de níquel contido, incluído o presente na liga FeNi. A oferta mundial, em 2008, foi da ordem de 1,6 Mt, sendo Rússia, Canadá e Indonésia os principais produtores. As duas principais empresas produtoras no Brasil são a Votorantim e a Anglo American, com três complexos metalúrgicos produzindo matte de níquel, liga FeNi, carbonato de níquel e níquel eletrolítico. A empresa Mirabella iniciou suas operações em 2009, na Bahia, produzindo sulfeto de níquel para exportação (50%) e comercializando o restante para produção metálica no Brasil. A Vale



está em fase de implementação do projeto Onça Puma, no Pará. Outro importante projeto de níquel está em fase de implementação pela Anglo American, em Barro Alto (GO). Estes dois projetos adicionarão 100 kt de níquel contido em ferro-liga à capacidade produtiva anual do Brasil. O tipo de minério desses projetos é predominantemente laterítico. A mina da Mirabella (BA) foi uma exceção, sendo uma das maiores descobertas de níquel sulfetado nos últimos anos no mundo.

Outros projetos de níquel em fase de avaliação são Vermelho (PA) e São João do Piauí (PI), da Vale, e Jacaré (PA), da Anglo American. O Brasil, com as suas reservas e seu potencial geológico, apresenta condições de se transformar em um importante produtor mundial de níquel.

No caso do **estanho**, o Brasil já foi o maior produtor mundial na década de 1980, com produção de 50 kt e, nos anos seguintes, declinou até o nível de 13kt, em 2008. A Indonésia é o maior produtor mundial, seguido pelo Peru e pela Malásia. A produção atual de cassiterita provém da Mineração Taboca (AM), adquirida em 2009 por uma empresa peruana, e de garimpos em Bom Futuro (RO). O País não exporta cassiterita, sendo o estanho produzido principalmente na empresa Mamoré, com a fundição localizada no Estado de São Paulo.

Em 2008, o Brasil produziu 174 kt de **zinco** contido em concentrado, cerca de 1,5% da produção mundial, e importou 111 kt para complementar as necessidades da metalurgia do zinco. Em nível mundial, a produção de zinco atingiu 11,3 Mt, sendo China, Austrália e Peru os maiores produtores. A Votorantim responde por praticamente 100% da produção nacional, na região de Vazante e Paracatu. Há uma necessidade de elevação das reservas de zinco para manter os níveis atuais de produção, bem como para aumentar a oferta interna de concentrado. A produção metálica atingiu 249 kt, o suficiente para atender o mercado interno.

A produção mundial de **chumbo** atingiu 3,8 Mt, em 2008. Os maiores produtores mundiais são China, Austrália e EUA. A produção brasileira de concentrado de chumbo atingiu, em 2008, 15 kt de metal contido. Derivado da produção mineral de zinco da Votorantim, o concentrado é todo exportado, por não haver metalurgia do chumbo no País. Essa situação deverá mudar com o início das operações do Projeto Polimetálicos II da Votorantim, em Juiz de Fora (MG), que utilizará o concentrado e resíduos de chumbo como insumos para produzir o metal. Grande parte do consumo brasileiro atual é atendido pela recuperação de sucatas (147 kt ao ano), principalmente de baterias automotivas, e por importações de 87 kt do metal.

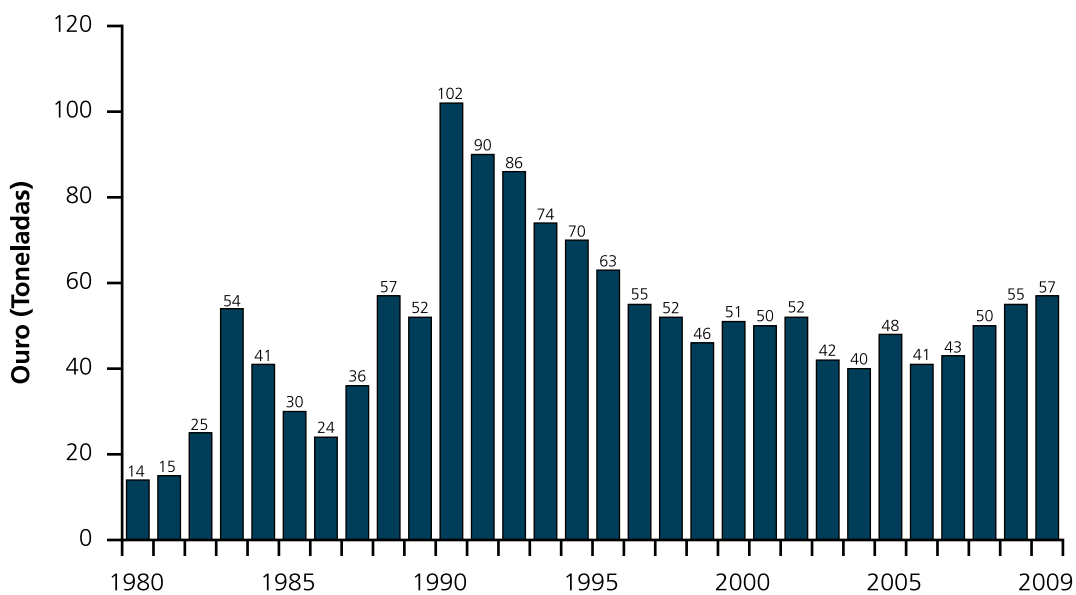
### 1.5.2 Metais Preciosos

A produção de **ouro** tem crescido no Brasil desde 2005, com o desenvolvimento de novos projetos e expansões das minas em atividade, atingindo 57 t em 2009. O principal estímulo tem sido a crescente valorização das cotações deste bem mineral. Em 2001 a cotação média foi de US\$ 273 /oz, em 2008, US\$ 872/oz e, em 2010, atingiu a marca de US\$ 1.300/oz, revelando expressiva preferência pelo ouro como um ativo de segurança, em momentos de crise financeira.

As reservas brasileiras de ouro são da ordem de 2.000 t, considerando-se as reavaliações em diversas empresas produtoras. O ouro também tem sido a substância mineral mais procurada no Brasil, com investimentos para pesquisa mineral da ordem de R\$ 580 milhões, entre 2004 e 2008. As exportações atingiram, em 2009, cerca de US\$ 1,4 bilhão. Atualmente, Minas Gerais e Bahia são os maiores produtores no Brasil, seguidos por Goiás, Mato Grosso e Pará.

A Figura 1.28 mostra a evolução da produção de ouro no Brasil desde 1980. Atualmente, verifica-se a implementação de cerca de 16 novos projetos de mineração de ouro e cobre/ouro.

**FIGURA 1.28**  
**Produção brasileira de ouro**  
1980 – 2009



Fonte: DNPM.

### 1.5.3 Não-Metálicos

No conjunto de minerais não-metálicos existem situações bastante diversas. A extração de brita e areia (agregados) para construção civil e de argilas para cerâmica vermelha é realizada por grande número de micro, pequenas e médias empresas, atendendo mercados locais e regionais. Se sobressaem o caulim, em importância econômica e nível de competência técnica e organizacional; os agrominerais (potássio, fosfato e enxofre), considerados estratégicos para o Brasil, que é um dos grandes consumidores mundiais e fortemente dependente de importações; e as rochas ornamentais, pela contribuição às exportações.

#### 1.5.3.1 Rochas e Minerais Industriais

As rochas e os minerais industriais apresentam importância crescente no mundo moderno. Suas aplicações são muito variadas, cobrindo as seguintes áreas: abrasivos, absorventes, agricultura, cerâmica, cimento, construção, eletrônica, filtragem, fundição,

indústria química, metalurgia, papel, pigmentos, plásticos, refratários, retardantes de chama, vidro, soldagem e tintas, entre outras.

Em comparação com os bens metálicos ou energéticos, as rochas e minerais industriais não costumam passar por grandes oscilações de preços. Os fatores que mais influenciam na variação dos seus preços são: a) aumento do Produto Interno Bruto do país produtor; b) investimentos em construção e obras públicas; c) descoberta de novas aplicações; d) aparecimento no mercado de substitutos ou similares e) desenvolvimento de novas tecnologias; e f) variações do preço de energia.

O segmento das rochas e minerais industriais é muito heterogêneo no Brasil. Existem empresas organizadas que operam dentro de padrões modernos e, ao mesmo tempo, certos bens minerais são lavrados de modo rudimentar, com processos produtivos simplificados. Outros minerais industriais apresentam um quadro intermediário de desenvolvimento e articulação, enquadrando-se neste caso a grafita, a magnesita, a crisotila, o calcário, a areia industrial, a barita, a bentonita, a fluorita, a gipsita e o talco.

O **caulim** para revestimento de papel alcançou a produção de 2,5 Mt de caulim beneficiado, em 2008. Destaca-se que a maior usina de beneficiamento de caulim do mundo se situa em Barcarena/PA, de onde o material é exportado para a Europa, Ásia e Estados Unidos. Além disso, a escala de produção desta unidade deu origem a um entreposto no porto de Antuérpia, com capacidade para armazenar 1,0 Mt, de onde o material é redistribuído para diversos países da Europa. Este sistema logístico é sem precedentes para os outros minerais industriais produzidos no Brasil. Há também produção de caulim para suprir o mercado doméstico de fabricação de cerâmica e louças e que é formado por pequenas empresas.

Para a **crisotila** (amianto), o Brasil é o terceiro produtor mundial, após a Rússia e a China, sendo esse mineral utilizado principalmente para a fabricação de produtos de fibrocimento. Nos últimos anos, particularmente no período de 2002 a 2008, o consumo médio de amianto no País manteve-se em 127 kt, abaixo do consumo observado nos anos anteriores. Essa redução se deve às restrições ambientais quanto ao uso de produtos fabricados com amianto, mas está prevista retomada do crescimento de seu uso, face à demanda do setor habitacional e medidas preventivas e de segurança quanto à fabricação e uso dos produtos. Entre 2002 e 2007 a variação do consumo foi de 3,7% ao ano.

No outro extremo da cadeia das rochas e minerais industriais, estão alguns bens como quartzo, feldspato e mica, cujas reservas enfrentam problemas técnicos para sua mensuração. As jazidas costumam ser irregulares, pequenas e mal conhecidas, o que dificulta o investimento da mineração organizada. Grande parte da extração é realizada de forma desorganizada, utilizando equipamentos rudimentares e mão de obra não qualificada. O mercado é pulverizado e volátil, acrescentando mais incertezas ao negócio. Do lado do consumo, existem empresas que utilizam diretamente o produto e também *traders* que se aproveitam da fragilidade e da pouca capacidade financeira e comercial do pequeno produtor.

A exemplo do resto do mundo, o segmento dos minerais industriais no Brasil tende a continuar crescendo de modo constante para atender às demandas atuais e, ainda, a novas demandas que surgem em função da dinâmica do mercado consumidor.

### 1.5.3.2 Materiais para Construção Civil

Existe no Brasil alta demanda por agregados, em função do mercado atual e projetado para a construção civil com o objetivo de superar o déficit de infraestrutura e de milhões de moradias.

A produção de **areia**, em 2008, foi da ordem de 280 Mt. No Brasil, 70% da areia são produzidas em leito de rios. Há por volta de 2.000 empresas que atuam nessa área. Os preços variam de estado para estado e, mesmo de local para local, dentro de um mesmo estado, devido aos custos do frete e da extração, além da influência da oferta e demanda. Os recursos minerais para a produção de areia são abundantes. Entretanto, algumas vezes ocorrem conflitos para extração em áreas com restrição à mineração, o que exige o ordenamento territorial para melhor definição dos locais de lavra.

A produção de **brita**, ou rochas britadas, adquire maior viabilidade econômica quando é praticada em locais próximos aos centros consumidores, por causa dos custos de transporte, porém aumenta a possibilidade de conflito com outras formas de uso e ocupação do território. O número de empresas que produzem pedra britada é da ordem de 600. A produção brasileira de brita, em 2008, foi de 217 Mt, com a seguinte distribuição do consumo regional: Sudeste, 46%; Sul, 13%; Centro-Oeste, 9%; Nordeste, 8%, e Norte, 5%.

A **argila** para cerâmica vermelha destaca-se como a 4ª maior produção da mineração no Brasil em termos de volume, posicionando-se abaixo da produção de ferro e de agregados (areia e brita). A argila é a matéria-prima fundamental para a produção da cerâmica vermelha. Em 2008, a produção estimada de peças cerâmicas foi de 70 bilhões, representando um faturamento de cerca de R\$ 6,8 bilhões. Considerando a massa média de 2,0 kg/peça, estimou-se a utilização de 140 Mt de argila.

O número de empresas atuantes nesse segmento é cerca de 5.500 que empregam por volta de 400 mil pessoas. Essa indústria faz uso intensivo de mão de obra, com predomínio das microempresas familiares, que adotam técnicas artesanais, além de empresas de pequeno e médio porte que utilizam processos produtivos tradicionais. O segmento de cerâmica vermelha faz uso de lenha nativa (50%) e resíduos de madeira (40%) como combustível. Há uma tendência ao aumento do uso de lenha de reflorestamento visando à sustentabilidade energética do empreendimento.

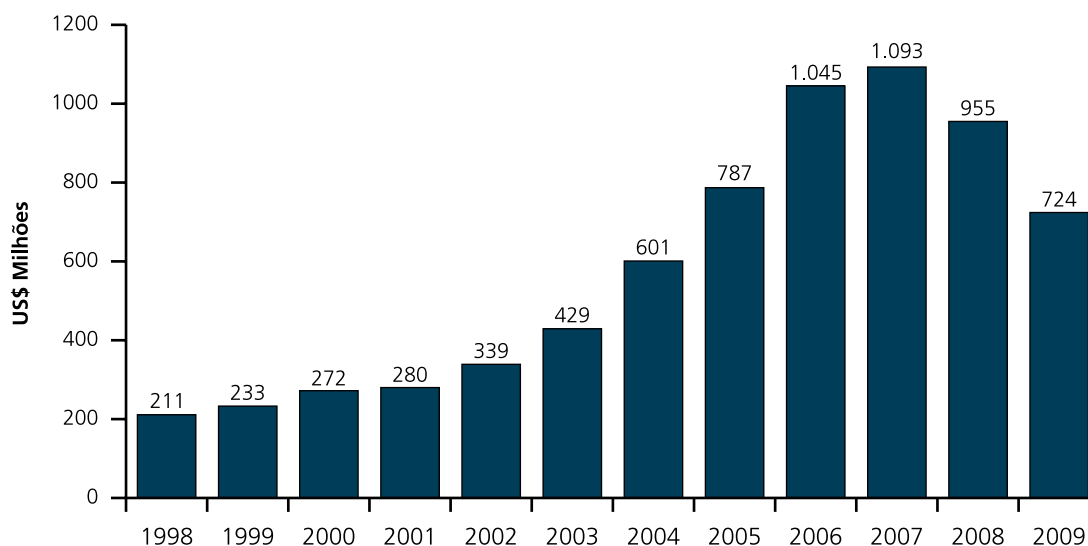
### 1.5.3.3 Rochas Ornamentais

Em relação às **rochas ornamentais e de revestimento**, que compreendem os granitos, mármore, ardósias, quartzitos e outros, o Brasil tem participação relevante no cenário mundial, sendo grande exportador de rochas brutas e processadas. O consumo observado, em 2008, foi de 5,9 Mt, obtido de uma produção de 7,8 Mt. Ao mercado externo o Brasil destinou 2,0 Mt.

Este segmento mostra grande evolução, desde a década de 1990, com substancial elevação da produção e da exportação. O crescimento do mercado norte-americano, verificado até 2007, foi um dos vetores do processo de crescimento, quando as exportações totais brasileiras atingiram US\$ 1,1 bilhão (Figura 1.29), levando o setor de rochas ao 2º lugar entre os bens minerais exportados e alcançando a posição de

5º maior exportador mundial de rochas. A cadeia produtiva envolve cerca de 11 mil empresas e gera em torno de 42 mil empregos, sendo 17 mil na extração mineral e 25 mil no beneficiamento.

FIGURA 1.29  
Exportações de rochas ornamentais  
1998 – 2009



Fonte: DNPM.

Como em praticamente todos os setores exportadores, a crise financeira de 2008/2009 também impactou negativamente o setor de rochas ornamentais. No caso do Brasil, observa-se uma tendência de elevação de vendas de blocos brutos, em que os principais países compradores, como China, Itália, Espanha e Taiwan, fazem o posterior processamento. Dessa forma, o País, que estava ampliando seu parque industrial de beneficiamento de blocos, vê a ameaça de que a agregação de valor se desenvolva em outros países que apresentam maiores vantagens competitivas, por intermédio do uso de tecnologias mais avançadas ou política de baixo preço.

#### 1.5.3.4 Agrominerais

O Brasil é o quarto maior consumidor de NPK, com 5,7% de participação mundial, após China, Índia e Estados Unidos, sendo dependente de importações para os principais insumos da cadeia de fertilizantes, que são, nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre. O consumo de fertilizantes no Brasil, de 1998 a 2008, considerando o total de vendas, teve um crescimento de 70%.

As importações necessárias para atender o consumo brasileiro de potássio, fosfato e enxofre, em valores monetários, atingiram US\$ 5,1 bilhões, em 2008, quando, em 2007, eram de US\$ 1,8 bilhão e, em 2006, de US\$ 1,1 bilhão. Há ainda outras importações, não incluídas neste cálculo, do nitrogênio sob a forma de amônia, sulfato de amônia e uréia, além da importação de produtos intermediários para fertilizantes.

A maior dependência brasileira é da importação de **potássio** que, em 2008, representou 91% da demanda nacional. Com reservas pouco expressivas, apenas 285

Mt, 0,7% do total mundial, o País tornou-se um grande importador desse insumo, principalmente do Canadá (33%) e da Bielorrússia (29%). O potássio é produzido internamente por uma única empresa, a Vale, em Sergipe, que tem capacidade de produção suficiente para abastecer 9% do consumo nacional.

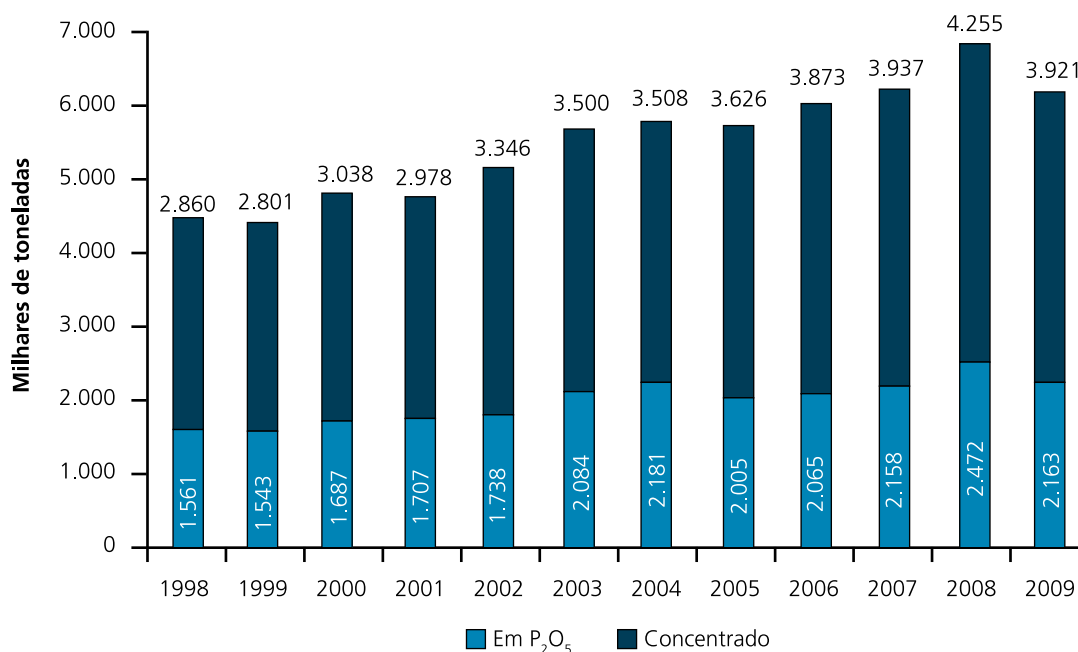
A Vale desenvolve em Sergipe estudos de viabilidade do aproveitamento dos depósitos de carnalita por processo de dissolução, enquanto o projeto de exploração das reservas de silvinita de Santa Rosa de Lima continua pendente de definição. As reservas de silvinita de Nova Olinda (AM), de titularidade da Petrobras, ainda estão em fase de estudos de viabilidade.

As reservas brasileiras de **fosfato**, em 2008, são da ordem de 337 Mt de  $P_2O_5$ , o que representa apenas 0,7% do total mundial. A produção foi de 6,7 Mt de concentrado de rocha fosfática (Figura 1.30). O Brasil é o quarto maior consumidor mundial, face à demanda do setor agrícola, mas produz apenas 4% da produção mundial, a qual alcançou, em 2008, 167 Mt, das quais a China, Estados Unidos e Marrocos participaram com 65% desse total. O País importou 1,6 Mt de concentrado fosfático para a produção de fertilizantes.

A produção de rocha fosfática no território nacional atende a 80% da demanda para a produção interna de fertilizantes fosfatados, mas apenas a 45% da necessidade total de  $P_2O_5$  do País, suprida com importações de intermediários e fertilizantes. Com os projetos em andamento estima-se que, nos próximos cinco a seis anos, o País atinja a autossuficiência em fosfato.

A produção do fosfato no Brasil provém das empresas Vale, Galvani, Coopebrás, Socal e Itafós. A Vale adquiriu, em 2009, a Bunge Fertilizantes e a Fosfertil, tornando-se a principal produtora de fosfato do País.

**FIGURA 1.30**  
**Produção de rochas fosfáticas**  
1998 – 2009



Fonte: DNPM.



Todo o **enxofre** produzido no País é de origem secundária. No ano de 2008 foram produzidas no Brasil 523 kt de enxofre, a partir das seguintes fontes: petróleo obtido nas refinarias do País (28%); folhelho betuminoso minerado em São Mateus do Sul, Paraná (4,7%) e beneficiamento minero-metalúrgico de ouro, cobre, zinco e níquel, que participou com 67% do total. A produção concentra-se em poucas empresas e os maiores produtores são Caraíba Metais (40%) e Petrobras (33%). O consumo aparente de enxofre, em 2008, foi em torno de 2,8 Mt.

O **calcário agrícola** é outro insumo mineral de grande importância para a agricultura nacional, como corretivo de acidez dos solos, e as reservas brasileiras são bem distribuídas pelos estados. O potencial de aumento do consumo, de 23 Mt em 2008, é significativo, proporcional ao aumento da área de lavouras empregadas na produção agrícola de alimentos e insumos energéticos, como grãos, cana de açúcar e outros, além da pouca utilização que é feita do calcário agrícola, menos da metade do que seria recomendado.

Os **gessos** naturais (gipsita e anidrita) e industriais (principalmente fosfogesso) são importantes fontes dos macronutrientes enxofre e cálcio e, além disso, desempenham papel relevante na estruturação e dessalinização dos solos agrícolas em regiões áridas e semiáridas. O País gera cerca de 10 Mt de fosfogesso como subproduto da produção de ácido fosfórico. Apenas cerca de 20% são aproveitados na agricultura, havendo potencial para ampliar essa aplicação e também seu aproveitamento na construção civil.

Uma alternativa para suprimento dessa demanda crescente de fertilizantes é a utilização da **rochagem**, uma técnica de remineralização/rejuvenescimento dos solos empobrecidos por processos naturais (intemperismo) ou antrópicos, pela adição de pós de rochas que contenham quantidades apreciáveis de macro (P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (V, Mo, Zn). Esta técnica funciona também como um reestruturante das condições físicas do solo, uma vez que as rochas moídas utilizadas possuem diferentes granulometrias, favorecendo seu equilíbrio. A rochagem é especialmente recomendada para agricultura familiar.

#### 1.5.4 Energéticos

O **carvão mineral** é o combustível fóssil de maior disponibilidade no mundo. As reservas totais conhecidas ultrapassam 1 trilhão de toneladas, quantidade suficiente para suprir o consumo nos níveis atuais por 190 anos, enquanto as estimativas de duração das reservas de petróleo e gás natural são de 40 e 66 anos, respectivamente (EIA/DOE 2005; BP, 2006).

O carvão produzido no Brasil se destina basicamente à geração de energia termelétrica. A produção em 2008 foi de 6,5 milhões de toneladas, das quais 53% no Rio Grande do Sul e 47% em Santa Catarina. As reservas lavráveis somam 6,6 bilhões de toneladas e, se consideradas as reservas indicadas e inferidas, atingem cerca de 17 bilhões de toneladas, compostas na sua maioria de carvão de baixo poder calorífico.

O grande desafio é a produção e uso limpo do carvão mineral por meio de: (i) desenvolvimento de tecnologias limpas na cadeia produtiva; (ii) desenvolvimento

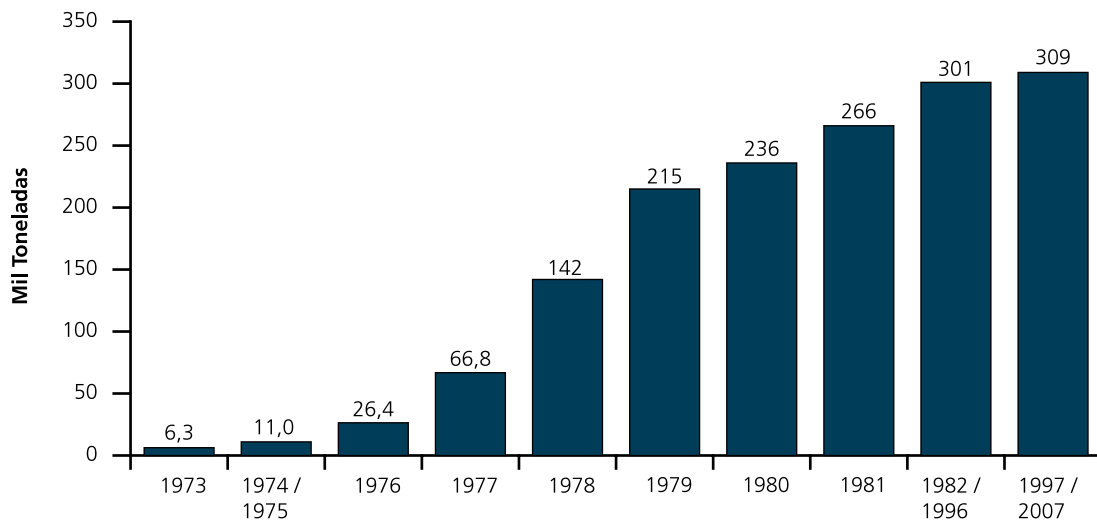


tecnológico e inovação aplicado à cadeia produtiva carbonífera, em especial para geração termelétrica, siderúrgica e carboquímica; e (iii) desenvolvimento de tecnologias para recuperação do passivo ambiental da bacia carbonífera de Santa Catarina.

O **urânio** vem ganhando nova importância nestes últimos anos. Após quase 25 anos sem pesquisa mineral, o Governo está retomando tal atividade. O processo de licitação da jazida de Santa Quitéria, no Estado do Ceará, conduzido pela Indústrias Nucleares do Brasil (INB), representa um importante avanço para a efetivação de parceria com o setor privado, no caso, com a Galvani, para a produção de urânio e ácido fosfórico.

O quadro de produção e reservas brasileiras de urânio merece atenção. As reservas atuais garantem geração de energia nuclear até 2022 (4.350 MW com 1500 t/ano de  $U_3O_8$ ) (Figura 1.31). Os estudos de oferta e demanda apontam para um déficit de produção mundial nos próximos anos, impactando os preços de  $U_3O_8$  no mercado internacional.

FIGURA 1.31  
Evolução das reservas de urânio  
1973 – 2007

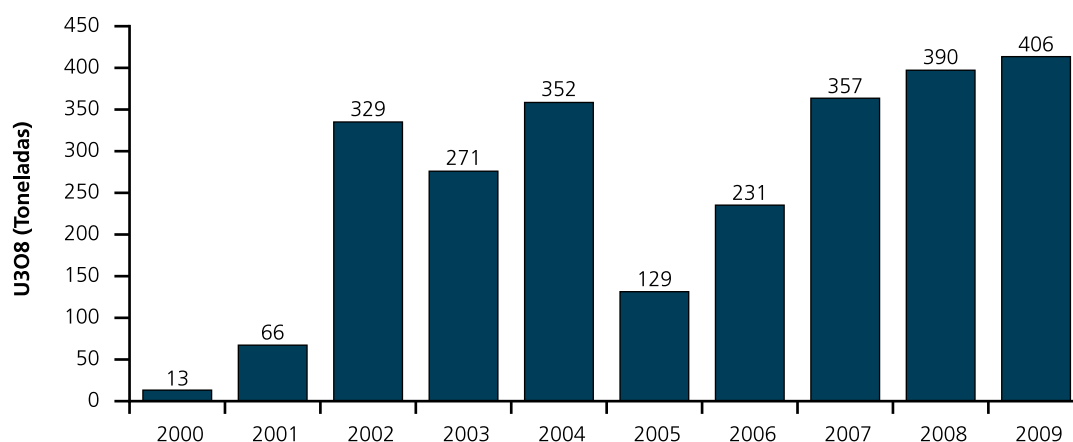


Fonte: DNPM.

A Figura 1.32 exibe a evolução da produção brasileira de urânio, desde o início das atividades da mina de Caetité (BA). Estima-se uma capacidade anual da ordem de 2 kt de  $U_3O_8$  para 2014/2015 com as expansões de Caetité (BA) e a entrada em operação do empreendimento em Santa Quitéria (CE).

As cargas e recargas de Angra I, II e III e as previsões de implantação de novas centrais nucleares, conforme o PNE-2030, elevarão, no horizonte de 20 anos, a demanda brasileira para mais de 1.000 toneladas/ano, o que torna urgente o desenvolvimento de políticas que consolidem os estudos para a ampliação da produção nacional de urânio.

FIGURA 1.32  
Produção de urânio no Brasil  
2000 – 2009



Fonte: INB.

### 1.5.5 Gemas e Diamante

As reservas medida e indicada de **gemas** no Brasil correspondem a 2,4 mil t e 3,4 mil t, respectivamente. A dificuldade de definir as reservas de gemas no País decorre da elevada informalidade do setor e das características geológicas da grande maioria dos depósitos de gemas. Além disso, não há parâmetros técnicos e científicos que possam, *a priori*, definir o grau gemológico das gemas em depósitos aluvionares, coluvionais ou mesmo em rocha primária.

Segundo o Anuário de Comércio Exterior (2006), em 2005, o Brasil ocupou o primeiro lugar no *ranking* mundial de produção em variedade e quantidade de gemas, com destaque para turmalina, topázio, ágata, ametista e citrino, e o segundo lugar entre os países exportadores de esmeralda. Além disso, o Brasil destaca-se no cenário internacional por ser o único produtor de topázio imperial e de turmalina Paraíba. A maior parcela da produção de gemas no Brasil é realizada em garimpos ou por pequenas empresas e cooperativas de mineração, situadas principalmente na Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Piauí, Rio Grande do Norte, Rondônia e Rio Grande do Sul.

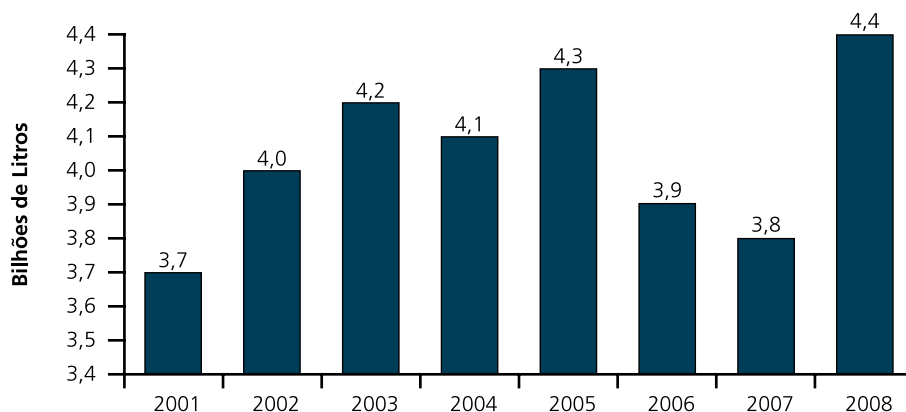
Com respeito aos **diamantes**, o Brasil é membro do Sistema de Certificação do Processo Kimberley (SCPK), criado em novembro de 2002 para promover o desenvolvimento de boas práticas entre os países participantes, com o objetivo de combater a comercialização ilegal de diamante bruto. Embora a produção brasileira não seja significativa, a adesão do Brasil ao SCPK objetiva apoiar a iniciativa de legalização do comércio internacional de diamantes brutos. A CPRM, com o intuito de desenvolver estudos abrangendo os principais aspectos da geologia do diamante no País, iniciou, em 2008, um trabalho sistemático de pesquisas voltado para o estudo de rochas portadoras de diamantes, por intermédio do Projeto Diamante Brasil.

### 1.5.6 Água Mineral

Entre 2001 e 2008, o consumo nacional de água mineral cresceu a uma taxa média anual de 2,6%, considerada modesta se comparada às taxas de crescimento observadas em outros países, em torno de 8% ao ano. Em 2008, o consumo brasileiro *per capita* foi de 24 litros.

Em 2008, foram engarrafados 4,4 bilhões de litros de água mineral (Figura 1.33). Apesar da presença de alguns grandes grupos empresariais, entre os quais se destaca o Grupo Edson Queiroz, com 12% de participação na produção em 2008, o setor é pulverizado em centenas de pequenas e micro empresas. Existem cerca de 390 indústrias de água envasada instaladas no Brasil, concentrada na Região Sudeste (48%), com destaque para São Paulo (34%), o maior produtor e consumidor.

FIGURA 1.33  
Evolução da produção brasileira de água engarrafada  
2001 – 2008



Fonte: Anuário Mineral Brasileiro – AMB 2001 a 2008.

A elevação do poder aquisitivo da população e a maior qualidade das águas minerais envasadas no País devem impulsionar sua demanda. Nesse contexto, a indústria de água mineral do País tem se desenvolvido, inclusive atraindo investimentos de grupos produtores internacionais.

A água mineral utilizada para balneários é regida pelo Código de Águas Minerais (Decreto Lei nº 7841/1945) e também pelo Código de Mineração (Decreto Lei nº 227/1967). Em 2008 foram utilizados 89 bilhões de litros de água mineral, sendo que a Pousada do Rio Quente, localizada no município de Caldas Novas (GO), respondeu por aproximadamente 50% desse valor. Também nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina os balneários com o uso de água mineral são responsáveis pelo funcionamento de expressiva rede hoteleira.

O MME publicou a Portaria nº 52, em fevereiro de 2005, aprovando o Regimento da Comissão Nacional de Crenologia, prevista no Decreto-Lei 7841, de agosto de 1945. Contando com a participantes da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), dos setores empresariais, técnico-científico, DNPM e CPRM, a Comissão tornou-se importante fórum para a discussão e promoção do aproveitamento das águas minerais do País.



## 2 DESAFIOS PARA A GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

O capítulo anterior apresentou o contexto atual do setor mineral. O diagnóstico revelou, de forma muito expressiva, dois grandes desafios: i) necessidade de dar continuidade aos mapeamentos geológicos do território nacional e ii) necessidade de ampliar a agregação de valor aos bens minerais extraídos do território nacional, a fim de multiplicar as oportunidades de geração de emprego, renda e adensamento de conhecimento por todas as etapas do setor mineral.

Este capítulo elenca uma série de outros desafios estruturantes para as dinâmicas atual e futura do setor mineral brasileiro. A elaboração do PNM-2030 parte do princípio de que a mineração fornece bens minerais para a sociedade contemporânea, atendendo aos princípios básicos da responsabilidade ambiental, da justiça social e da viabilidade econômica, sem descuidar das demandas das gerações futuras. Assim, estão agrupados no item “Setor Mineral e Sustentabilidade” seis desafios: segurança e saúde ocupacional, mineração em áreas com restrição legal, mineração na Amazônia, produção sustentável e mudanças climáticas, produção sustentável e reciclagem, e fechamento de mina.

Há também outros desafios que requerem atenção especial, pois afetam diretamente o desenvolvimento do setor, como os relativos aos minerais estratégicos, aos *royalties* e tributação mineral, aos recursos humanos, à pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I), aos micro e pequenos empreendimentos e à infraestrutura, também examinados a seguir.

### 2.1 SETOR MINERAL E SUSTENTABILIDADE

Neste item, além dos seis desafios já referidos, é importante considerar que a base da sustentabilidade não pode prescindir de um amplo conhecimento da geodiversidade, que cria as condições para um adequado ordenamento territorial, otimizando a localização das diversas atividades produtivas, dentre as quais, a própria mineração.

#### 2.1.1 Saúde e Segurança Ocupacional

A mineração é uma atividade que, por suas próprias características, expõe seus trabalhadores a diversas formas de riscos, causando comprometimentos que vão desde a invalidez por doenças crônicas ou perdas da capacidade física laboral, até a morte por acidentes graves. De acordo com a Previdência Social, a atividade mineral, especialmente a lavra, apresenta o maior nível de risco para a segurança e saúde do trabalhador (3 em uma escala de 1 a 3), junto com a construção civil e obras de infra-estrutura (Anuário Estatístico da Previdência Social, Cap. IV – Saúde e Segurança, 2005).

À parte o alto risco da atividade, a gestão da saúde e segurança dos trabalhadores da mineração é complexa, devido à natureza dos empreendimentos mineiros, com diferentes bens minerais, capacidade produtiva e método de lavra (céu aberto ou subterrânea).

Em relação aos marcos regulatórios sobre a Segurança e Saúde Ocupacional na mineração destacam-se a Norma Regulamentadora 22 (NR 22), do Ministério do Trabalho e Emprego e a Convenção 176 sobre segurança e saúde das minas, da Organização Internacional do Trabalho (OIT), aprovada em 6 de junho de 1995.

Entre as contribuições da NR 22/MTE, incorporadas nas Normas Regulamentadoras da Mineração - DNPM/MME, está a criação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes na Mineração (CIPAMIN). Outro avanço na NR22 é o Programa de Gerenciamento de Riscos, que inovou no enfoque e promoção de ações para a previsão e resolução de problemas passíveis de gerar riscos nas minas.

Embora existam um arcabouço legal e instrumentos normativos para a saúde e segurança dos trabalhadores da mineração, as estatísticas de incidência de acidentes e mortalidade se mantêm elevadas, acarretando alto custo de recursos públicos com os longos tratamentos de doenças crônicas e aposentadorias precoces, além do imenso dano causado às famílias desses trabalhadores e os prejuízos para a própria atividade econômica. Para detectar os problemas e definir políticas nacionais, o MME desenvolveu em 2010, o projeto “Capacitação de Saúde e Segurança nas Minas”, junto com empresários e trabalhadores, em trinta empresas de mineração de todo o País.

### 2.1.2 Mineração em Áreas com Restrição Legal

A demanda por bens minerais e produtos de base mineral, no Brasil e no mundo, especialmente nos países emergentes, deverá crescer substantivamente nas próximas duas décadas, o que significa que haverá mais pressão para o aumento da produção mineral.

Esse crescimento significará maior pressão quanto ao uso e ocupação do solo. Novas áreas de preservação ambiental, demarcação de terras indígenas e de quilombolas, exigências de reservas legais no caso de propriedades rurais, além de aumento da demanda por mais áreas para reforma agrária, entre outros fatores, tendem a restringir ou limitar a expansão da atividade mineral.

Outro fator restritivo refere-se à mineração em áreas de fronteiras, que representam mais de 10% do território nacional. O conceito de segurança nacional pressupõe que haja o aproveitamento econômico desses territórios, mas a legislação atual limita para empresas com capital majoritariamente estrangeiro. No caso da mineração, os investimentos devem contemplar a intensificação de outras atividades na cadeia produtiva.

Os órgãos federais, em particular o MME e o Ministério do Meio Ambiente (MMA), vêm empreendendo esforços no sentido de estabelecer uma agenda comum quanto à criação de novas unidades de conservação, licenciamento ambiental e outros tópicos relativos à mineração e meio ambiente. A preservação ambiental deve ser considerada parte integrante do processo de desenvolvimento sustentável, uma vez que esse desenvolvimento só pode ser alcançado a partir da integração e sinergias das dimensões ambiental, econômica e social.

A Lei nº 9.985/2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), proíbe expressamente a atividade mineral nas Unidades de Conservação de proteção integral e prevê regras para a pesquisa e lavra nas unidades de uso sustentável. As Unidades de Conservação de uso sustentável têm como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. No entanto, apesar de serem de uso sustentável, a atividade mineral é expressamente proibida na Reserva Extrativista (RESEX), motivo de questionamento jurídico nas outras.

A lei do SNUC prevê que no processo de criação de áreas reservadas, haja ampla consulta pública, bem como que outras partes interessadas sejam ouvidas (Decreto Federal nº 4.341, de 22 de agosto de 2002, art.5. § 1º).

O zoneamento e as regras para uso da área e dos recursos naturais, fundamentado nos objetivos gerais da Unidade de Conservação criada, são estabelecidos em seu Plano de Manejo. O zoneamento define o que se deve preservar, podendo ser reservadas zonas de proteção integral e as regras às quais deverão se submeter as atividades econômicas. Entretanto, o PM pode criar obstáculo para as atividades produtivas, na medida que a demora para sua elaboração e aprovação impossibilita o desenvolvimento das atividades minerais, pois mesmo com a permissão explícita no decreto de criação dessas Unidades, somente o PM determinará onde serão desenvolvidas.

O prazo legal para a elaboração dos PMs é de até cinco anos, sem previsão de penalidade para o descumprimento desse prazo, o que pode inviabilizar a tomada de decisão sobre os investimentos programados.

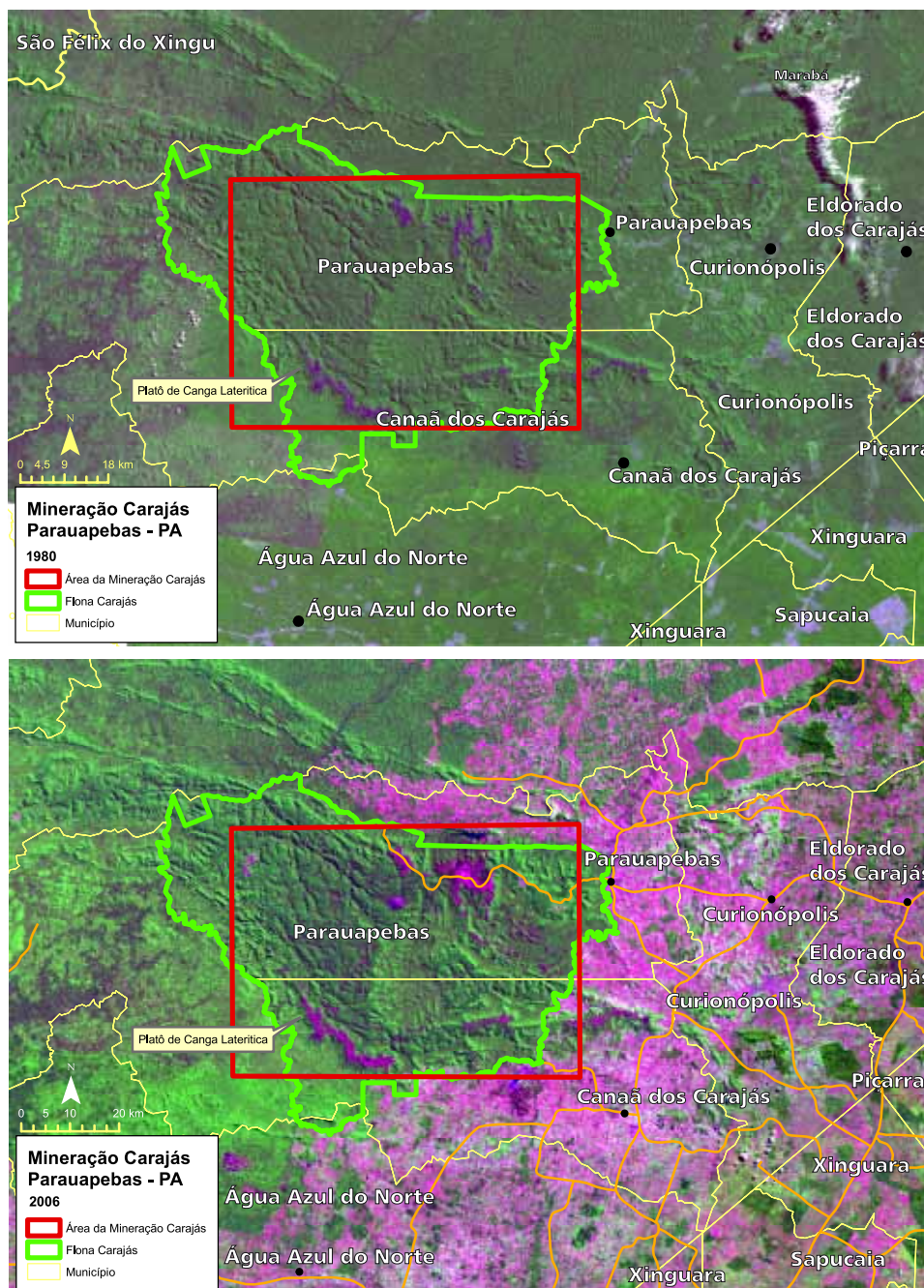
Outra dificuldade advinda da Lei do SNUC diz respeito às zonas de amortecimento, definida como a área de entorno de uma Unidade de Conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas às normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a Unidade de Conservação. A Zona de Amortecimento, pode ser definida no ato de criação da Unidade de Conservação ou, posteriormente, na elaboração do PM. Atualmente, os esforços do MME convergem para que conste no decreto de criação da UC a permissão para o desenvolvimento das atividades mínero-energéticas.

Existem vários exemplos de sucesso da convivência da atividade mineral em Áreas de Preservação Ambiental (APA) e Florestas Nacionais (FLONA). Um desses casos é a mineração praticada na Flona Carajás (Figura 2.1), no Pará

Nesse caso, as imagens de satélite de 1980 e 2006 revelam a intensa atividade antrópica na área do entorno ao projeto Carajás, que em menos de três décadas, praticamente eliminou toda a floresta nativa existente. O que restou foram as áreas protegidas que estão no entorno da mina de ferro. Na imagem se observa o impacto pontual da mineração.



FIGURA 2.1  
Flona Carajás – mineração de ferro



Fonte: imagens Landsat (INPE).  
Elaboração: SGM/MME.

Além desse, destacam-se os principais resquícios de Mata Atlântica preservados nas áreas em que estão vigentes manifestos de mina, em Minas Gerais, a mineração de bauxita em Poços de Caldas (MG), a mineração de nióbio em Araxá (MG), a mina de bauxita de Saraca-Taquera (PA), entre outros exemplos de convivência de mineração em áreas especialmente reservadas.

Os conflitos entre áreas de proteção ambiental e as atividades minerais, no que refere às regiões cársticas, foram abrandados com a edição do Decreto nº 6.640 de 2008, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional e representou um passo decisivo no desenvolvimento de atividades minerais em ambientes cársticos e pseudocársticos, com presença de cavidades naturais subterrâneas.

O Decreto nº 99.556 de 1990 proibia qualquer interferência negativa irreversível nas cavidades naturais subterrâneas, independentemente de sua relevância. Com a edição do Decreto 6.640, tornou-se possível a intervenção em todas as cavidades naturais subterrâneas, exceto as consideradas de máxima relevância.

Outras frações do território nacional também sofrem restrições quanto à atividade mineral. Destacam-se as terras indígenas, que recobrem 25% da Amazônia Legal e 12% do território nacional, e as áreas de quilombolas, conforme legislação e normas aplicadas pela Fundação Palmares do Ministério da Cultura.

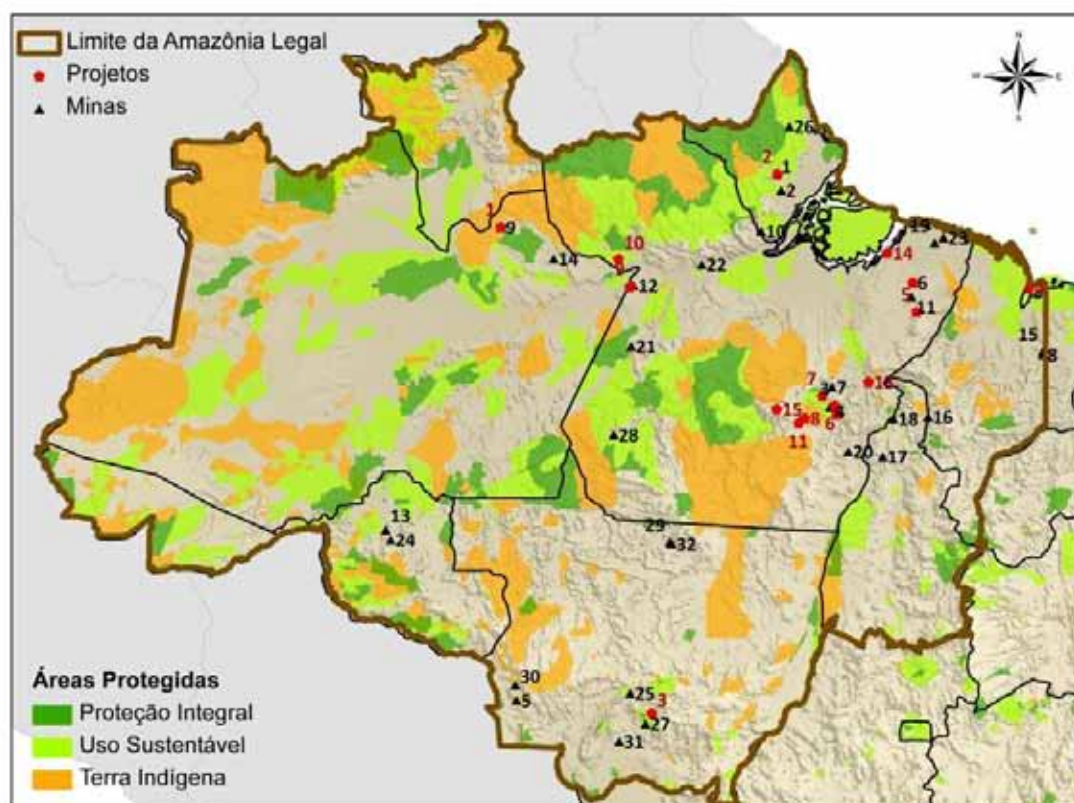
A Constituição Federal de 1988, no § 3º, do art. 231, prevê a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas, após aprovação do Congresso Nacional, desde que as comunidades afetadas sejam ouvidas, assegurando-lhes participação no resultado da lavra. No entanto, até hoje, não foi aprovada a lei que regulamenta o referido artigo, mesmo havendo diversos Projetos de Lei tramitando no Congresso.

A reserva legal é obrigatória em toda e qualquer propriedade rural. Na Amazônia equivale a 80% da propriedade e no resto do País este percentual é de 20%. As reservas legais impõem uma série de restrições como corte raso, abertura de estradas, entre outras intervenções. Embora a reserva legal deva ser averbada em Cartório, as suas margens podem ser alteradas, além de não precisar ser necessariamente contínua. O empreendedor pode distribuir essas áreas de forma que sejam ecológica e ambientalmente interessantes, tanto para os propósitos da preservação como da produção mineral.

### **2.1.3 Mineração na Amazônia**

A Amazônia é a atual fronteira de expansão da mineração no Brasil, o que desperta otimismo e, ao mesmo tempo, preocupações, dada sua extensão territorial, que representa 60% da área do Brasil, e os conflitos em relação ao uso e ocupação do território (Figura 2.2). Grandes empreendimentos ali floresceram ao longo da segunda metade do século XX, tais como: a lavra de manganês da Serra do Navio (AP); de bauxita do Trombetas, Paragominas e Juruti (PA); de estanho de Pitinga (AM) e de Rondônia; de ferro, manganês, cobre e níquel de Carajás (PA); de caulim do Jari (AP) e da bacia do rio Capim (PA); de alumina e alumínio de Barcarena (PA); de escoamento de ferro-gusa pela ferrovia de Carajás, entre outros.

FIGURA 2.2  
 Amazônia – projetos de mineração e minas estabelecidas *versus* áreas protegidas



Fontes: IBGE, DNPM e ICMBio.  
 Elaboração SGM/MME.

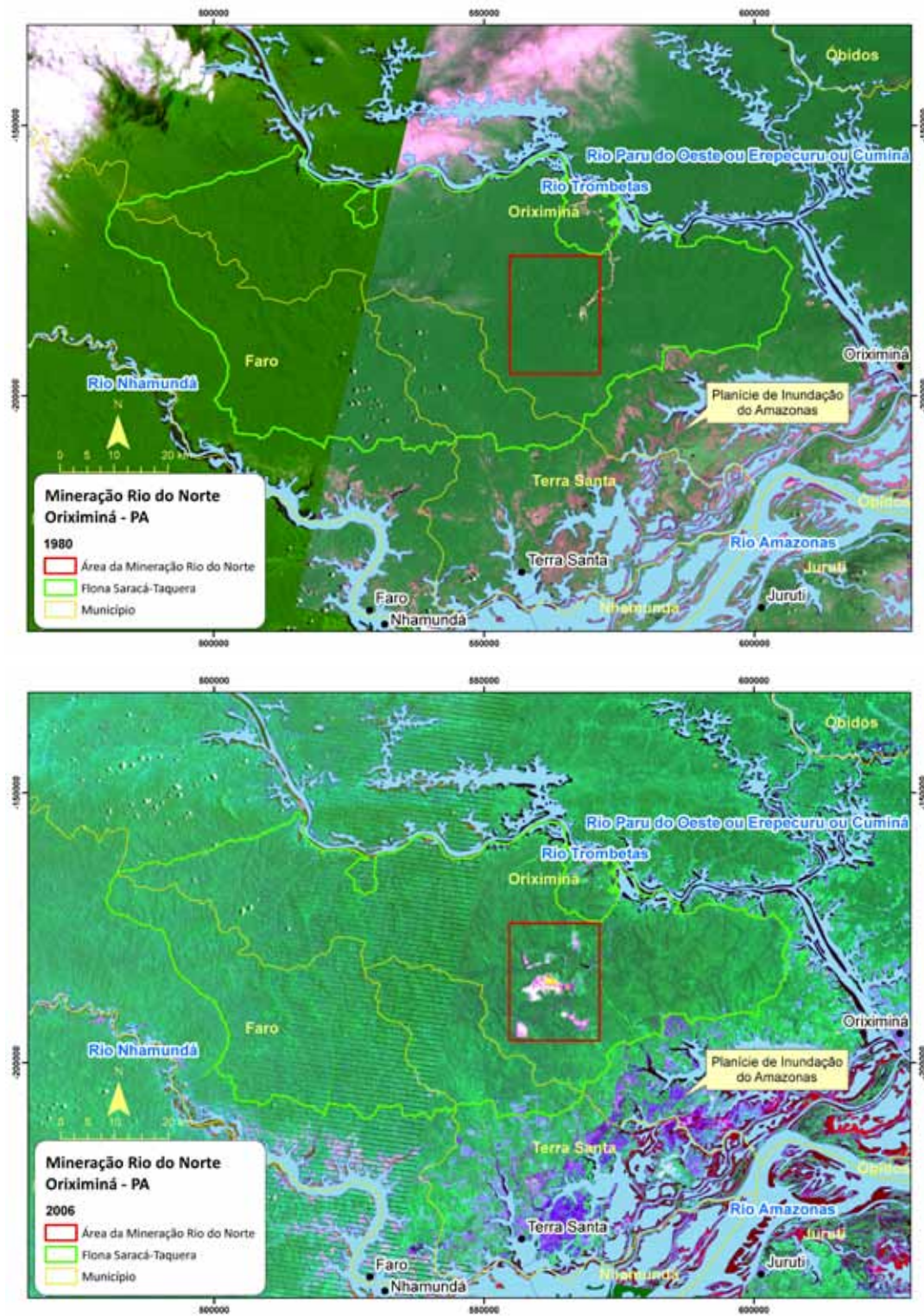
Na produção de ouro, diamante e metais garimpáveis como cassiterita, tantalita e columbita, ocorreram extrações irregulares, que se instalaram por anos, como, por exemplo, ouro do Tapajós, Serra Pelada e Madeira (PA), Calçoene (AP), Peixoto Azevedo (MT), cassiterita em Bom Futuro (RO) e diamante em Roraima e Mato Grosso.

Atualmente, são conhecidas expressivas reservas de sais de potássio, em Nova Olinda-Itacoatiara (AM), e de nióbio, em Seis Lagos (AM), ambas com viabilidade técnica e econômica ainda não confirmadas.

No que se refere aos cuidados com a floresta nativa, cabe registrar que a mineração legal instalada na Amazônia tem adotado medidas preventivas e mitigadoras para proteger o meio ambiente. Além do exemplo de Carajás (Figura 2.1), merece destaque a Flona Saracá-Taquera (Figura 2.3), na qual a mineração de bauxita metalúrgica é praticada desde o final dos anos 1970.



FIGURA 2.3  
Flona Saracá-Taquera – mineração de bauxita  
1980 e 2006



Fonte e Elaboração SGM, a partir de imagens Landsat (INPE)

Distintamente do Sudeste do Pará, onde está localizada a Flona Carajás, a região Oeste, em que se localiza a Flona Saracá-Taquera, não está sujeita a processo antrópico intenso, por isso não se vê mudanças maiores na paisagem da região, entre os anos 1980 e 2006. Na imagem de 2006, observa-se apenas o impacto da atividade mineral no interior da Flona. O verde mais claro, dentro da área da mineração, revela o processo simultâneo de reflorestamento da área minerada.

Por suas especificidades geológicas, ambientais, territoriais (difícil acessibilidade) e condição histórica, a Amazônia requer um tratamento diferenciado. Esse fato impõe um desafio adicional às políticas minerais para a região, pois além de visar à competitividade do setor mineral como um todo, devem considerar fortemente o contexto sócioeconômico regional. Nesse sentido, destacam-se quatro importantes desafios para a implementação de políticas públicas na região.

Um primeiro desafio é pôr em prática o Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal, consolidando os diferentes acessos e usos do solo e subsolo, tendo como base estudos da biodiversidade, da geodiversidade e das populações ali existentes. O Ministério do Meio Ambiente, em conjunto com outros ministérios, aí incluído o MME, e governos estaduais, têm buscado evoluir com esta discussão, resolvendo ou se antecipando a conflitos.

Um segundo desafio é considerar a mineração como vetor de desenvolvimento regional, em harmonia com os compromissos formalizados por cada um dos seus estados. O importante é assegurar que os benefícios provenientes da extração mineral sejam revertidos em prol do desenvolvimento da região.

Um terceiro desafio é a regulamentação do Art. 231 da Constituição Federal de 1988 que trata da mineração em terras indígenas, objetivando a disciplinar a relação entre esta atividade e as populações indígenas ali radicadas.

Um quarto desafio reside na legalização da atividade garimpeira, promovendo o aproveitamento dos bens minerais que ocorrem em depósitos passíveis de extração por meio de Permissão de Lavra Garimpeira. Atento ao problema, o Governo tem tomado iniciativas para regularizar os garimpos, dispersos por toda a Amazônia.

Enfim, cabe considerar que várias políticas necessárias para o equacionamento da questão amazônica dependem de medidas a serem implementadas pelo Poder Executivo, pelo Congresso Nacional e pelas Unidades federativas da Amazônia. Portanto, será necessário grande coordenação das iniciativas para viabilizar as ações voltadas para o desenvolvimento sustentável da mineração na região, quer no nível interministerial, quer junto aos governos dos estados amazônicos.

#### **2.1.4 Produção Sustentável e Mudanças Climáticas**

Os desdobramentos concretos da Conferência de Copenhague (COP 15), de 2009, e da Conferência de Cancún (COP 16), de dezembro de 2010, ainda estão indefinidos. A despeito das controvérsias científicas a respeito da influência da atividade antrópica sobre o aquecimento do Planeta, vários chefes de Estado apresentaram, com diversidade de metas, alguma forma de compromisso voluntário com a redução da emissão de gases de efeito estufa. O Presidente da República sancionou a

Lei nº 12.187/09, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima, estabelecendo seus princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos. A indústria emite 7,3% dos Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil, de acordo com o Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE (MCT, 2009).

Os segmentos da transformação mineral, como siderurgia, metalurgia dos não-ferrosos, ferro-ligas, cimento e cerâmica, são mais intensivos em energia e na emissão de CO<sub>2</sub> (Tabela 2.1), numa proporção de 10 a 100 vezes mais, em comparação com a mineração. Esta também, pelas enormes quantidades de materiais processados, da ordem de dois bilhões de toneladas anuais no seu conjunto, deverá se preparar para o cumprimento da legislação pertinente.

O Decreto No 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta a Lei nº 12.187/09, prevê que o Plano Nacional de Mudanças Climáticas será integrado pelos planos setoriais de mitigação. Portanto, a mineração e a transformação mineral, entre outros setores, terão que ser proativas na “descarbonização” de seus processos produtivos, o que geralmente passa por maior eficiência energética. O uso da biomassa, em bases sustentáveis, na siderurgia, na fabricação de ferro-ligas, entre outros segmentos da transformação mineral, deve ser objeto da mais alta consideração. O MME deverá contribuir neste desafio, induzindo, incentivando e apoiando as iniciativas da indústria mineral

TABELA 2.1  
Emissão específica de CO<sub>2</sub> (*in situ* - kg/t) de materiais selecionados

Material	Emissão	Material	Emissão
Lavra mineral <sup>1</sup>	1 a 7(ROM)	Aço bruto(todos os processos) [mundo]	1.100 <sup>3</sup>
Beneficiamento mineral	~ 0,0	Aço (integrada a coque) [Brasil]	1.700
Cimento [Brasil]	700	Aço (integrada a c.vegetal) [Brasil] <sup>2</sup>	2.200
Cerâmica Vermelha(lenha) <sup>2</sup>	185	Ferro-Gusa (carvão vegetal) <sup>2</sup>	3.000
Cerâmica Revestimento	188	Alumínio	1.800
Vidro	600	Cobre	550
Cal	1.110	Ferro-Ligas (carvão vegetal) <sup>2</sup>	3.200
Pelota de Fe	60	Sínter de Fe	110

Fonte: Sinopse 2010, SGM-DNPM.

Notas: <sup>1</sup> Explosivos e óleo diesel.

<sup>2</sup> Com reflorestamento, há saldo positivo de absorção de CO<sub>2</sub>.

<sup>3</sup> Considerando a emissão indireta pela geração *off-site* de eletricidade, 1.400 kg/t de CO<sub>2</sub>.

### 2.1.5 Produção Sustentável e Reciclagem

Os resíduos sólidos contendo substâncias minerais apresentam potencial para uso em outras atividades industriais ou na agricultura. A reciclagem de resíduos industriais e de metais torna-se importante fator de redução de impactos ambientais e de custos. Essas práticas diminuem a pressão sobre a demanda por recursos minerais novos.

A indústria civil, considerando-se construção e demolição, é responsável por cerca de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos. Esses resíduos são constituídos basicamente de tijolos, concretos, cerâmicas, vidros, argamassas e ainda madeira, plás-



ticos, tintas e papéis. Entre os benefícios da reciclagem na construção civil pode-se destacar a redução de consumo de recursos não renováveis e das áreas destinadas a aterro. Além disso, a reciclagem implica em diminuição significativa no consumo de energia durante o processo de produção.

A indústria de cimento no País vem se empenhando no aproveitamento de rejeitos e resíduos disponíveis local e regionalmente. Assim, se reduz o consumo de energia durante o processo produtivo, utilizando resíduos de alto poder calorífico, ou diminui o consumo de calcário com o uso de escória de alto forno. Outros segmentos como as indústrias de cerâmica, de refratários e de vidro, por exemplo, têm apresentado iniciativas importantes nesse sentido.

A reciclagem dos metais a partir de sucatas de processo ou de obsolescência, quando termina o ciclo de vida útil de um produto, diminui a necessidade de se extrair minérios metálicos, poupa energia e reduz as emissões. A recuperação secundária de metais apresenta grande potencial de crescimento no Brasil, assim como a reciclagem de materiais não-metálicos (Tabela 2.2).

TABELA 2.2

**Brasil: Índices de reciclagem de materiais selecionados**

Ano	Aço	Alumínio	Cobre	Chumbo	Vidro
2005	31%	38%	8%	58%	19%
2006	32%	38%	33%	64%	17%
2007	29%	38%	31%	62%	19%
2008	27%	35%	31%	62%	18%

Fonte: Anuário Estatístico – Setor Metalúrgico, SGM/MME.

Notas: Índice calculado pela razão produção secundária/consumo aparente. A reciclagem de latas de alumínio alcança 99% e a reciclagem de embalagens de vidro, 47%.

As atividades de reciclagem de aço e metais geram mais de 500 mil empregos e alguns milhares de micro e pequenas empresas participam desta cadeia. Todavia, os principais problemas estão relacionados à coleta, ao processamento e ao transporte da sucata de obsolescência.

O setor mineral deve estabelecer uma clara diretriz quanto à reciclagem de metais e de outros minérios, considerando-se a entrada em vigor da Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Essa Lei responsabiliza todos os elos das cadeias produtivas de grandes, médias e pequenas empresas sobre o processo de coleta, destino, reciclagem e restituição dos descartes sólidos, incluídos aí os eletroeletrônicos. A Lei, quando regulamentada, intensificará a logística reversa, também chamada de logística “verde”, e ampliará as atividades de reciclagem no País.

**2.1.6 Fechamento de Mina**

Para êxito do fechamento de mina e subsequente revitalização e destinação do uso da área minerada, é fundamental que o processo ocorra desde o início da pesquisa mineral, tendo continuidade até a exaustão das reservas. Este processo deve ser viabilizado com a participação da comunidade e das autoridades locais no desenvolvimento de todas as ações.



O marco legal para o fechamento de mina no Brasil atualmente está embasado na Constituição Federal de 1988, em seu art. 225, § 2º e Decreto nº 97.632, de 1989, e na Norma Reguladora da Mineração nº 20, sendo insuficientes para dar conta da complexidade do tema. Limitada e focada apenas na recomposição física da área degradada, a legislação desconsidera aspectos socioeconômicos e não disciplina adequadamente como deve ser o monitoramento das variáveis de controle ambiental e socioeconômico.

Cada mina tem suas particularidades, requerendo que os projetos de fechamento enfrentem os seus próprios desafios técnicos e socioeconômicos. Essa constatação é muito importante para a dinâmica recente da mineração no Brasil, que está ampliando a escala de produção e se expandindo para regiões mais remotas, com ecossistemas ainda íntegros e condições socioculturais frágeis, como os casos do Pantanal e da Amazônia. Esses biomas apresentam condições climáticas, geomorfológicas, hídricas, ecossistêmicas e socioeconômicas diferenciadas das regiões que originariamente desenvolveram as tecnologias que prevalecem na indústria extrativa. Isso mais do que justifica a necessidade de estudos específicos que acompanhem todas as etapas do ciclo minerário.

Embora a legislação brasileira contemple a obrigação da empresa de mineração apresentar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), junto com o EIA-RIMA, esta exigência não contempla de forma sistêmica a recuperação socioeconômica e ambiental prevista num plano de fechamento de mina. No Plano de Aproveitamento Econômico (PAE) exigido pelo DNPM para a concessão de lavra é obrigatória a apresentação de um plano de fechamento de mina.

Um dos maiores passivos ambientais da mineração brasileira situa-se no sul do Estado de Santa Catarina, devido ao histórico da mineração de carvão. Durante mais de um século, essa mineração despejou rejeitos ricos em pirita nas bacias dos rios Tubarão, Urussanga e Araranguá, produzindo a acidificação das águas. Em 1993, o Ministério Público Federal promoveu ação civil pública contra empresas mineradoras e o poder público, com o objetivo de que recuperassem os danos provocados contra o meio ambiente. Em 2007, a União foi condenada pelo Superior Tribunal de Justiça (STJ) a recuperar área degradada no sul de Santa Catarina, juntamente com as mineradoras que causaram dano ao meio ambiente. A União representada pelo MME, MMA e Advocacia Geral da União, juntamente com as mineradoras, têm executado ações de recuperação ambiental na região da bacia carbonífera.

## 2.2 MINERAIS ESTRATÉGICOS

O conceito “mineral estratégico”, sempre esteve associado a objetivos políticos dos países hegemônicos. O conceito que se consolidou durante a Guerra Fria referia-se à escassez de minerais para a fabricação de materiais utilizados na defesa, inclusive com a formação de estoques “estratégicos”. Atualmente o termo é usado, *lato sensu*, como sinônimo de recurso mineral escasso, essencial ou crítico para um País. O entendimento de mineral estratégico neste PNM- 2030 faz referência a três situações.

A primeira refere-se ao bem mineral do qual o Brasil depende de importação em alto percentual para o suprimento de setores vitais de sua economia. A eventual inacessibilidade ao mercado internacional ou a excessiva concentração na oferta,

com possibilidade de formação de cartel internacional, pode acarretar transtornos ao funcionamento normal da economia. Por exemplo, os recursos minerais utilizados na fabricação de fertilizantes, uma vez que o solo brasileiro precisa de nutrientes em grandes quantidades para manter a produtividade do setor agrícola. A questão alimentar no mundo é de crescente importância geopolítica, sendo uma oportunidade de o País expandir a produção e consolidar sua liderança mundial. No entanto, a dependência externa do Brasil é da ordem de 90%, 70% e 50%, respectivamente, de potássio, nitrogênio e fósforo, o que acarreta forte impacto na balança comercial, representando, em 2008, mais de US\$ 4 bilhões de importações. Enquanto a oferta adequada de fertilizantes nitrogenados, dependente da disponibilidade de gás natural, deverá ser atendida adequadamente nos próximos anos, segundo a expansão da capacidade produtiva anunciada recentemente pela Petrobrás, a oferta de rochas fosfáticas e, especialmente, de potássio está exigindo um esforço do Governo e da iniciativa privada. O carvão metalúrgico para fabricação de coque, termoredutor para a siderurgia integrada, é outro exemplo, uma vez que o Brasil depende 100% de importação, dependendo US\$ 3,7 bilhões, em 2008.

Uma segunda situação é a dos minerais que deverão crescer em importância nas próximas décadas por sua aplicação em produtos de alta tecnologia. As terras-raras, o lítio, o cobalto, o tântalo, entre outros denominados de materiais “portadores do futuro”. A produção mundial desses minerais se dá em quantidades da ordem de dezenas de milhares de toneladas, com alto valor unitário. A estratégia aqui não deve se limitar à descoberta e produção destes bens minerais no País. Os países desenvolvidos desprovidos desses recursos minerais os importam em bruto ou beneficiado e, após processamento, fazem uso deles em produtos de alta tecnologia. A estratégia preconizada vai muito além, com a necessidade de programas específicos coordenados entre governo e setor privado para o desenvolvimento de processos e produtos em cadeias produtivas de alto valor agregado, eventualmente atuando em determinados nichos, em um ambiente de intensa competitividade internacional. É neste contexto que os importantes recursos identificados de terras-raras no Brasil, com teores e reservas elevados, deverão merecer uma atenção muito especial e a implantação de um amplo programa de P,D&I. Lembra-se que o Brasil já produziu terras-raras a partir de monazita, que era processada quimicamente para a produção de óxidos de terras-raras. As terras-raras são cada vez mais aplicadas nas indústrias de alta tecnologia, como é o caso da ‘energia verde’ (turbinas eólicas e células foto voltaicas), carros híbridos elétricos, ímãs permanentes de alto rendimento, supercondutores, luminóforos e na comunicação à distância. No caso dos minerais radioativos, a demanda nacional nos próximos 20 anos exigirá que sejam também destacadas ações na sua cadeia produtiva para que o Brasil continue exercendo controle em todas as fases dessa indústria tão importante.

A terceira situação é aquela em que o país apresenta vantagens comparativas em determinados recursos minerais, essenciais para sua economia pela geração de divisas. O petróleo para a Arábia Saudita e para a Venezuela e o cobre para o Chile seriam exemplos típicos de recursos minerais essenciais, pelo forte impacto em suas economias, resultante da evolução ou involução da demanda mundial e dos preços. No caso do Brasil, com uma economia mais diversificada, não há exemplos comparáveis àqueles

mencionados. Mas pode-se considerar o minério de ferro como essencial para o País, por sua importância nas exportações (10%) e também pelo potencial que apresenta para catalisar o desenvolvimento local/regional e da indústria do País a partir da transformação mineral a jusante e ampliação do conteúdo nacional em bens e serviços para o setor mineral. Outro exemplo importante é o nióbio, cujas reservas e produção representam mais de 90% do mundo. Além do aspecto da potencialidade das reservas brasileiras, destaca-se o desenvolvimento tecnológico e de mercado promovido pela CBMM para o uso desse metal.

### 2.3 ROYALTIES E TRIBUTAÇÃO MINERAL

A atual legislação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM)<sup>1</sup>, Leis nº 7.990 de 1989 e nº 8.001 de 1990, apresenta fragilidades e inconsistências, o que tem gerado judicializações e inseguranças, tanto para quem arrecada como para quem recolhe, suscitando amplo reconhecimento sobre a necessidade de atualização do marco legal referente à CFEM. Além disso, no modelo atual, a diferenciação das alíquotas não respeita qualquer critério técnico ou econômico, a forma de cálculo, muitas vezes, pune a agregação de valor em território nacional, não há mecanismos que induzam a uma melhor aplicação dos recursos arrecadados e nenhum recurso é destinado às regiões afetadas pela mineração no entorno dos municípios onde ocorre a lavra, entre outros problemas identificados.

A política de *royalties* para a mineração no Brasil deve ter como meta contribuir para a conversão de uma riqueza não renovável, dada a exaustão de uma jazida mineral, em valor constante e sustentável para a sociedade. Assim, o papel dos *royalties* é o de promover a justa redistribuição dos benefícios econômicos que a mineração gera, com base em uma partilha dos ganhos entre o empreendedor e a sociedade.

A proposta de política debatida no MME nos últimos anos, aponta para a necessidade de: i) aprimorar o recolhimento, o controle e a fiscalização da CFEM; ii) dar transparência à aplicação dos *royalties* pela União, Estados e Municípios; iii) promover a aplicação do recurso em projetos que conduzam ao desenvolvimento sustentável e; iv) melhorar a distribuição da riqueza gerada a partir da produção mineral e estimular o desenvolvimento de regiões produtoras.

No entanto, uma política eficaz para os *royalties* da mineração deve ser implementada em sinergia com a política geral de tributação. Ressalta-se que os *royalties* não devem ser confundidos com tributos. Os primeiros são pagamentos pelo uso de recursos que são bens da União e, em decorrência, um patrimônio da sociedade brasileira, que precisa ser ressarcida por um recurso que se exaure. O segundo está relacionado à política tributária do País, que afeta todas as atividades econômicas.

No Brasil há uma distorção tributária que onera a agregação de valor a jusante nas cadeias produtivas de base mineral para o consumo interno ou para a exportação, o que acaba por incentivar as exportações de bens minerais brutos ou semi-elaborados, afetando negativamente os estados exportadores dessa categoria de bens. Assim, a política tributária terá um impacto decisivo na partilha dos benefícios da mineração, em

<sup>1</sup> A CFEM corresponde ao que é conhecido na literatura internacional como *royalty* mineral (vide glossário).

particular nos estados historicamente menos desenvolvidos, além de estimular o adensamento de cadeias produtivas no País.

## 2.4 RECURSOS HUMANOS

Para atender o crescimento previsto para a indústria mineral brasileira, um dos desafios é fortalecer o processo de formação e qualificação de recursos humanos.

Nos últimos anos, o Governo Federal expandiu em 11 cursos de geologia, geofísica e licenciatura em geociência. Mas ainda é insuficiente. A demanda de recursos humanos no setor mineral abarca diferentes profissionais de nível superior e técnico, dependendo da etapa da atividade, dentre as quais destacamos algumas:

- Mapeamento geológico básico e pesquisa mineral: geólogos, geofísicos, engenheiros de minas, topógrafos e técnicos de geologia e de mineração.
- Lavra e beneficiamento: geólogos; engenheiros de minas, metalúrgicos e químicos, topógrafos e técnicos de geologia, mineração e química.
- Transformação mineral: engenheiros metalurgistas, químicos, de materiais e técnicos metalurgistas e químicos.

Em 2007, a Confederação Nacional de Indústria (CNI) realizou pesquisa sobre mão de obra, a qual mostrou que a indústria extrativa mineral é um dos setores com maiores problemas quanto à falta de mão de obra. Das empresas de mineração entrevistadas pela CNI, 36% mencionaram que a falta de mão de obra qualificada prejudica a busca pela qualidade de produtos, 25% que afeta a aquisição de novas tecnologias e 23%, o desenvolvimento de novos produtos.

Programas de capacitação, a exemplo do Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gas Natural (PROMINP), que funciona com sucesso para a área de petróleo, devem ser considerados na definição de políticas para os recursos humanos. As empresas do setor mineral têm feito parcerias na criação de cursos de capacitação e qualificação. Por exemplo: VALE (Pós graduação em Fortaleza e Rio de Janeiro e graduação em Marabá), Fosfertil e Bunge em Araxá – MG, Kinross em Paracatu – MG, Sindirochas, apoiando o Centro Tecnológico de Mármore e Granitos (CETEMAG), em Cachoeiro do Itapemirim – ES.

As previsões de expansão nos próximos 20 anos do mapeamento geológico e da indústria mineral, *vis-à-vis* à tendência que se nota de formação de geólogos, engenheiros e técnicos, apontam para um possível risco de escassez de profissionais, que precisa ser dimensionado.

## 2.5 PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO (P,D&I)

O Brasil vivencia nos últimos anos forte crescimento nos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I). Do ponto de vista empresarial, revela-se maior conscientização sobre a necessidade de avançar na produtividade e na competitividade em um mundo globalizado. Do lado do governo federal, a Lei da Inovação, de 2004, e a denominada Lei do Bem, de 2006, junto com a disponibilidade crescente

de recursos na modalidade de editais a “fundo perdido” e em operações de crédito subsidiado para inovação tecnológica, por instituições como o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), são estímulos concretos para o setor privado.

Não obstante esses avanços, os dados agregados do MCT indicam dispêndios em P,D&I de 1,13%, em relação ao PIB (2008), enquanto 2% são um percentual típico dos países desenvolvidos. No Brasil, aquele percentual se distribui em 0,60% do setor público e 0,53% do setor privado, o que demonstra que há espaço para crescimento dos investimentos em P,D&I no setor privado.

Informações preliminares indicam que são poucas as empresas do setor mineral que se candidatam nos editais de subvenção econômica a fundo perdido do MCT/FINEP. O quadro para as pequenas empresas é ainda mais preocupante, o que torna o papel dos fundos setoriais gerenciados pelo MCT mais relevante. O Fundo Setorial Mineral, CT-Mineral, tem apresentado orçamento anual da ordem de R\$ 15 milhões, correspondentes a 2% da CFEM.

O CT-Mineral atende apenas às áreas de geologia e mineração. A transformação mineral, que agrega valor aos minérios, na qual se inclui a siderurgia e a metalurgia dos não-ferrosos, está a descoberto, inexistindo fundo para este segmento. O Estudo Prospectivo da Siderurgia Brasileira 2025 (CGEE, 2009) aponta que o investimento em P&D por tonelada de aço na Alemanha e no Japão supera o do Brasil em 15 a 20 vezes.

As grandes empresas deverão ser incentivadas a investir em P,D&I, por conta própria, em consórcio com outras empresas – em projetos pré-competitivos – e em articulação com as Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), para os desenvolvimentos que, em geral, se caracterizam como inovações tecnológicas mais sofisticadas, de processos ou produtos. Especial atenção deve ser dada à valorização e ao fortalecimento institucional do CETEM/MCT, pois é a única ICT federal dedicada ao setor mineral, com condições de contribuir para superar os grandes gargalos tecnológicos para o pleno aproveitamento dos bens minerais brasileiros, sobrepondo os interesses estratégicos nacionais aos de mercado.

A valorização da função do pesquisador tecnológico nos quadros das empresas também precisa ser objeto de atenção pelos dirigentes empresariais, bem como de incentivo pelo governo.

A internacionalização das grandes mineradoras e siderúrgicas sediadas no País, já operando em outros continentes, pode catalisar a oportunidade de exportação de serviços de engenharia e equipamentos, como já sucede na área de petróleo, que dependem de uma vigorosa atividade de P,D&I na retaguarda.

Cabe destacar um fato recente que deve servir de exemplo para outras empresas do setor mineral do Brasil. A Vale iniciou uma interação, com o CT-Mineral e com algumas fundações estaduais de Ciência e Tecnologia das Fundações Estaduais de Apoio à



Pesquisa com alocação de recursos financeiros para desenvolvimento de projetos de pesquisa, envolvendo diversas Instituições Científicas e Tecnológicas, por meio de editais.

O desafio é aumentar substancialmente os recursos disponíveis em P,D&I para o setor mineral, públicos e privados, em volume compatível com sua importância econômica. Numa perspectiva de médio e longo prazo, as ações deverão se voltar para transformar o País em uma liderança mundial em tecnologia no setor em que apresenta vocação natural com condições para ampliar sua competitividade.

## 2.6 MICRO E PEQUENOS EMPREENDIMENTOS E APLs

As micro e pequenas empresas (MPEs) representam mais de 70% das empresas de mineração do País e cerca de 25% da mão de obra contratada, algo em torno de 45 mil trabalhadores. A atividade mineral de pequena escala está distribuída em todo o território nacional e caracteriza-se por ser intensiva em mão de obra, em geral com pouca qualificação.

Predomina, nas MPEs, a produção de argila, areia e brita, ardósia, calcário, gemas, gipsita, granito, diamante, feldspato, mica, quartzito e outros bens minerais. Essa produção constitui um elevado percentual tanto no que se refere à participação no seu segmento como em relação ao volume de material extraído e transportado, sendo alguns desses bens minerais fundamentais para a construção civil.

O MME tem como política apoiar e fomentar as MPEs para que possam exercer suas atividades produtivas em bases sustentáveis, a exemplo do Plano Nacional de Extensionismo Mineral e apoio aos Arranjos Produtivos Locais do Setor Mineral. O mesmo princípio se aplica à atividade mineral em áreas de garimpo, desde que subordinada às legislações minerárias e ambientais. A informalidade se destaca como o principal problema, pois traz consigo a impossibilidade de acesso a qualquer tipo de apoio oficial.

Na transformação mineral, as MPEs predominam nos segmentos de cerâmica vermelha, cerâmica de revestimento, cal, gesso e fundição. Estima-se que 500 mil trabalhadores atuem nesses segmentos.

O apoio às MPEs organizadas sob a forma de Arranjos Produtivos Locais (APLs), objetivando sua estruturação e seu desenvolvimento, é realizado pelo MME, de modo geral, em parcerias com o MDIC, por meio do Grupo de Trabalho Permanente (GTP-APL), criado em 2004; com o MCT, por intermédio do CT-Mineral e do Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), com o Ministério de Integração Nacional (MI), o BNDES, o Banco do Nordeste (BNB) e com as instituições vinculadas ao MME – DNPM e CPRM.

Existem cerca de 100 APLs de base mineral identificados no País, localizados em mais de 320 municípios. A maioria desses APLs (55) recebe apoio dos ministérios e instituições mencionadas acima e estão cadastrados na “RedeAPLmineral”, coordenada pelo MCT e MME, e conta com 200 mil trabalhadores e 7 mil estabelecimentos, sendo frequente a integração da mina com a unidade fabril de transformação.

Para as MPEs, o fomento e o crédito subsidiado são imprescindíveis. Os desafios se apresentam em três vertentes: i) garantir disponibilidade maior e contínua de recursos; ii) elaborar sistemática para acompanhamento, com indicadores, da evolução das MPEs e; iii) melhorar a articulação e sinergia com os diversos órgãos citados acima que promovem o desenvolvimento deste segmento, e incluindo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), o Serviço Social do Comércio (SESC) e agentes de desenvolvimento estaduais.

## 2.7 INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

Há diversos aspectos importantes relacionados à questão da infraestrutura e o setor mineral. Mesmo na fase de pesquisa mineral, a carência ou a ausência de infraestrutura e logística é um fator decisivo para priorização de áreas. A própria construção das obras de infraestrutura demanda o conhecimento geológico, necessário para definir a localização ótima destas obras.

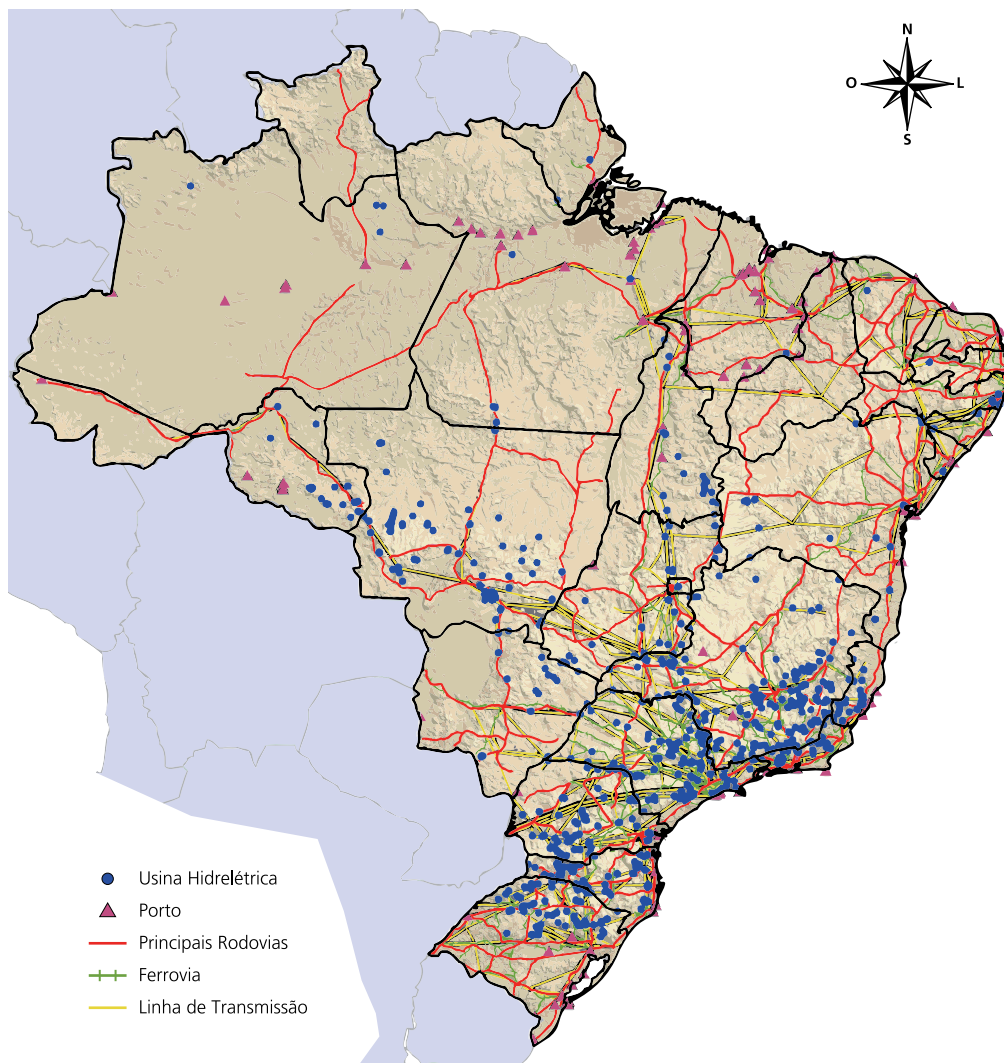
A mineração e a transformação mineral necessitam de oferta de infraestrutura e logística em quantidade e qualidade adequadas para viabilização dos seus empreendimentos. Essa questão foi muitas vezes levantada nas oficinas para a elaboração do PNM-2030, como um gargalo que impacta praticamente todos os setores produtivos do País, especialmente aqueles que movimentam grandes volumes de materiais. Disponibilidade de energia a preço competitivo, infraestrutura de transporte, logística e portuária são fundamentais para potencializar o melhor aproveitamento dos recursos minerais e sua inserção nas cadeias produtivas.

Dessa forma, a carência de infraestrutura tem sido um obstáculo que afeta negativamente a atratividade do País para o desenvolvimento de novos projetos de mineração e transformação mineral, principalmente quando se observa a assimetria em sua distribuição no território nacional, com o agravante de que a fronteira mineral está se expandindo para regiões com baixa densidade de infraestrutura (Figura 2.4). Ressalta-se que na Figura 2.4 as hidrelétricas não estão diferenciadas por porte e tampouco aparecem as projetadas, nem as usinas termelétricas e nucleares.

Por último, para a construção das obras de infraestrutura, as matérias-primas minerais e produtos da transformação são indispensáveis, com destaque para os agregados, o cimento e o aço.



FIGURA 2.4  
Mapa ilustrativo da infraestrutura no Brasil



Fontes: IBGE, ANEEL e ANTT.

### 3 CENÁRIOS PROVÁVEIS E VISÃO DE FUTURO PARA O SETOR MINERAL

O futuro de uma sociedade resulta das decisões de atores de um determinado sistema composto de variáveis inúmeras. Variáveis e atores formam as condicionantes de futuro, cujas interrelações e interdependências desenharão o futuro do sistema a ser cenarizado. No presente caso, considera-se como cenários o sistema de geologia, mineração e transformação mineral do Brasil, no período de 2010 a 2030.

A definição dos cenários, as variáveis e as condicionantes de futuro são resultado de oficinas especiais realizadas no âmbito do MME, com participação de convidados externos. A síntese das variáveis mais relevantes encontram-se no Quadro 3.1.

#### QUADRO 3.1 Variáveis da geologia, mineração e transformação mineral no Brasil

1. Comportamento da economia mundial
2. Comportamento da economia nacional e regional
3. Crescimento demográfico (renda per capita e grau de concentração da renda)
4. Papel da atividade mineral na estratégia nacional prevalecente
5. Mudanças nos costumes e valores, incluindo novos perfis de consumo
6. Evolução da importância, uso e demanda de tipos de minerais
7. A interface da geologia, da mineração e da transformação mineral com as mudanças climáticas
8. Mudanças nos meios e veículos de transporte
9. Evolução da demanda nos mercados nacional e internacional
10. Mudanças tecnológicas na cadeia produtiva e na gestão
11. Mudanças na produção mineral (novas jazidas, reciclagem, manejo etc.)
12. Surgimento de novos concorrentes (países, minas, empresas)
13. Internacionalização dos agentes produtivos e de mercado
14. Mudanças e evolução na matriz energética nacional (oferta e preço)
15. Impactos da evolução da matriz energética internacional sobre a demanda de minerais
16. Barreiras alfandegárias e não-alfandegárias (de natureza ambiental, social e outras)
17. Linhas de crédito (nacional e internacional)
18. Escala do conhecimento geológico
19. Evolução da infraestrutura de transporte e logística
20. Restrições advindas da oferta de mão-de-obra
21. Volatilidade dos preços dos bens minerais
22. Competitividade dos produtos brasileiros

(continua)

(continua)

23. Evolução da percepção do setor mineral por parte da sociedade
24. Relação entre os setores público e privado nas atividades minerárias
25. Marco institucional e regulatório da atividade mineral
26. Marco regulatório do acesso e uso da terra, incluindo áreas protegidas
27. Configuração da consciência ambiental e suas repercussões sobre a atividade mineral
28. Importância relativa da mineração na economia nacional, regional e local
29. Configuração e dinâmica dos conflitos sindicais e socioambientais
30. Situação locacional do minério
31. Mineração no ordenamento territorial dos Municípios (Planos Diretores Municipais) e das regiões (ZEE).

Entre as primeiras variáveis, destaca-se o desempenho das economias mundial e nacional, que irá definir, em grande parte, a demanda por minérios e por produtos de base mineral. A demanda mundial dependerá, sobretudo, do comportamento das grandes economias, tais como: China, Estados Unidos, União Europeia, Índia, Rússia e Japão. No plano nacional, a demanda dependerá, entre outros fatores, da taxa de crescimento econômico, da renda *per capita* e do grau de distribuição das riquezas que estão estreitamente associados à estratégia de desenvolvimento prevalecente ao longo do período, além da capacidade demonstrada pelo País para superar seus problemas econômicos e sociais.

O perfil e o grau de expansão da demanda, por sua vez, serão também influenciados pelos costumes e valores que a sociedade tenderá a assumir considerando as novas exigências dos consumidores, pela criação de novos materiais substitutivos e pelas inovações tecnológicas que tendem a aumentar tanto a eficiência de produtos como de processos na prospecção, mineração e transformação mineral. Assim, a primeira grande incerteza quanto ao futuro mineral, no mundo e no Brasil, é: **qual será o comportamento da demanda no horizonte dos cenários (2030)? Ela continuará a crescer, interna e externamente? Em que ritmo e com qual perfil?**

Um conjunto de variáveis exógenas se manifesta na análise do sistema e seu futuro, tais como: a volatilidade dos preços de bens minerais e produtos de base mineral e a forma e o grau de concorrência entre países, empresas e minas. Portanto, outras duas questões importantes que desenharão o futuro mineral brasileiro são as seguintes: **como evoluirão os preços dos minérios e dos produtos decorrentes de sua industrialização? Que grau de concorrência irá se desenhar nos mercados nacional e internacional?**

O Brasil tem excelentes condições de responder competitivamente à demanda de minerais, tanto interna quanto externamente, bem como de contornar parte da dependência externa em importação mineral. Contudo, isso só será possível se o País conseguir superar alguns gargalos, tais como: o fornecimento de energia em quantidade e qualidade, com preço competitivo; a melhoria da infraestrutura de transporte, logística e portuária; a melhoria do conhecimento geológico, propiciando a identificação de novos depósitos minerais e a descoberta de jazidas; a disponibilidade de crédito,

sobretudo para pequenas e médias empresas e a ampliação da oferta e qualidade da mão de obra, entre outras. Dessa forma, a segunda grande incerteza crítica é: **o Brasil será capaz de superar os atuais gargalos para ser ou continuar competitivo na oferta de bens minerais e produtos transformados, tanto para o consumo interno quanto para exportação?**

Finalmente, considera-se também a condicionante de futuro relacionada ao contexto do mercado de bens minerais, que pode ser traduzida em quatro aspectos essenciais: 1) a estabilidade institucional e do marco regulatório do setor mineral; 2) a redução da pobreza e da desigualdade social, associada ao desenvolvimento das regiões mineradoras; 3) os efeitos do aumento da consciência ambiental, sobre a degradação geral do meio ambiente; e 4) a evolução da percepção específica da sociedade a respeito da atividade mineral. Deste modo, se obtém a última incerteza crítica: **haverá ou não um ambiente favorável à expansão da atividade de mineração e transformação de bens minerais?**

Portanto, as grandes incertezas críticas<sup>1</sup> quanto ao futuro da geologia, da mineração e da transformação mineral no Brasil são as seguintes (Quadro 3.2):

#### QUADRO 3.2

##### Grandes incertezas críticas para a construção dos cenários

1. Comportamento da demanda nacional e internacional;
2. Volatilidade do preço e natureza da concorrência;
3. Incertezas geológicas, com relação à descoberta de novas e importantes reservas;
4. Capacidade do Brasil em superar seus gargalos e restrições atuais;
5. Possibilidade de criação, no País, de um ambiente favorável aos negócios de geologia, mineração e transformação mineral.

E quais são os principais atores que tendem a influir no futuro da geologia, mineração e transformação mineral no Brasil 2030? Os primeiros e mais relevantes atores são as empresas, desde as grandes (nacionais e internacionais) até as médias e pequenas, incluindo empreendedores autônomos e as associações que representam direta ou indiretamente seus interesses, uma vez que a produção mineral brasileira é quase que integralmente oriunda da iniciativa privada.

Todavia, nesse campo, um dos principais atores é reconhecidamente o setor público, dado seu papel na regulação das atividades econômicas e sua responsabilidade na superação de gargalos e restrições que afetam a atividade de geologia, mineração e transformação mineral. Os partidos políticos e seus parlamentares também são atores muito importantes, considerada sua responsabilidade na atualização da legislação reguladora. Por fim, há os sindicatos de trabalhadores e associações comunitárias, os movimentos sociais e organizações não governamentais, assim como as universidades e os institutos de pesquisa (Quadro 3.3).

1. Entende-se por incertezas críticas aquelas condicionantes de futuro que, além da capacidade de influenciar o sistema, objeto de cenarização de maneira relevante, são revestidas de grande incerteza quanto à sua configuração e, até mesmo, à sua realização.

## QUADRO 3.3

**Principais atores do setor mineral relevantes para o sistema de cenarização**

1. Empresas globais
2. Médias e pequenas empresas
3. Empresas fornecedoras e associadas
4. Associações e organizações patronais
5. Associações para-patronais
6. Empreendedores autônomos
7. Sindicatos de trabalhadores
8. Órgãos governamentais federais relacionados
9. Governos estaduais e municipais
10. Partidos políticos e seus parlamentares (Congresso Nacional e Assembleias Legislativas)
11. Movimentos sociais e de representação diversos
12. Movimentos e organizações ambientalistas
13. Universidades e institutos de pesquisa públicos e privados

**3.1 Descrição dos Cenários Prováveis**

Considerando as condicionantes de futuro e, particularmente, as incertezas críticas, foram construídos quatro cenários prováveis.

O primeiro – **Na trilha da sustentabilidade** – articula dinamismo econômico com adoção de práticas produtivas e de consumo mais sustentáveis, graças às pressões sociais e ambientais que se mobilizam pelo melhor uso e acesso do território, contra práticas predatórias e acentuadas pela ameaça das mudanças climáticas globais. A redefinição do marco institucional e regulatório e a nova estratégia governamental conduzem o Brasil a uma expansão e diversificação da produção mineral, com base na agregação de valor. Prevê ainda um acréscimo da produção dos bens minerais voltados à construção civil, bem como uma gradativa diminuição da dependência externa dos agrominerais e a ampliação da produção com maior adensamento e agregação de valor.

O segundo – **Desenvolvimento desigual** – considera o atual processo de globalização com forte dinamismo econômico, porém marcadamente desigual. Nesse contexto, o Brasil expande sua produção mineral graças aos investimentos estatais e privados em infraestrutura, em meio a fortes conflitos. Um marco regulatório mais liberal e a ampliação do conhecimento geológico criam um ambiente favorável aos negócios no setor mineral.

O terceiro – **Crescimento intermitente** – supõe um contexto instável, mas dinâmico tanto internacional quanto nacional, refletindo sobre a demanda interna e externa de bens minerais. Por sua vez, o marco regulatório redefinido não favorece os investimentos e os gargalos permanecem.

Finalmente o último – **Ameaça de estagnação** – considera um mundo muito instável, com pouco dinamismo econômico e com demanda levemente decrescente. O Brasil não consegue aproveitar as poucas oportunidades com os permanentes gargalos de infraestrutura e de mão de obra e um conhecimento geológico que não avança,

assim como as mudanças no marco institucional regulatório não criam um ambiente favorável aos negócios.

O comportamento das principais incertezas críticas e alguns dados centrais nos quatro cenários estão resumidos no quadro Quadro 3.4. Para sua elaboração foram levados em consideração, como referência:

- i. Os cenários mundiais do estudo prospectivo *Mining & Metals Scenarios to 2030* (*World Economical Forum*, 2010) e do Plano Nacional de Energia 2030 (MME, 2007);
- ii. Os cenários nacionais do Plano Nacional de Energia 2030 (MME, 2007) e as taxas de crescimento da economia brasileira do PDE 2019 (MME, 2010).
- iii. As taxas de crescimento da economia mundial constantes do Plano Nacional de Energia 2030 (MME, 2007);
- iv. População brasileira de 216,4 milhões de habitantes em 2030, conforme recente revisão do IBGE, de 2008 (adotada no Cenário D, com pequena queda nos outros cenários);
- v. O PIB nacional de 2009, de US\$ 1.574 bilhões, a partir do qual foram feitas as projeções de crescimento para cada cenário provável, por 21 anos, até 2030.

**QUADRO 3.4**  
**Comparação dos cenários prováveis do PNM: 2010 →2030**

Incertezas Críticas	Cenário A: Na trilhada Sustentabilidade	Cenário B: Desenvolvimento desigual	Cenário C: Crescimento intermitente	Cenário D: Ameaça de Estagnação
População	210,0 milhões	212,1 milhões	214,2 milhões	216,4 milhões
PIB Nacional	US\$ 4.473,6 bi	US\$ 4.942,5 bi	US\$ 3.049,8 bi	US\$ 2.485,8 bi
Taxa anual do PIB nacional	5,1%	5,6%	3,2%	2,2%
PIB <i>per Capita</i>	US\$ 21,3 mil	US\$ 23,3 mil	US\$ 14,2 mil	US\$ 11,5 mil
Crescimento do PIB <i>per capita</i>	4,6%	5,1%	2,6%	1,6%
Demanda Nacional	Crescente e diversificada	Crescente	Instável	Em queda
Demanda Mundial	Levemente crescente e diversificada	Crescente	Instável	Levemente decrescente
Oferta de bens minerais	Crescente e com agregação de valor	Crescente mas sem agregação de valor.	Instável	Levemente decrescente
Gargalos de Infraestrutura	Superação razoável	Superação	Persistência	Persistência
Carência de Mão de obra qualificada	Superação	Superação parcial	Persistência	Agravamento
Marco regulatório	Modernizado	Liberal	Pouco modificado	Modificações inconsistentes
Conhecimento geológico	Muito bom	Muito Bom	Razoável	Sem modificações relevantes
Conflitos	Poucos e dispersos	Muitos e Agudos	Agudos	Muitos e pequenos
Regiões mineiras	Desenvolvimento e qualidade de vida	Desenvolvimento e desigualdade	Sem mudanças significativas	Pouco desenvolvimento
Percepção da sociedade sobre a mineração	Boa	Dúbia com tendência negativa	Negativa	Muito negativa



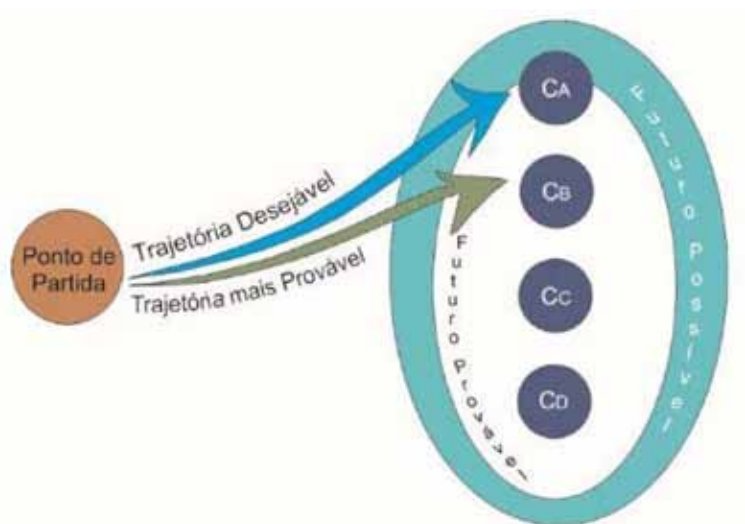
### 3.2 VISÃO DE FUTURO

Entre os quatro cenários prováveis brevemente descritos, um se destacou como o mais desafiador nos debates, para o qual os diversos atores manifestaram grande aceitação e convergência. Trata-se do Cenário A – **Na trilha da sustentabilidade**. Embora ele tenha taxa de crescimento levemente menor que o Cenário B, é uma trajetória de melhor distribuição de riquezas, melhor qualidade de vida para a maior parte da população, consolidação da cultura democrática e resposta positiva às pressões internacionais crescentes de adoção de um modelo mais responsável com o meio ambiente. Em última instância, é o cenário que tende a ter mais aceitação no futuro, conservadas as grandes tendências atuais. O Cenário B, embora com maiores taxas de crescimento, tende a consolidar a desigualdade histórica imperante no País, enfraquecer as instituições democráticas e se contrapor às tendências mundiais de construção de uma economia ambientalmente mais responsável, dificultando o posicionamento do Brasil como um ator internacional relevante das tendências projetadas para o futuro.

De fato, o Brasil parte de uma trajetória de desenvolvimento desigual, que marcou os anos 1970, passando por uma fase de quase estagnação, no período de 1980 a 1990, para finalmente caminhar rumo a uma nova etapa de sustentabilidade social, econômica e ambiental no começo deste século, com redução simultânea da pobreza e da desigualdade, fortalecimento das instituições democráticas e maior relevância no plano internacional. A base da produção nacional também se tornou mais eficiente e produtiva, com economia crescente de recursos naturais e energia. Por sua vez, o desflorestamento da Amazônia tem decrescido, sobretudo nos últimos cinco anos. Finalmente, a sociedade, desde trabalhadores a empresários, está mais sensível à ideia de um novo modelo de desenvolvimento socialmente inclusivo, economicamente eficiente e ambientalmente responsável.

Por outro lado, constata-se que o Cenário A é o mais difícil de ser construído, na medida em que se encontra entre a esfera do provável e do possível, conforme ilustra a Figura 3.1.

FIGURA 3.1  
Trajetórias desejável e mais provável dos cenários nacionais





A Figura 3.1 mostra o ponto de partida, ou seja, o momento atual, com duas trajetórias. A mais provável, que mantém a tendência histórica, indica uma posição de futuro em meio aos cenários B e A. A trajetória desejável, que é a visão de futuro, é a que mais corresponde aos anseios da sociedade, que começou a ser desenhada nos últimos cinco anos, porém, por estar na fronteira entre os espaços do provável e do possível, demanda medidas específicas em sua construção, que devem estar refletidas nos programas do PNM-2030.

Dessa forma, o Cenário A tem as características de uma **visão de futuro** por se situar na fronteira do espaço futuro provável, que tende a ocorrer, e o possível, que tem factibilidade, mas exige medidas específicas, portanto, uma hipótese de futuro desejada, desafiante, mas factível. E como tal, deve orientar a formulação de objetivos, estratégias e políticas, pois de maneira inercial, ou seja, considerando tão somente as forças espontâneas do mercado e as tradicionais deficiências do Estado, ele não ocorrerá. Será necessário, dessa forma, um grande acordo entre governo, iniciativa privada e sociedade para mudar a trajetória mais provável de futuro no sentido de dirigi-la para o horizonte desejável. Em outras palavras, será necessário manter e reforçar políticas existentes e agregar outras.

A visão de futuro se realiza evidentemente por etapas e implantação de medidas que vão, aos poucos, modificando a trajetória mais provável para os próximos anos.

De forma simples são aqui sinalizadas as duas cenas intermediárias, 2015 e 2022, e a cena de chegada dessa visão de futuro, que permite sinalizar como ela, aos poucos, vai se implantando. O ano de 2015 foi escolhido por ser o último ano do próximo PPA e o ano de 2022, por decisão do governo, em função da comemoração dos 200 anos de independência do Brasil.

Os valores de PIB, população e renda *per capita* para o cenário selecionado, para os anos de 2010, 2015, 2022 e 2030 estão descritas no Quadro 3.5. Verifica-se que a combinação de crescimento do PIB em cerca de 5% com uma taxa levemente decrescente de crescimento populacional conduzirá, ao final do período em perspectiva, a uma renda *per capita* típica de um país com médio desenvolvimento.

**QUADRO 3.5**  
**PIB, população e renda per capita do Cenário A**

Parâmetro	2010	2015	2022	2030
PIB Brasileiro (US\$ bilhões)	1.654	2.121	3.005	4.474
População (milhões)	193,3	199,8	207,3	210,4
PIB <i>per capita</i> (US\$)	8.560	10.616	14.496	21.264

Nota: considerando o crescimento do PIB de 5,1% ao longo de todo o período.

## Brasil Mineral – 2015

Após a crise financeira mundial deflagrada ao final de 2008, o mundo e o Brasil retomam o crescimento de forma consistente, com o País aproveitando sobremaneira a janela de oportunidade demográfica (baixo percentual de crianças e idosos). O desenvolvimento da economia brasileira é superior a 5,1%, correspondente à média anual entre 2010 e 2030.

A preocupação com a sustentabilidade se manifesta de forma mais substantiva, impulsionada, entre outros, pelo novo relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), referente ao aquecimento global e pela Conferência “Rio + 20”. De um lado, o sistema internacional pactua metas compulsórias de redução de emissões de gases geradores do efeito estufa (GEE) no quadro das Nações Unidas. Por outro lado, crescem as pressões para a adoção de práticas ambientalmente responsáveis, levando a sustentabilidade a assumir, gradativamente, papel mais relevante para a inserção doméstica e internacional das empresas.

Apesar de persistirem gargalos importantes em infraestrutura e na oferta de mão de obra, o marco institucional e regulatório do setor mineral assegura um ambiente favorável à expansão da atividade mineral no Brasil.

Tal avanço não reverte, ainda, a dependência brasileira pela importação de bens minerais, notadamente para uso na agricultura. Também não evita a existência de conflitos, resultado de um modelo de negócios ainda em transição que avança, porém não suficientemente rápido, na mitigação de impactos ambientais e na prestação sistêmica e integrada de serviços sociais nas regiões em que o setor atua.

Apesar disso, a inserção regional dos grandes empreendimentos ganha a agenda pública, favorecendo a costura de novos pactos de atuação do setor em conjunto com a sociedade. Tal arranjo facilita a sistematização de boas práticas para o setor, que começam a ser efetivamente implantadas a partir de novas linhas de financiamento, agora condicionadas à sustentabilidade.

## **Brasil Mineral – 2022**

No início da terceira década do século XXI, novas práticas de produção e consumo e novas tecnologias começam a mudar a vida e o cotidiano das pessoas, com uso de novos materiais, energias renováveis e sistemas públicos de transporte e habitação mais sustentáveis. Embora signifiquem menores taxas de crescimento econômico no curto prazo (pouco inferiores aos 5,1% do período do Cenário A), este se dá com mais qualidade e de forma mais distribuída, tanto no Brasil como no mundo.

Adicionalmente, a conjuntura externa favorável reduz a volatilidade de preços das *commodities*, enquanto a gradativa superação de gargalos em infraestrutura e mão de obra, assim como em transporte, possibilita ao Brasil se tornar um dos focos preferenciais dos investimentos globais em exploração e produção mineral. Em virtude de suas notórias vantagens comparativas em termos de capital natural, o Brasil se beneficia também do aporte de maiores investimentos domésticos públicos e privados para o desenvolvimento científico e tecnológico do setor mineral. O governo brasileiro estimula também o adensamento da cadeia, a PD&I e a agregação de valor aos bens minerais e aos produtos da transformação mineral, vitais para uma inserção internacional mais qualificada das empresas.

Tal articulação resulta no avanço muito significativo do conhecimento geológico do País, facilitando a descoberta de novas jazidas e a maior autonomia do Estado na oferta de insumos minerais para agricultura. A regulamentação constitucional que permite a abertura de minas em terras indígenas também amplia o escopo de atuação do setor na região Norte.

Neste contexto, o nível de conhecimento geológico alcançado confere ao setor mineral um papel estratégico para a conservação das florestas, especialmente quando comparado com outros setores econômicos de natureza mais extensiva, como o agronegócio.

Os conflitos diminuem, sobretudo após a progressiva eliminação, pelo próprio mercado, de empresas que não se adaptam aos novos padrões de sustentabilidade exigidos pelas leis nacionais e pactuados internacionalmente, por convenções e tratados.

No plano doméstico, o aproveitamento econômico de bens minerais de uso na construção civil é mais distribuído por um grande número de pequenas e médias empresas, que aumentam sua participação com crescente oferta de empregos de baixa e média qualificação em regiões periféricas urbanas. Já o urânio brasileiro passa a ser utilizado largamente com a redução do custo de produção e a ampliação global da geração energética de base nuclear, permitida tanto pela redução das tensões internacionais como pelo uso preferencial desta fonte de energia no quadro da redução de gases geradores de efeito estufa. De forma idêntica, materiais como terras raras, lítio, dentre outros estratégicos, aumentam de produção em função da grande demanda nos novos produtos que são ofertados no mercado.

### **Brasil Mineral – 2030: Na trilha da sustentabilidade**

A maioria dos países, em 2030, está articulada em torno de uma grande aliança voltada à promoção da competitividade em linha com a sustentabilidade<sup>2</sup>. Os empreendimentos da mineração e da transformação mineral tornam-se mais eficientes, com redução na emissão de CO<sub>2</sub> e importantes melhorias no gerenciamento da água e no manejo de resíduos – garantidas, em parte, por legislações mais precisas e claras, novos padrões de consumo e linhas de financiamento condicionadas à sustentabilidade. Ao contrário de limitar a concorrência, tal ambiente estimula positivamente os negócios em torno de um novo modelo de desenvolvimento, com o PIB mundial crescendo à taxa média de 3,8% ao ano, o que, do ponto de vista empresarial, abre oportunidades para novos negócios.

Os países estipulam formas inteligentes para a contenção do comércio mundial de bens minerais produzidos sem manejo sustentável, com tecnologias que elevam a produtividade dos recursos, economizam energia e reduzem, no geral, a emissão de CO<sub>2</sub>.

O ritmo da expansão da oferta de minerais e produtos de base mineral cresce a taxas compatíveis à demanda, com relativa estabilidade dos preços, o que cria uma margem de segurança estimuladora de novos investimentos.

O Brasil acompanha este salto graças à revisão do arcabouço jurídico-institucional para o setor mineral e a adoção de políticas fiscais, setoriais e ambientais que criam um ambiente favorável à iniciativa privada. O Estado também recupera parte de sua capacidade de investimento, devido à redução constante do endividamento. Por isso, há uma melhor articulação entre os seus setores e uma verdadeira revolução de gestão,

---

2. Para os cenários mundiais de referência e respectivos crescimentos foi considerado um misto daqueles constantes no Plano Nacional de Energia 2030 (MME, 2007) e do estudo *Mining & Metals Scenarios to 2030* (World Economic Forum, 2010).

o que favorece a realização de projetos estruturadores. Dessa forma, o Brasil cresce a média anual de 5,1% e registra moderada e permanente desconcentração territorial do desenvolvimento, com redução das disparidades socio-regionais e aumento do poder aquisitivo da população, particularmente nas regiões menos favorecidas.

A adoção de novas tecnologias permite um aumento considerável do conhecimento geológico do País e a descoberta de novas jazidas, principalmente na Amazônia e na plataforma continental. O Estado condiciona o acesso a essas jazidas à adoção de novas práticas de mineração, com economia de energia e manejo no uso das águas, além da destinação correta dos resíduos e recuperação de áreas degradadas, por intermédio de uma legislação mais sintonizada com as novas práticas de sustentabilidade.

Beneficiado pela redução dos gargalos em infraestrutura, pela elevação da oferta e da demanda por bens e produtos de base mineral e influenciado por uma estratégia governamental voltada aos interesses nacionais, o setor mineral é marcado pela progressiva verticalização e agregação de valor, incluindo maior participação de bens semiacabados e acabados na produção dirigida ao mercado interno e à exportação. A transformação mineral é assegurada também por um renovado ímpeto tecnológico e pela formação de recursos humanos qualificados.

Deste modo, os setores de aço, ferro-ligas, metais não-ferrosos, cimento e cerâmicas, dentre outros, crescem de forma constante desde o encerramento da crise financeira mundial ocorrida ao final da primeira década do século XXI. Da mesma forma, o setor agrícola amplia levemente sua demanda por fertilizantes e corretivos de solo, cuja oferta passa a ser garantida internamente graças, entre outros fatores, a avanços no conhecimento geológico do território e na prospecção mineral como um todo, permitindo a descoberta de novas jazidas de potássio e fosfato, e também, graças à utilização técnicas como rochagem.

Além de inovações importantes na economia de energia, no gerenciamento da água e no manejo de resíduos e no uso da nanotecnologia, verifica-se também avanço na engenharia e *design* com a miniaturização dos produtos, cuja redução total no uso de produtos de base mineral é compensada pelo aumento na escala do consumo mundial – notadamente mais consciente. A adoção de novos padrões de sustentabilidade na habitação e no transporte mundial também favorece o desenvolvimento de novas tecnologias nesta direção.

Assim, o setor mineral logra transmitir à sociedade o reconhecimento sobre a essencialidade de seus produtos, bem como sua capacidade de estimular novos pólos de desenvolvimento. A prova disso são as regiões mineiras que têm melhorias significativas em seus indicadores econômicos e sociais, mesmo quando comparadas com outras regiões similares não mineiras.

Os conflitos diminuem gradativamente graças à melhor articulação entre os setores governamentais e as instâncias federativas, mas também pelo empenho das empresas em bem gerir seus conflitos. Dessa forma, os conflitos são, em geral, dispersos e com repercussão apenas local.

## 4 PREVISÃO DE DEMANDA, INVESTIMENTOS E RECURSOS HUMANOS

Este capítulo apresenta as previsões de demanda e oferta de bens minerais e de produtos da transformação mineral, para os mercados interno e externo, os investimentos para a ampliação do conhecimento geológico e as estimativas dos investimentos para expansão da capacidade produtiva na mineração e na transformação mineral até o ano 2030, com destaques para os anos de 2015 e 2022. Também estão estimados os investimentos em pesquisa mineral para reposição ou expansão das reservas e, por fim, a demanda projetada de recursos humanos necessários para atender a expansão desses investimentos.

Para a realização das previsões, adotou-se como referência a taxa de crescimento do PIB brasileiro de 5,1% ao ano, a mesma do Cenário A, segundo apresentado no capítulo anterior. No entanto, é importante ressaltar a distinção entre a visão de futuro seguida neste Plano e as previsões de demanda de investimentos e de recursos humanos para o setor mineral. Estas não consideraram, em termos quantitativos, modificações que se poderiam esperar da seleção do Cenário **Na trilha da sustentabilidade**. Por exemplo, mudanças de valores na sociedade que resultem em práticas mais avançadas em termos de consumo sustentável, intensificação da reciclagem, tendo como decorrência a menor demanda de recursos minerais, avanços na tecnologia e no *design* de materiais e produtos, acarretando menor intensidade de uso de materiais por unidade de produto, substituição de materiais, entre outras. Por outro lado, supõe-se que a melhoria da eficiência na produção e no consumo sustentável não impedirá, nos próximos vinte anos, o aumento da demanda de minerais e materiais em geral para atender às necessidades de parcela significativa da população atual e futura, no Brasil e no mundo, que apresenta consumo *per capita* muito abaixo da média global.

As projeções de demanda assim obtidas foram utilizadas para estimar os investimentos para a ampliação da capacidade produtiva e a necessidade de recursos humanos por categoria de profissionais.

### 4.1 DEMANDA DE BENS MINERAIS E PRODUTOS DE BASE MINERAL

A projeção da demanda interna para cada material considerou o consumo histórico recente e a análise qualitativa de tendência de evolução do mercado interno. O mercado interno, por sua vez, é influenciado pela expectativa de crescimento dos setores produtivos em que o bem mineral é mais usado, denominada de demanda derivada. Para isso, foram considerados os estudos setoriais elaborados pelo Projeto Estal, as projeções de demanda de alguns materiais constantes nos planos recentes de energia do MME, além de informações disponibilizadas na mídia especializada e por entidades representativas dos vários segmentos.

Foram utilizadas taxas diferentes para o primeiro período, até 2015, onde há informações mais robustas sobre a evolução do consumo aparente e da capacidade produtiva, em comparação com o período 2016-2030, bem mais sujeito a incertezas.

Na ausência de informação específica sobre a tendência de evolução do mercado para determinado bem ou produto de base mineral, adotou-se como referência a taxa de crescimento do PIB para o período, de 5,1% ao ano, com variações de 10% para mais ou para menos, ou seja, 4,6% ou 5,6%.

Para as estimativas de exportações, foi levado em conta o desempenho observado no período recente e aplicados critérios análogos aos usados na projeção da demanda interna, com as considerações específicas, em função da evolução da economia mundial, a uma taxa de 3,8% ao ano, segundo o Cenário A; ou considerando a situação econômica de algum país ou região importadora de importância para o mercado externo do produto em questão.

Em geral, na ausência de informação específica, manteve-se, nas projeções, o percentual atual da produção interna que é exportada ou do percentual de importação relativo ao consumo aparente.

As taxas de crescimento de cada período estão explicitadas nas tabelas relativas à produção, importação, exportação e consumo aparente de cada produto, de modo a permitir atualizar facilmente as projeções, em decorrência de novas informações e percepções de evolução dos mercados interno e externo.

#### 4.1.1 Demanda de Bens Mineraiis e Produtos Metálicos

A Tabela 4.1 apresenta as projeções de demanda de bens **mineraiis ferrosos** selecionados para os anos de 2015, 2022 e 2030, tanto para o mercado interno como para mercado externo. As reservas estimadas existentes para esses mineraiis são consideradas viáveis para o atendimento da demanda.

A produção estimada de **minério de ferro**, considerando o consumo interno e dos países importadores da oferta brasileira, e tomando como referência a participação nas exportações, poderá alcançar 585 Mt, em 2015, 795 Mt, em 2022, e 1.098 Mt, em 2030. Com base na taxa de crescimento do consumo nacional, a demanda interna será de 157 Mt, em 2015, 213 Mt, em 2022, e atingirá 301 Mt em 2030; tal demanda deverá ser atendida plenamente pela produção prevista para os respectivos anos. Para as **pelotas**, considerou-se que a atual percentagem (10%) da produção consumida internamente pelas siderúrgicas integradas prevalecerá até 2015, passando a 15%, em 2022, e 20%, em 2030, em razão da gradual diminuição de granulados na produção brasileira de minério de ferro, especialmente na região Sudeste.

A projeção da demanda interna de **manganês**, para o ano de 2015, alcançará 1,9 Mt, para 2022, 2,7 Mt, e, para 2030, 4,0 Mt. O manganês continuará sendo um insumo de muito uso no Brasil, por causa da ampliação da capacidade produtiva da siderurgia, dos guseiros independentes e de ferro-ligas à base de manganês. Cabe sublinhar que as principais reservas e minas em produção encontram-se na região Norte, no Pará, voltadas, predominantemente, à exportação, distantes do parque siderúrgico nacional, concentrado na região Sudeste.



TABELA 4.1

**Previsão de produção, importação, exportação e consumo de minérios ferrosos**  
2015 /2022/ 2030

Minérios Ferrosos		Minérios Ferrosos	2008	2015	15/08	2022	22/15	2030	30/22
Ferro	Produção	Mt	351	585	7,6%	795	4,5%	1.098	4,1%
	Importação	Mt	0	0	0	0	0	0	0
	Exportação	Mt	231	428	9,2%	582	4,5%	797	4,0%
	C. Aparente	Mt	120	157	3,9%	213	4,5%	301	4,4%
Pelotas	Produção	Mt	55	66	2,6%	87	4,0%	119	4,0%
	Importação	Mt	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	Mt	50	60	2,6%	74	3,0%	95	3,2%
	C. Aparente	Mt	5,0	6,0	3,0%	13	11,3%	24	8,0%
Manganês	Produção	Mt	3,21	4,31	4,3%	5,80	4,3%	8,15	4,3%
	Importação	Mt	0,12	0,17	5,1%	0,24	5,1%	0,36	5,1%
	Exportação	Mt	2,0	2,6	3,8%	3,37	3,8%	4,54	3,8%
	C. Aparente	Mt	1,33	1,88	5,1%	2,67	5,1%	3,97	5,1%
Nióbio (Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> contido)	Produção	kt	61,0	83	4,5%	113	4,5%	161	4,5%
	Importação	kt	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	kt	0	0	-	0	-	0	-
	C. Aparente	kt	61,0	83,0	4,5%	113	4,5%	161	4,5%
Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> contido)	Produção	kt	300	422	5,0%	594	5,0%	879	5,0%
	Importação	kt	12,6	17,8	5,1%	25,3	5,1%	37,6	5,1%
	Exportação	kt	24,4	31,7	3,8%	41,1	3,8%	55,6	3,8%
	C. Aparente	kt	288	408	5,1%	578	5,1%	861	5,1%

Fonte: DNPM. Projeção: Secretaria Executiva do PNM-2030.

Notas: sobre o consumo aparente de minério de ferro: **Aço** – para a projeção do consumo de minério de ferro utilizou-se a projeção de produção de aço bruto, considerando que 75% do aço serão produzidos em usinas integradas (e 25% em aciarias elétricas, que utilizam sucata e gusa como insumos), assim, multiplicando-se a produção projetada de aço bruto por 0,75 e por 1,6, que se refere à relação minério/gusa considerada para essas usinas. **Ferro-gusa** – dos guseiros independentes, a demanda de minério foi determinada pela relação minério/gusa de 1,7. **Pelota** – tomou-se a relação minério/pelota igual a 1,0.

As projeções para a demanda de **nióbio**, sob a forma de concentrado, expresso em Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> contido, são da ordem de 83 kt para 2015, 113 kt, em 2022, e 161 kt, em 2030. O concentrado alimenta as próprias usinas metalúrgicas integradas das mineradoras, não havendo exportação de concentrado de nióbio.

A exportação de concentrado de **cromita**, menos de 10% da produção nacional, destina-se a China. Essas exportações decresceram a menos da metade da quantidade em 2006. Mais de 90% da produção brasileira são consumidos internamente, predominantemente na transformação em ligas FeCr, utilizadas na fabricação de aço inoxidável.

Alguns minerais da classe dos ferrosos não foram objeto de projeções. Os minérios de **tungstênio** não apresentam reservas significativas e perspectiva para retomar a importância que já tiveram no passado, com a produção no Estado do Rio Grande do Norte, embora mais recentemente tenha ocorrido uma retomada do interesse na produção, inclusive com a consideração de aproveitamento de antigos rejeitos. No caso do **cobalto**, a produção brasileira, cerca de 1.200 t, em 2008, é subproduto da produção



de níquel e deverá crescer acompanhando a elevação da produção de níquel. Quanto ao **molibdênio**, o País depende totalmente da importação de concentrado de molibdenita ustulado, implicando em importações anuais da ordem de US\$ 200 milhões. Essa situação será atenuada com a entrada em operação do projeto de cobre de Salobo, no Pará, que prevê a produção de molibdenita como subproduto. Finalmente, o Brasil passará a ser produtor de **vanádio**, a partir de 2013, com a entrada em operação do projeto Maracás, na Bahia, com a produção anual de 4.500 t de vanádio contido em liga FeV, poupando US\$ 70 milhões de importação e gerando excedente para exportações.

As previsões para as demandas interna e externa para os **produtos ferrosos** de base mineral, para os anos 2015, 2022 e 2030, tendo como base o ano de 2008, são exibidas nas Tabelas 4.2 e 4.3.

TABELA 4.2  
**Previsão de produção, importação, exportação e consumo de produtos metálicos ferrosos 2015/2022/2030**

Metálicos ferrosos		Un.	2008	2015	15/08	2022	22/15	2030	30/22
Aço	Aço bruto	Mt	33,7	56,0	7,5%	77,9	4,8%	116	5,1%
	Produtos sider. *	Mt	30,5	50,4	7,4%	70,1	4,8%	104	5,1%
	Importação	Mt	2,66	4,41	7,5%	6,46	5,6%	9,62	5,1%
	Exportação	Mt	9,18	15,0	7,3%	18,3	2,9%	27,2	5,1%
	C. Aparente	Mt	24,0	39,8	7,5%	58,3	5,6%	86,8	5,1%
Ferro-gusa (gusa de mercado)	Produção	Mt	8,30	10,1	2,8%	13,4	4,2%	18,6	4,2%
	Importação	Mt	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	Mt	6,30	7,24	2,0%	9,40	3,8%	12,6	3,8%
	C. Aparente	Mt	2,00	2,83	5,1%	4,01	5,1%	5,97	5,1%
Fundidos	Produção	Mt	3,40	4,74	4,9%	6,63	4,9%	9,73	4,9%
	Importação	Mt	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	Mt	0,61	0,79	3,0%	1,03	3,8%	1,38	3,8%
	C. Aparente	Mt	2,79	3,95	5,1%	5,60	5,1%	8,35	5,1%

Fonte: Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico, SGM, 2009. Projeção: Secretaria Executiva do PNM -2030.  
 Obs.: \* A produção de **produtos siderúrgicos** foi considerada como sendo 90% da produção de  **aço bruto**. Para 2015, foram considerados na produção de aço bruto os projetos anunciados, sendo estimado o consumo aparente e ajustadas a exportação e a importação.

Em 2015, há previsão de que o Brasil alcançará uma produção de  **aço bruto** de 56 Mt, em 2022, de 78 Mt e, em 2030, de 116 Mt, caso o País mantenha o ritmo de crescimento econômico de 5,1% ao ano e o mercado externo corresponda às expectativas das projeções feitas. Prevê-se que, em face do déficit de infraestrutura e do baixo consumo de bens intensivos em aço no Brasil, o consumo aparente de aço evolua acima do crescimento da economia, pelo menos até 2022. Dessa forma, o consumo *per capita* aço em 2030 poderá alcançar 400 kg.

As empresas siderúrgicas anunciam investimentos da ordem de US\$ 34 bilhões para alcançar a capacidade de 77 Mt de aço até 2016, incluindo as novas unidades

siderúrgicas nos estados da região Norte e Nordeste. Os projetos de expansão e implantação previstos para a produção de aço asseguram, pelo lado da oferta, o atendimento das demandas interna e externa projetadas.

TABELA 4.3

**Previsão de produção, importação, exportação e consumo de ferro-ligas**  
2015/2022/2030

Ferro-Ligas		Un	2008	2015	15/08	2022	22/15	2030	30/22
Ferro-Ligas (todas)	Produção	kt	984	1.613	7,3%	2.177	4,4%	3.079	4,4%
	Importação	kt	91	125	4,6%	174	4,9%	256	4,9%
	Exportação	kt	358	718	10,5%	910	3,4%	1.192	3,4%
	C. Aparente	kt	717	1.020	5,2%	1.442	5,1%	2.143	5,1%
FeNb	Produção	kt	82	109	4,3%	146	4,2%	203	4,2%
	Importação	kt	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	kt	73	97	4,1%	129	4,1%	177	4,1%
	C. Aparente	kt	8,6	12,2	5,1%	17,3	5,1%	25,8	5,1%
FeNi	Produção	kt	26,3	296	41,3%	364	3,0%	461	3,0%
	Importação	kt	5,64	4,00	-4,8%	3,0	-4,0%	1,5	-8,3%
	Exportação	kt	3,17	255	87,2%	306	2,6%	375	2,6%
	C. Aparente	kt	28,8	40,8	5,1%	57,7	5,1%	85,9	5,1%
FeCr	Produção	kt	199	278	4,9%	388	4,9%	569	4,9%
	Importação	kt	11,6	16,4	5,1%	23,3	5,1%	34,7	5,1%
	Exportação	kt	35	45	3,8%	59	3,8%	80	3,8%
	C. Aparente	kt	176	249	5,1%	352	5,1%	525	5,1%
FeSi	Produção	kt	183	247	4,4%	335	4,4%	474	4,5%
	Importação	kt	30,4	43,1	5,1%	61,0	5,1%	90,8	5,1%
	Exportação	kt	101	131	3,8%	170	3,8%	229	3,8%
	C. Aparente	kt	112	159	5,1%	226	5,1%	336	5,1%
FeMn	Produção	kt	388	537	4,8%	745	4,8%	1.085	4,8%
	Importação	kt	36,6	51,8	5,1%	73,4	5,1%	109	5,1%
	Exportação	kt	103	134	3,8%	174	3,8%	234	3,8%
	C. Aparente	kt	322	456	5,1%	645	5,1%	961	5,1%
Outras Ligas	Produção	kt	106	145	4,6%	199	4,6%	286	4,6%
	Importação	kt	6,76	9,6	5,1%	13,6	5,1%	20,2	5,1%
	Exportação	kt	42,8	56	3,8%	72	3,8%	97	3,8%
	C. Aparente	kt	70,0	99	5,1%	141	5,1%	209	5,1%

Fonte: Anuário do Setor Metalúrgico, MME/SGM. Projeção: Secretaria Executiva do PNM-2030.

Notas: **FeNb** – exportação de 90% da produção. **FeNi** – contendo 34% de Ni; até 2015, a produção, segundo projetos anunciados, voltada principalmente para exportação. **Outras Ligas** – em 2008, diferença entre o total e as demais constantes da Tabela 4.3. As projeções do total de ferro-ligas decorrem do somatório em 2015, 2022 e 2030 das demais ligas.

A exportação de **gusa**, pelos guseiros independentes, tem como principal mercado, mais de 50%, os EUA. O pólo guseiro de Carajás (PA e MA) exporta quase toda

sua produção. Adotou-se uma baixa taxa de crescimento das exportações até 2015, em linha com a previsão de evolução da economia do principal país importador. O gusa produzido em Minas Gerais tem como principal consumidor as fundições do mercado interno, com tendência de aumento de sua utilização nas aciarias elétricas do País. Prevê-se um aumento das pressões e controles ambientais nos próximos anos a respeito da sustentabilidade da produção de carvão vegetal – apenas 50% atualmente se originam de florestas plantadas – e, portanto, sobre a responsabilidade dos guseiros no consumo desse termorreduzidor. Por outro lado, há iniciativas de verticalização, em mini-aciarias, e à comercialização de créditos de carbono pelas empresas de gusa mais dinâmicas.

A produção brasileira de **fundidos** encontra no mercado automotivo mais da metade de seu consumo. O País é um tradicional exportador, cerca de 25% de sua produção, tendo como principal destino os EUA e a Europa, prevendo-se, em decorrência, uma taxa de exportação mais modesta até 2015, em função do baixo crescimento econômico desses países nos próximos anos.

As previsões para todas as **ferro-ligas** (Tabela 4.3) indicam um aumento, até 2030, de três vezes, tanto na produção como no consumo aparente. Merece destaque o aumento expressivo da produção de FeNi, até 2015, em face de dois projetos em implementação: Onça Puma (Vale), no Pará, e Barro Alto (Anglo American), em Goiás, que adicionarão cerca de 100 mil t de Ni contido em ligas FeNi. A produção do metal níquel será analisada adiante, em conjunto com os metais não-ferrosos.

A Tabela 4.4 mostra as projeções de demanda de bens **mineraiis não-ferrosos** para os anos de 2015, 2022 e 2030, tanto para o mercado interno como para o mercado externo.

A produção de **bauxita metalúrgica** deverá crescer cerca de três vezes até 2030, alcançando 79 Mt, com diminuição progressiva da proporção destinada à exportação, uma vez que o consumo interno crescerá acompanhando a produção de **alumina**. Até 2015, as produções projetadas de bauxita e alumina decorrem de projetos já anunciados. A produção de bauxita refratária – 1,3 Mt em 2008, cerca de 4% da produção total de bauxita – não foi objeto de projeções. O crescimento do consumo aparente do produto intermediário alumina, por sua vez, será de 3% ao ano, atrelado ao crescimento da produção interna do metal alumínio.

O cenário para o minério de **cobre** no Brasil é promissor. A produção projetada para 2015 teve como base os projetos anunciados. Prevê-se para 2011 a inauguração do projeto Salobo, da Vale, no Pará. Outros projetos anunciados pela Vale no Pará (Alemão e Cristalino), e pela empresa Vale Verde em Alagoas e Boa Esperança, no Pará, bem como possíveis expansões das atuais operações consolidarão a autossuficiência do Brasil com relação à produção mineral. Espera-se que a importação diminua e o consumo aparente aumente até o limite da capacidade da planta metalúrgica e, como resultante, haja excedente para exportação.

Com relação ao **níquel**, as perspectivas são muito boas. Os projetos anunciados de mineração e metalurgia visam ao aproveitamento de minérios lateríticos, a maior parte para a produção de FeNi, conforme apresentado acima, e níquel eletrolítico, apresentado adiante, em metais não-ferrosos.

TABELA 4.4

**Previsão de produção, importação, exportação e consumo de minérios não-ferrosos**  
2015/2022/2030

Minérios Não-Ferrosos		Un.	2008	2015	15/08	2022	22/15	2030	30/22
Alumínio (bauxita metalúrgica)	Produção *	Mt	26,8	42,3	5,5%	56,7	4,3%	79,3	4,3%
	Importação	Mt	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	Mt	6,22	7,14	2,0%	9,28	3,8%	12,5	3,8%
	C. Aparente	Mt	17,4	30,1	8,1%	40,6	4,4%	57,3	4,4%
Alumina	Produção	Mt	7,82	13,5	8,1%	18,2	4,4%	25,7	4,4%
	Importação	Mt	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	Mt	4,56	9,49	11,0%	13,3	4,9%	19,5	4,9%
	C. Aparente	Mt	3,26	4,01	3,0%	4,95	3,0%	6,25	3,0%
Cobre (Cu Contido)	Produção	kt	216	500	12,7%	700	4,9%	1.000	4,6%
	Importação	kt	143	50	-13,9%	25	-9,4%	15	-6,2%
	Exportação	kt	152	250	7,4%	300	2,6%	350	1,9%
	C. Aparente	kt	207	300	5,4%	425	5,1%	635	5,1%
Chumbo (Pb contido)	Produção	kt	15,4	21,8	5,1%	30,8	5,1%	46,0	5,1%
	Importação	kt	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	kt	15,4	0	-	0	-	0	-
	C. Aparente	kt	0	21,8	-	30,8	5,1%	46	5,1%
Estanho (Sn contido)	Produção	kt	13	18,4	5,1%	26,1	5,1%	38,8	5,1%
	Importação	kt	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	kt	0	0	-	0	-	0	-
	C. Aparente	kt	13	18,4	5,1%	26,1	5,1%	38,8	5,1%
Níquel (Ni contido)	Produção	kt	67,2	216	18,2%	303	5,0%	446	5,0%
	Importação	kt	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	kt	0	29,3	-	38,0	3,8%	51,2	3,8%
	C. Aparente	kt	67,2	187	15,7%	265	5,1%	395	5,1%
Ouro	Produção	t	55	120	11,9%	180	6,0%	200	1,3%
	Importação	t	0,26	0,50	9,8%	0,50	0,0%	0,50	0,0%
	Exportação	t	37	93	14,0%	131	5,0%	131	0,0%
	C. Aparente	t	18	28	6,2%	50	8,9%	70	4,3%
Tântalo (concentrado)	Produção	t	264	368	4,8%	512	4,9%	750	4,9%
	Importação	t	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	t	54	70,1	3,8%	91	3,8%	123	3,8%
	C. Aparente	t	210	297	5,1%	421	5,1%	627	5,1%
Zinco (Zn contido)	Produção	kt	174	247	5,1%	349	5,1%	520	5,1%
	Importação	kt	111	157	5,1%	223	5,1%	332	5,1%
	Exportação	kt	0	0	-	0	-	0	-
	C. Aparente	kt	285	404	5,1%	572	5,1%	851	5,1%

Fonte: DNPM. Projeção: Secretaria Executiva do PNM-2030.

Obs.: \* A produção de bauxita é reportada em "base úmida", prática comum no setor. A unidade da produção de 2008 foi 12%, segundo a ABAL. Considerou-se a relação bauxita/alumina = 2,22.

Para os minérios de **zinco**, prevê-se uma continuidade na dependência de importação para alimentar a metalurgia. Para o **chumbo**, subproduto da produção de zinco, a pequena produção mineral atual deixará de ser exportada e transformada em chumbo metálico, a partir de 2011, em projeto da Votorantim Metais, em Juiz de Fora (MG).

Em relação ao metal precioso **ouro**, estima-se que, até 2017, a produção dobrará, atingindo 130 t, superando a marca recorde de 1990. Assim, o ouro poderá se consolidar como segundo bem mineral, depois do minério de ferro, em valor de exportação, cerca de US\$ 3 bilhões de dólares/ano, desde que as cotações vigentes (US\$ 1.200/oz) se mantenham. Também está se configurando uma tendência de aproveitamento de reservas menores de ouro que apresentam maior custo de extração, sustentados pelas atuais cotações do metal.

A **tantalita** é um mineral especial, cujo metal é utilizado, em sua maior parte, na produção de capacitores para dispositivos eletrônicos. A produção principal origina-se da Mina de Pitinga (AM), operada pela Mineração Taboca, em que concentrados de columbita-tantalita mais pirocloro são obtidos como subproduto da produção de cassiterita. Desde 2009, o empreendimento pertence ao Grupo Minsur, peruano, tradicional produtor de cassiterita. O Brasil também exporta concentrados de tantalita e compostos químicos de tântalo.

O Brasil apresenta reservas de **terras-raras** com altos teores em Catalão I (GO) e Araxá (MG) e bom potencial em várias regiões, associadas a outros minérios, escórias e rejeitos. Em relação às terras-raras pesadas aguardam-se estudos para recuperá-las como subproduto de minérios de Sn (cassiterita), de Zr (zircão), de Nb-Ta (nióbio-tantalita). O Brasil já produziu terras-raras extraídas de monazita lavrada no Espírito Santo e Rio de Janeiro. Essa monazita era processada quimicamente para a produção de óxidos de terras-raras.

A previsão das demandas interna e externa de **metais não-ferrosos** para os anos 2015, 2022 e 2030, tendo como base o ano de 2008, é apresentada na Tabela 4.5.

A produção interna de **alumínio** deverá crescer apenas 3% ao ano, uma vez que o preço da energia elétrica não é considerado competitivo pelos produtores. A produção do alumínio considerou a relação alumina/metálico de 2,0. O consumo aparente evoluirá a uma taxa de 5,1% ao ano atingindo 2,76 Mt, em 2030, equivalente a um *consumo per capita* de 13 kg (sem considerar o alumínio reciclado). A exportação do metal primário, em decorrência, deverá crescer pouco nos próximos anos.

Em 2015, a previsão de produção nacional de **cobre** metálico será de 340 kt contrapondo-se a uma demanda interna esperada de 550 kt. Prevê-se que as importações atinjam 310 kt, para completar a oferta interna. Para 2030, o consumo aparente brasileiro deverá ser de 1.160 kt, correspondendo a um consumo *per capita* pouco acima de 5 kg (sem considerar a reciclagem), enquanto a oferta interna projetada, representada pela produção, deverá ser de 710 kt. O consumo aparente crescerá à mesma taxa da economia brasileira, de 5,1% ao ano, e as exportações, à taxa de 1,0%, com a importação decrescendo no período. Se houver uma expansão mais acelerada da capacidade da metalurgia, é possível alcançar a autossuficiência do metal, pois a produção mineral poderá atender à demanda.

Com respeito ao **níquel**, o grande aumento da produção será na forma de liga FeNi, conforme já citado, e o restante da produção do metal na forma de níquel eletrolítico e níquel em matte, com estimativa de crescimento moderado nos próximos anos. Considerou-se que só após 2015 entrará em operação o projeto de níquel do Vermelho, da Vale, no Pará, para a produção de níquel eletrolítico, e o projeto Jacaré, também no Pará, da Anglo American, com previsão da produção de níquel por rota hidrometalúrgica e FeNi por pirometalurgia.

TABELA 4.5

**Previsão de produção, importação, exportação e consumo de metais não-ferrosos 2015/2022/2030**

Metais Não-Ferrosos		Un.	2008	2015	15/08	2022	22/15	2030	30/22
Alumínio	Produção	Mt	1,66	2,04	3,0%	2,51	3,0%	3,18	3,0%
	Importação	Mt	0,21	0,30	5,1%	0,43	5,1%	0,63	5,1%
	Exportação	Mt	0,95	1,03	1,2%	1,08	0,7%	1,05	-0,3%
	C. Aparente	Mt	0,93	1,31	5,1%	1,86	5,1%	2,76	5,1%
Cobre	Produção	kt	230	340	5,7%	480	5,0%	710	5,0%
	Importação	kt	251	310	3,1%	408	4,0%	566	4,2%
	Exportação	kt	93,0	100	1,0%	107	1,0%	116	1,0%
	C. Aparente	kt	388	550	5,1%	781	5,1%	1.160	5,1%
Chumbo	Produção	kt	0*	22,0	-	31,2	5,1%	46,5	5,1%
	Importação	kt	87	97,2	1,6%	132	4,5%	187	4,5%
	Exportação	kt	0,4	0,52	3,8%	0,67	3,8%	0,91	3,8%
	C. Aparente	kt	86,6	119	4,6%	163	4,6%	233	4,6%
Níquel (eletrolítico e em matte)	Produção	kt	25,8	33,6	3,8%	80,0	13,2%	132	6,5%
	Importação	kt	4,0	5,67	5,1%	80,0	5,1%	12	5,1%
	Exportação	kt	25,3	32,9	3,8%	97,1	16,7%	131	3,8%
	C. Aparente	kt	4,50	6,37	5,1%	9,03	5,1%	13,4	5,1%
Zinco	Produção	kt	249	353	5,1%	500	5,1%	744	5,1%
	Importação	kt	39,0	50,6	3,8%	65,7	3,8%	88,6	3,8%
	Exportação	kt	40,0	51,9	3,8%	67,4	3,8%	90,9	3,8%
	C. Aparente	kt	248	351	5,1%	498	5,1%	741	5,1%
Estanho	Produção	kt	10,8	14,90	4,7%	20,1	4,4%	27,9	4,2%
	Importação	kt	0,89	0,89	0,0%	0,89	0,09%	0,89	0,0%
	Exportação	kt	6,69	8,7	3,8%	10,93	3,3%	13,8	3,0%
	C. Aparente	kt	5,0	7,1	5,1%	10,1	5,1%	15,0	5,1%
Silício	Produção	kt	220	261	2,5%	345	4,0%	475	4,1%
	Importação	kt	20,1	28,5	5,1%	40,3	5,1%	60,0	5,1%
	Exportação	kt	185	213	2,0%	276	3,8%	372	3,8%
	C. Aparente	kt	54,4	77,1	5,1%	109	5,1%	163	5,1%

Fonte: Anuário do Setor Metalúrgico, SGM/MME. Projeção: Secretaria Executiva do PNM-2030.

Obs.: \* O País produziu 140 kt de chumbo secundário em 2008.

Para o metal **zinco**, foram utilizadas taxas de crescimento de 5,1% ao ano para o consumo aparente e de 3,8% para a exportação. Quanto ao **chumbo**, a produção do metal deverá iniciar com a entrada em operação do projeto Polimetálicos II da Votorantim Metais em Juiz de Fora (MG).



Estima-se que o consumo aparente do metal **estanho** crescerá a uma taxa de 5,1% ao ano. A taxa de exportação diminuirá no período, enquanto a importação, em volume, deverá se manter no nível atual.

O consumo aparente de **silício** deverá crescer 5,1% ao ano. A exportação, até 2015, deverá crescer a uma taxa de 2,0%, uma vez que o principal importador são os EUA, uma economia em fase de baixo crescimento para os próximos anos. Para a importação, ao longo de todo o período, foi considerada a taxa de 5,1% ao ano, igual ao consumo aparente, tendo como principal fornecedor a China.

#### 4.1.2 Demanda de Bens Mineraiis e Produtos Não-Metálicos

No caso dos **mineraiis não-metálicos**, o mercado internacional pouco afeta a dinâmica da produção e do consumo. O desempenho desta classe de bens mineraiis depende muito mais do esforço e dos movimentos internos de oferta e demanda. Todavia, seis das 26 substâncias analisadas – amianto, caulim, enxofre, fosfato, potássio e titânio – fogem a essa regra geral e fazem grande diferença no equilíbrio das contas externas nacionais.

A Tabela 4.6 consolida a estimativa de demanda para o mercado interno dos bens mineraiis não-metálicos cuja produção é destinada integralmente ao consumo interno. Para a água mineral e areia industrial utilizada principalmente para a fabricação de vidros, tomou-se o crescimento previsto para a economia brasileira, de 5,1% ao ano, em todos os períodos, até 2030.

TABELA 4.6

##### Previsão da produção de mineraiis não-metálicos selecionados\*

2015/2022/2030

Mineraiis não-metálicos	Un.	2008	2015	15/08	2022	22/15	2030	30/22
Água mineral	10 <sup>9</sup> L	4,37	6,19	5,1%	8,77	5,1%	13,1	5,1%
Argila p/ cerâmica vermelha	Mt	140	205	5,6%	300	5,6%	430	4,6%
Areia p/ construção civil	Mt	279	409	5,6%	598	5,6%	857	4,6%
Brita	Mt	217	318	5,6%	465	5,6%	667	4,6%
Areia industrial	Mt	5,8	8,0	5,1%	12	5,1%	17	5,1%
Calcário	Mt	45	66	5,6%	96	5,6%	138	4,6%
Gipsita	Mt	3,9	5,71	5,6%	8,36	5,6%	12,0	4,6%

Fontes: DNPM e Sinopse SGM-DNPM. Projeção: Secretaria Executiva do PNM-2030.

Obs.: \* Mineraiis comercializados apenas no mercado interno.

Nota: a produção, adicional, de calcário agrícola, encontra-se na Tabela 4.8.

Para os bens mineraiis usados na construção civil – tal como o calcário, usado para fabricação de cimento (principalmente) e de cal e pela siderurgia – a taxa usada foi de 5,6% ao ano até 2022, considerando o esperado crescimento em infraestrutura, saneamento e habitações, e mais moderado, 4,6% ao ano, para o período de 2023 a 2030.

Na Tabela 4.7 são apresentadas as projeções para os mineraiis não-metálicos exportados e/ou importados. Para o amianto, o consumo aparente e as importações deverão ser decrescentes por causa das questões ambientais, conforme mostra o histórico recente. Espera-se que a exportação cresça a uma taxa de 3,8% ao ano.

TABELA 4.7

Previsão de produção, importação, exportação e consumo dos minerais não-metálicos  
2015/2022/2030

Minerais não-metálicos		Un.	2008	2015	15/08	2022	22/15	2030	30/22
Amianto (crisotila)	Produção	kt	288	375	3,9%	478	3,5%	612	3,2%
	Importação	kt	21,4	28	4,0%	35	3,0%	41	2,0%
	Exportação	kt	178	231	3,8%	300	3,8%	404	3,8%
	C. Aparente	kt	131	173	4,0%	212	3,0%	249	2,0%
Barita (beneficiada)	Produção	kt	23,3	33	5,1%	46,7	5,1%	69,5	5,1%
	Importação	kt	5,38	7,62	5,1%	10,8	5,1%	16,1	5,1%
	Exportação	kt	0,11	0,14	3,8%	0,19	3,8%	0,25	3,8%
	C. Aparente	kt	28,6	40,5	5,1%	57,3	5,1%	85,3	5,1%
Bentonita (beneficiada)	Produção	kt	265	386	5,5%	564	5,5%	837	5,1%
	Importação	kt	216	316	5,6%	463	5,6%	689	5,1%
	Exportação	kt	9,74	13	3,8%	16	3,8%	22	3,8%
	C. Aparente	kt	471	690	5,6%	1.010	5,6%	1.504	5,1%
Caulim (beneficiado)	Produção	Mt	2,67	3,47	3,8%	4,52	3,8%	6,12	3,8%
	Exportação	Mt	2,6	3,38	3,8%	4,38	3,8%	5,91	3,8%
	C. Aparente	Mt	0,07	0,1	5,1%	0,14	5,1%	0,21	5,1%
Feldspato (beneficiado)	Produção	kt	122	172	5,0%	242	5,0%	359	5,0%
	Importação	kt	2,09	2,96	5,1%	4,19	5,1%	6,24	5,1%
	Exportação	kt	7,2	9,35	3,80 %	12,1	3,8%	16,4	3,8%
	C. Aparente	kt	117	166	5,1%	235	5,1%	349	5,1%
Fluorita (beneficiada)	Produção	kt	63,2	90	5,1%	127	5,1%	189	5,1%
	Importação	kt	40,4	57,2	5,1%	81,1	5,1%	121	5,1%
	Exportação	kt	0,34	0,44	3,8%	0,57	3,8%	0,76	3,8%
	C. Aparente	kt	103	146	5,1%	207	5,1%	309	5,1%
Grafita (beneficiada)	Produção	kt	77,2	107	4,8%	149	4,8%	218	4,8%
	Importação	kt	0,43	0,61	5,1%	0,86	5,1%	1,28	5,1%
	Exportação	kt	17,7	23	3,8%	29,8	3,8%	40,2	3,8%
	C. Aparente	kt	59,9	84,9	5,1%	120	5,1%	179	5,1%
Magnesita (beneficiada)	Produção	kt	421	582	4,7%	805	4,7%	1.169	4,8%
	Importação	kt	19,9	28,2	5,1%	39,9	5,1%	59,4	5,1%
	Exportação	kt	124	161	3,8%	209	3,8%	282	3,8%
	C. Aparente	kt	317	449	5,1%	636	5,1%	947	5,1%
Rochas ornamentais e de revestimento	Produção	Mt	7,8	11,1	5,2%	15,8	5,2%	22,4	4,4%
	Importação	Mt	0,09	0,13	5,6%	0,2	5,6%	0,28	4,6%
	Exportação	Mt	2	2,6	3,8%	3,4	3,8%	4,5	3,8%
	C. Aparente	Mt	5,9	8,6	5,6%	13	5,6%	18	4,6%
Talco e Pirofilita (beneficiado)	Produção	kt	139	196	5,0%	276	5,0%	408	5,0%
	Importação	kt	11,2	15,8	5,1%	22,4	5,1%	33,3	5,1%
	Exportação	kt	9,62	12,5	3,8%	16,2	3,8%	21,9	3,8%
	C. Aparente	kt	140	199	5,1%	282	5,1%	419	5,1%
Titânio (concentrado)	Produção	kt	220	310	5,0%	436	5,0%	645	5,0%
	Importação	kt	24,6	34,8	5,1%	49,4	5,1%	73,5	5,1%
	Exportação	kt	19,3	25,1	3,8%	32,5	3,8%	43,8	3,8%
	C. Aparente	kt	226	320	5,1%	453	5,1%	674	5,1%

(continua)

(continuação)

Minerais não-metálicos		Un.	2008	2015	15/08	2022	22/15	2030	30/22
Vermiculita (não expandida)	Produção	kt	29,0	41,0	5,0%	57,8	5,0%	85,7	5,0%
	Importação	kt	0,08	0,11	5,1%	0,16	5,1%	0,24	5,1%
	Exportação	kt	1,68	2,18	3,8%	2,83	3,8%	3,82	3,8%
	C. Aparente	kt	27,3	38,7	5,1%	54,8	5,1%	81,5	5,1%
Zirconita (concentrado)	Produção	kt	25,3	35,8	5,1%	50,6	5,1%	75,3	5,1%
	Importação	kt	24,1	34,1	5,1%	48,4	5,1%	72	5,1%
	Exportação	kt	0,43	0,56	3,8%	0,72	3,8%	0,98	3,8%
	C. Aparente	kt	49,0	69,4	5,1%	98,3	5,1%	146	5,1%

Fontes: DNPM e SGM. Projeção: Secretaria Executiva do PNM-2030.

As projeções para a produção de **rochas ornamentais** são da ordem de 11,1 Mt, em 2015, 15,8 Mt, em 2022, e 22,4 Mt, em 2030. Diante desta projeção, o desafio é a ampliação do mercado interno e a diversificação das exportações, tendo em vista a redução da dependência do mercado norte-americano para rochas processadas. Há estudos que alertam para a possibilidade de o percentual de rochas processadas exportadas, atualmente na ordem de 54%, retornar ao patamar de 10% por volta de 2030, devido ao interesse dos grandes *players* importadores apenas em blocos brutos.

Ressalta-se que as vendas de blocos decorrem da boa qualidade das rochas do Brasil (vantagem comparativa natural) e das condições de negociação. Importante destacar que atualmente o parque de beneficiamento no País apresentou um salto de qualidade e competitividade, passando a atender aos padrões mais exigentes.

Na Tabela 4.8 são apresentadas as projeções para os agrominerais. O consumo aparente crescerá em função da necessidade de manter ou elevar a produtividade da agricultura brasileira.

TABELA 4.8

**Previsão da produção, importação, exportação e consumo dos agrominerais 2015/2022/2030**

Agrominerais		Un.	2008	2015	15/08	2022	22/15	2030	30/22
Calcário agrícola	Produção	Mt	22,7	34,1	6,0%	54,8	7,0%	94,1	7,0%
Enxofre	Produção	Mt	0,51	0,73	5,1%	1,03	5,1%	1,53	5,1%
	Importação	Mt	2,31	3,81	7,4%	5,4	5,1%	8,03	5,1%
	C. Aparente	Mt	2,82	4,53	7,0%	6,42	5,1%	9,56	5,1%
Fosfato (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Produção	Mt	2,47	3,60	5,5%	4,93	4,6%	7,07	4,6%
	Importação	Mt	0,57	0,63	1,5%	0,94	5,8%	1,48	5,9%
	C. Aparente	Mt	3,04	4,23	4,8%	5,87	4,8%	8,55	4,8%
Potássio (K <sub>2</sub> O)	Produção	Mt	0,38	2,17	28%	3,07	5,0%	4,58	5,1%
	Importação	Mt	4,06	4,09	0,1%	5,74	5,0%	8,45	4,9%
	Exportação	Mt	0,01	0,013	3,8%	0,07	3,8%	0,023	3,8%
	C. Aparente	Mt	4,44	6,25	5,0%	8,80	5,0%	13,0	5,0%

Fontes: DNPM e SGM. Projeção: Secretaria Executiva do PNM-2030.

Nota: considerou-se que cerca de 90% do consumo de potássio e fósforo no País são em fertilizantes.

Compreendendo um amplo mercado, a oferta de minerais de fosfato e potássio, no mundo e no Brasil, é realizada por um reduzido número de países e empresas que produzem, a partir de minerais beneficiados, componentes intermediários e produtos finais, fertilizantes contendo os macronutrientes NPK. A oferta nacional é insuficiente para o atendimento da demanda desses nutrientes, a qual é satisfeita por importações, crescentes nos últimos anos.

O consumo de calcário agrícola deverá crescer mais que os demais agrominerais, tendo-se em conta a utilização de menos da metade do que seria recomendável para a correção da acidez dos diversos tipos de solo do País. No caso do enxofre, a produção brasileira continuará insuficiente para o atendimento das necessidades da cadeia produtiva de fertilizantes e de outros usos.

A produção de potássio, em 2015, tem como base os projetos de expansão da capacidade produtiva da empresa Vale, em Sergipe. A projeção da dependência externa de potássio aponta para sua diminuição significativa, em comparação ao patamar atual de 91%. Assim, a dependência do exterior cairá para 65%, em 2015, e se manterá assim, com a premissa de que a produção cresça em torno de 5% ao ano. A produção de potássio em Nova Olinda (AM), cujo ativo mineral pertence à Petrobrás, encontra-se em avaliação.

Quanto ao fosfato, o consumo aparente se refere ao de rocha fosfática. A produção de 2015 decorre de projetos anunciados. Assim, a dependência externa de fosfato para complementar a necessidade das plantas de transformação química em fertilizantes cairá dos atuais 20% para 13%, em 2015. Espera-se que novos projetos e expansões levem a uma gradual diminuição da dependência externa, alcançando a autossuficiência.

Destaca-se que a empresa Vale implementa projetos de potássio na Argentina e de fosfato no Peru, com exportação, segundo informações dos dirigentes da empresa, voltada para o mercado brasileiro.

Para alguns **produtos da transformação de não-metálicos**, a Tabela 4.9 apresenta a projeção de demanda interna e externa para os anos 2015, 2022 e 2030.

Em relação ao **cimento**, em 2008, o Brasil ocupava a 12ª posição como produtor mundial, com oferta de 52 Mt, representando 83% da capacidade instalada da ordem de 63 Mt. O consumo aparente foi de 51 Mt e, nos últimos cinco anos a taxa média anual de crescimento observada foi de 6,7%. A expectativa para o aumento do consumo interno é bastante favorável em face dos investimentos que têm sido realizados pelo Governo Federal em projetos de infraestrutura e da ampliação da indústria da construção civil na área habitacional. Os valores projetados para a demanda para os próximos anos devem aumentar a uma taxa média anual de 5,6% ao ano, até 2022. Após 2023, prevê-se que a taxa de crescimento do consumo seja menor, 4,6% ao ano, apontando para um consumo de cimento em 2030 de 157 Mt, correspondendo a um consumo *per capita* de 700 kg. Algumas empresas brasileiras estão adquirindo fábricas de cimento no exterior (Votorantim e Camargo Correa), e com planos de expansão, razão pela qual não se prevê incremento significativo das exportações brasileiras.

O segmento da **cerâmica vermelha** tem como característica o elevado número de produtores e de unidades de comercialização dispersos pelo País, o que dificulta o conhecimento sobre o desempenho setorial e dos indicadores de resultados econômicos e de competitividade. Os valores projetados para a demanda seguem as taxas de crescimento aplicadas ao cimento. Assim, o consumo em 2030 deverá alcançar o montante de 215 bilhões de peças.

O Brasil é o segundo maior mercado mundial para **cerâmica de revestimento**. A demanda interna é fortemente vinculada ao desempenho da indústria da construção civil, no segmento habitação. A região Sudeste responde por 49% do consumo nacional, seguindo-se as regiões Nordeste (20%) e Sul (18%). A demanda externa tem os Estados Unidos como principal destino, representando 83% das vendas ao exterior. Adotou-se a taxa de importação de 5,6% ao ano, tendo em vista a tendência de entrada de produtos chineses no mercado nacional. Prevê-se que o consumo interno em 2030 atinja 1.924 Mm<sup>2</sup>. O crescimento de consumo aparente de **colorifícios** acompanha o de cerâmica de revestimento.

A produção brasileira de **vidro**, em 2008 foi de 2,1 Mt, o que representava 70% da capacidade instalada no País. O consumo aparente para o mesmo ano foi de 2,4 Mt. As projeções apontam para uma demanda interna, em 2015, de 3,4 Mt e, em 2030, da ordem de 7,2 Mt.

O Brasil, em 2008, ocupava a 5<sup>a</sup> posição como produtor mundial de **cal**. A China lidera a produção, seguida pelos EUA, Rússia e Japão. O consumo nacional é equivalente à produção. O consumo *per capita* mundial é de 30 kg, tendo o Brasil um consumo *per capita* de 39 kg, um pouco acima da média mundial. As projeções para a demanda brasileira apontam, para 2015, 11 Mt e, para 2030, 23 Mt.

Em 2008, a produção brasileira de **gesso** foi de 3,1 Mt, similar ao consumo. A demanda nacional, com base no comportamento do consumo aparente, observado entre 2004 e 2008, cresceu à taxa média de 23% ao ano. Mesmo considerando a dificuldade de o consumo manter essa taxa de crescimento, a demanda permanecerá crescente, acompanhando o desempenho do setor habitacional. Prevê-se que a demanda seja de 4,6 Mt, em 2015, e 9,6 Mt, em 2030. O término da construção da Ferrovia Transnordestina, passando próximo ao pólo gesso de Araripina (PE), deverá impulsionar a produção da região e o consumo do gesso no País, bem como catalisar as vendas ao exterior, razão pela qual foi atribuída uma taxa de crescimento de 5,0% ao ano, a partir de 2015.

TABELA 4.9

**Previsão de produção, importação, exportação e consumo de produtos da transformação mineral de não-metálicos**

2015/2022/2030

Não-metálicos		Un.	2008	2015	15/08	2022	22/15	2030	30/22
Cal	Produção	Mt	7,4	11	5,6%	16	5,6%	23	4,6%
Cerâmica vermelha (peças)	Produção	10 <sup>9</sup>	70	103	5,6%	150	5,6%	215	4,6%
Cerâmica de revestimento	Produção	Mm <sup>2</sup>	713	1.009	5,1%	1.458	5,4%	2.077	4,5%
	Importação	Mm <sup>2</sup>	14,4	21,1	5,6%	30,9	5,6%	44,2	4,6%
	Exportação	Mm <sup>2</sup>	87	113	3,8%	147	3,8%	198	3,8%
	C. Aparente	Mm <sup>2</sup>	626	917	5,6%	1.342	5,6%	1.924	4,6%
Cimento	Produção	Mt	52	76	5,6%	111	5,6%	159	4,6%
	Importação	Mt	0	0	-	0	-	0	-
	Exportação	Mt	1,0	1,3	3,8%	1,7	3,8%	2,3	3,8%
	C. Aparente	Mt	51	74,7	5,6%	109	5,6%	157	4,6%
Coloríficos	Produção	kt	499	698	4,9%	981	5,0%	1.377	4,3%
	Importação	kt	2,5	3,7	5,6%	5,4	5,6%	7,7	4,6%
	Exportação	kt	195	253	3,8%	329	3,8%	443	3,8%
	C. Aparente	kt	307	449	5,6%	657	5,6%	942	4,6%
Gesso	Produção	Mt	3,10	4,54	5,6%	6,64	5,6%	9,52	4,6%
	Importação	Mt	0,028	0,041	5,6%	0,06	5,6%	0,086	4,6%
	Exportação	Mt	0,019	0,025	3,8%	0,035	5,0%	0,051	5,0%
	C. Aparente	Mt	3,11	4,55	5,6%	6,67	5,6%	9,55	4,6%
Louça de mesa (peças)	Produção	10 <sup>6</sup>	200	282	5,0%	397	5,0%	588	5,0%
	Importação	10 <sup>6</sup>	62,9	89,1	5,1%	126	5,1%	188	5,1%
	Exportação	10 <sup>6</sup>	12,5	16,2	3,8%	21,1	3,8%	28,4	3,8%
	C. Aparente	10 <sup>6</sup>	250	355	5,1%	502	5,1%	748	5,1%
Louça sanitária (peças)	Produção	10 <sup>6</sup>	21	30	5,5%	44	5,5%	63	4,6%
	Importação	10 <sup>6</sup>	0,032	0,047	5,6%	0,069	5,6%	0,098	4,6%
	Exportação	10 <sup>6</sup>	1,62	2,1	3,8%	2,73	3,8%	3,68	3,8%
	C. Aparente	10 <sup>6</sup>	19,4	28,4	5,6%	41,6	5,6%	59,7	4,6%
Rochas ornamentais e de revestimento (manufaturado)	Produção	Mm <sup>2</sup>	54,9	78	5,2%	112	5,2%	159	4,5%
	Importação	Mm <sup>2</sup>	0,82	1,2	5,6%	1,76	5,6%	2,52	4,6%
	Exportação	Mm <sup>2</sup>	12,7	16,5	3,8%	21	3,8%	29	3,8%
	C. Aparente	Mm <sup>2</sup>	43	63	5,6%	92,2	5,6%	132	4,6%
Refratários	Produção	kt	570	797	4,9%	1.117	4,9%	1.643	4,9%
	Importação	kt	32	45,3	5,1%	64,2	5,1%	95,6	5,1%
	Exportação	kt	84	109	3,8%	142	3,8%	191	3,8%
	C. Aparente	kt	518	734	5,1%	1.039	5,1%	1.547	5,1%
Vidro	Produção	Mt	2,1	2,9	5,0%	4,1	5,0%	6,1	5,0%
	Importação	Mt	0,55	0,78	5,1%	1,1	5,1%	1,6	5,1%
	Exportação	Mt	0,23	0,30	3,8%	0,39	3,8%	0,52	3,8%
	C. Aparente	Mt	2,4	3,4	5,1%	4,9	5,1%	7,2	5,1%

Fontes: Anuário do Setor de Transformação de Não-Metálicos, SGM/MME e relatórios do Projeto Estal.

Projeção: Secretaria Executiva do PNM-2030.

Nota: para as rochas de revestimento, manufaturadas, foi considerado 1 m<sup>2</sup> = 85 kg.



### 4.1.3 Demanda de Bens Minerais Energéticos

A produção atual de **carvão mineral** é da ordem de 6,0 Mt, utilizadas quase na totalidade para a geração de eletricidade. Para uso na siderurgia o carvão mineral é importado, com um total de 15 Mt para a produção de coque e uso industrial (MME/EPE, 2008).

A realização de novas pesquisas geológicas, no detalhamento de ocorrências conhecidas no Rio Grande do Sul, poderá viabilizar a descoberta de jazidas de carvão coqueificável (metalúrgico) e reduzir a dependência externa do País.

A previsão de crescimento da utilização das termelétricas na matriz energética indica a produção de carvão apresentada na Tabela 4.10.

TABELA 4.10  
Previsão da produção dos minerais energéticos  
2015/2022/2030

Minerais energéticos	Un.	2015	2022	22/15	2030	30/22
Carvão energético	Mt	7,5	20	15%	26	3,3%
Urânio (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	t	610	840	4,6%	1.303	5,7%

Fontes: Carvão – ABCM (Associação Brasileira de Carvão Mineral); Urânio – Secretaria Executiva do PNM-2030.

A projeção para a produção de **urânio** é crescente, em linha com as novas usinas nucleares projetadas até 2030 (Tabela 4.10). Importante destacar que se não houver a ampliação da produção em Caetité ou a abertura de novas minas, o País deixará a posição de autosuficiente para a de importador. Neste PNM-2030 não há informações sobre os investimentos atuais e previstos em pesquisa mineral, mineração e transformação do Urânio, que são de responsabilidade da Indústrias Nucleares do Brasil (INB), sob a coordenação do MCT.

## 4.2 METAS E INVESTIMENTOS PARA AMPLIAÇÃO DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO

Para fazer face ao desafio de dar continuidade ao conhecimento geológico do território brasileiro, será necessário a garantia de fluxo de investimentos compatível com esse objetivo de longo prazo, com a contínua absorção de novas técnicas voltadas para o mapeamento geológico e o envolvimento dos Estados, das universidades e dos centros de pesquisa. As metas de investimentos para ampliação do conhecimento geológico no Brasil, para o período 2010-2030, são apresentadas nos próximos subitens.

### 4.2.1 Metas e Investimentos em Geologia e Recursos Minerais

No horizonte do PNM-2030, o aumento do conhecimento geológico do território brasileiro está relacionado a duas linhas mestras:

1. aumentar o conhecimento geológico do território nacional não-amazônico dos atuais 40% (1.422.000 km<sup>2</sup>) para 100% (3.495.000 km<sup>2</sup>), na escala 1:100.000, considerando que 15% correspondem a áreas interiores de bacias sedimentares, nas quais estão previstos levantamentos geológicos/hidrogeológicos (tridimensionais); e

2. aumentar o conhecimento geológico do território nacional amazônico dos atuais 50% (2.505.000 km<sup>2</sup>) para 100% (5.010.000 km<sup>2</sup>), na escala 1:250.000, considerando que 5% da área a ser estudada correspondem a terras indígenas.

No intuito de avaliar o potencial das áreas mapeadas nas escalas 1:250.000 e 1:100.000 foram previstas metas com indicadores, conforme mostra a Tabela 4.11.

**TABELA 4.11**  
**Metas para a cartografia geológica até 2030 (%)**

Escala	1:1.000.000					1:250.000					1:100.000				
	Ano	2010	2010	2015	2022	2030	2010	2015	2022	2030	2010	2015	2022	2030	
BRASIL		100	56	68	82	91	18	22	31	47					
Território não-Amazônico <sup>1</sup>		100	64	72	78	78	40	50	65	100 <sup>3</sup>					
Território Amazônico <sup>2</sup>		100	50	66	84	100	1	3	7	10					

Nota: o ano de 2010 considera a finalização dos trabalhos em curso e atualização/consolidação dos projetos históricos.

1 Território não-Amazônico compreende área de 3,5 milhões de km<sup>2</sup>.

2 Território Amazônico corresponde à Amazônia Legal, com cerca de 5 milhões de km<sup>2</sup>.

3 Deste total 15% correspondem a áreas interiores de bacias sedimentares, com levantamentos geológicos/hidrogeológicos previstos.

Os investimentos requeridos até 2030, para alcançar as metas, são apresentados na Tabela 4.12.

**TABELA 4.12**  
**Investimentos para a cartografia geológica, geofísica e recursos minerais até 2030**

Atividade/Período	2010	2011-2015	2016-2022	2023-2030	Total
Geologia Básica	27,4	137	196	262	622
Aerogeofísica e Geofísica Terrestre	24,7	124	150	110	409
Recursos Minerais	8,00	40,0	45,0	50,0	143
Total	60,1	301	391	402	1.174
Média anual	60,1	60,2	55,9	50,3	56,0

Nota: valores em R\$<sub>2010</sub> milhões.

## Geologia Básica

Dado o desafio de até 2030 realizar o mapeamento dos 60% restantes do território não-amazônico na escala 1:100.000 e os 50% que ainda faltam na escala 1:250.000, no território amazônico, é necessário determinar a seleção dos alvos de mapeamento adequados em função dos objetivos estratégicos, potencialidade mineral e demandas da sociedade. A disponibilização direta dos dados consolidados ao acesso público, mediante o uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG) e da internet é outra ação necessária. Assim, o planejamento dessas ações considerou as metas gerais pré-estabelecidas e a priorização dos projetos, obedecendo a seguinte metodologia:

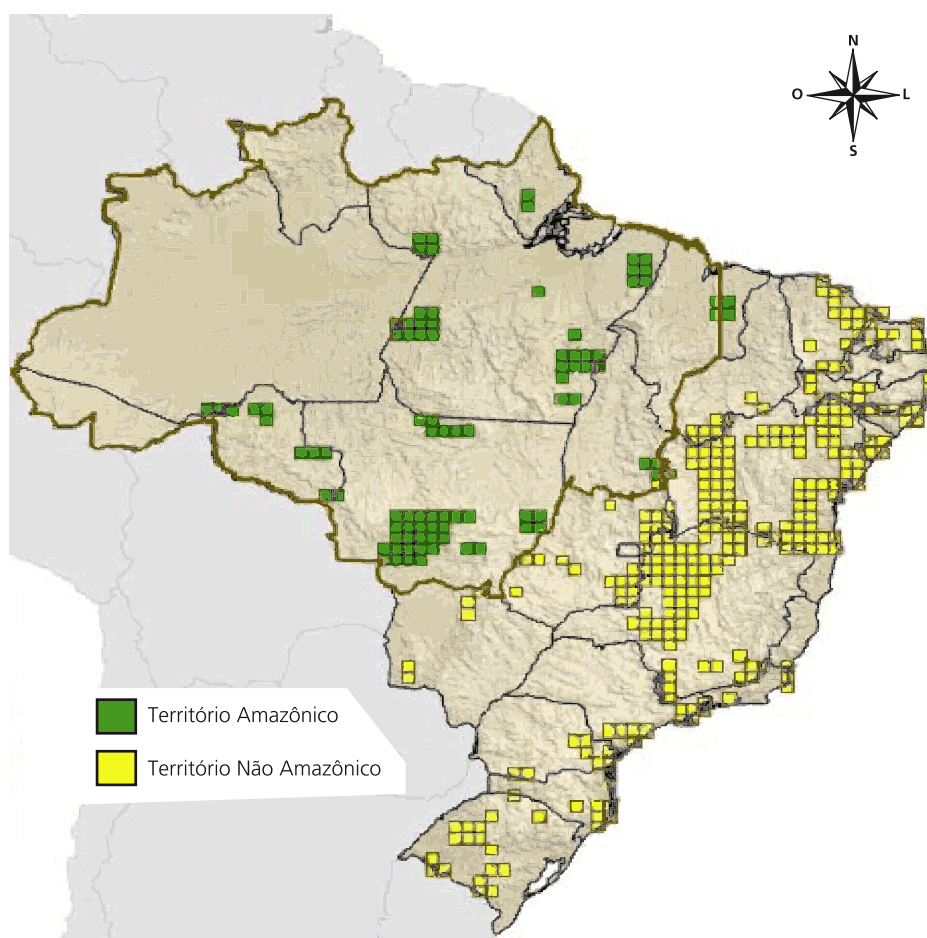
1. Identificação de lacunas de conhecimento geológico correspondentes aos vazios de cartografia geológica existentes no território amazônico, na escala 1:250.000, e no território não-amazônico, na escala 1:100.000;

2. Identificação e avaliação de Áreas de Relevante Interesse Mineral (ARIM) em toda a extensão do território nacional, com vistas à realização de levantamentos geológicos, geoquímicos e aerogeofísicos em escalas de 1:100.000 até 1:50.000 nas áreas selecionadas (Projeto OTGM – SGM/MME, 2008 e Projeto ARIM - SGB/CPRM, 2009).
3. Identificação das extensas áreas de coberturas cenozóicas que se depositaram ao longo das planícies aluvionares das bacias hidrográficas do Amazonas e Solimões, que constituirão a última prioridade para a cartografia geológica básica do território amazônico.
4. Identificação das unidades de conservação ambiental e terras indígenas que cobrem grandes extensões do território amazônico, para que tenham reconhecimento geológico e avaliação de suas potencialidades.

Diante do quadro atual de conhecimento do território brasileiro e da importância estratégica, do potencial mineral e de recursos energéticos da Região Amazônica e da Plataforma Continental Jurídica Brasileira, uma política para preencher as lacunas de conhecimento é mais do que justificável.

Estima-se que até 2030 as áreas mostradas na Figura 4.1 sejam priorizadas para os levantamentos geológicos na escala 1:100.000.

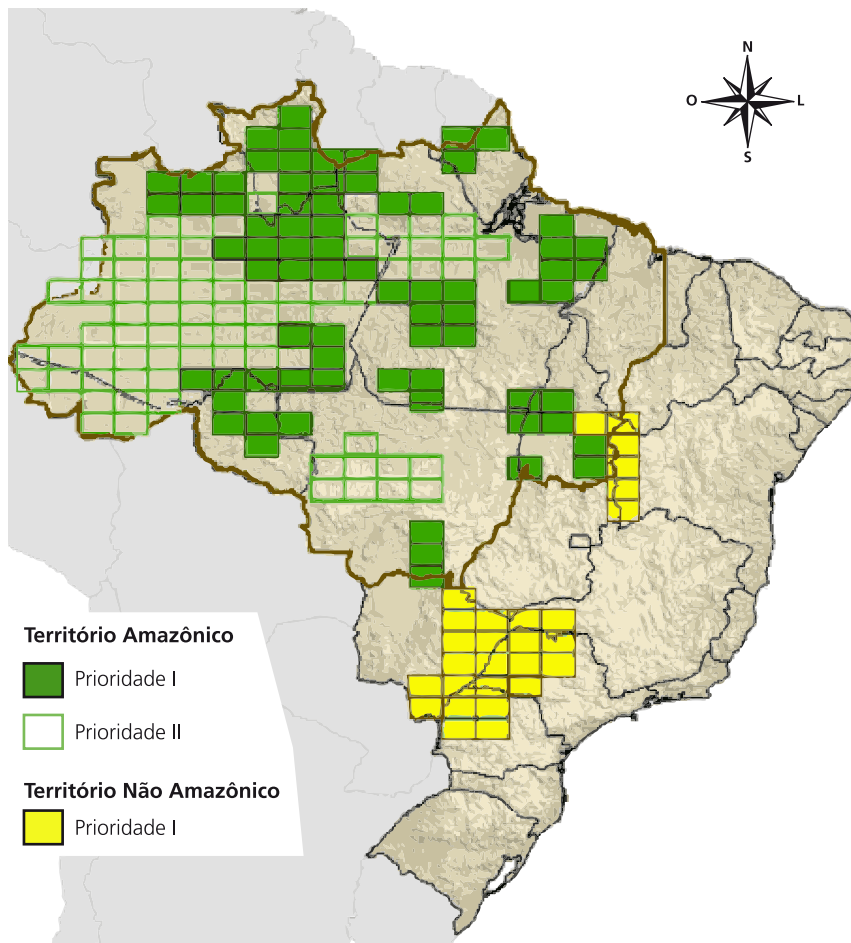
**FIGURA 4.1**  
**Projetos previstos até 2030 de cartografia geológica**  
 Escala 1:100.000



Fonte: CPRM

Os projetos de cartografia geológica previstos na escala 1:250.000, até o ano 2030, estão localizados na Região Amazônica, focando as áreas cristalinas com grande potencial mineral, algumas já conhecidas, e as áreas sedimentares com potencial para potássio, fosfato, caulim e outros bens minerais (Figura 4.2). Na Região não-Amazônica o foco do trabalho será em hidrogeologia, agrominerais e materiais para a construção civil, a ser realizado até 2022.

**FIGURA 4.2**  
**Projetos previstos de cartografia geológica**  
 escala 1:250.000 (2010 – 2030)

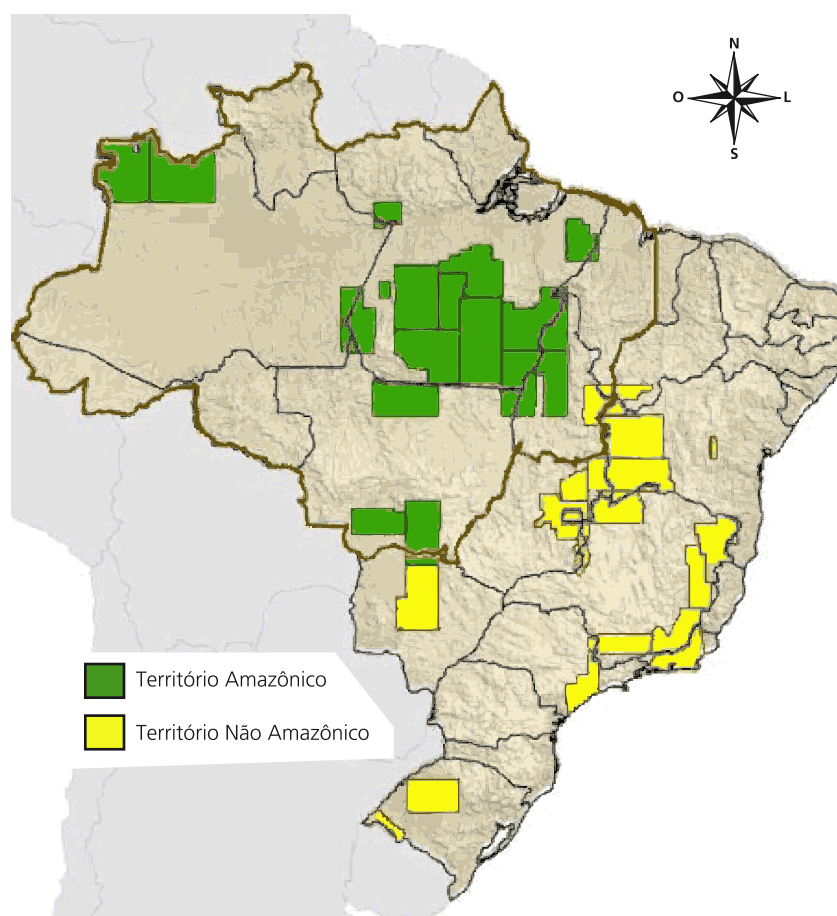


Fonte: CPRM

### Aerogeofísica

Para o período 2010-2030, planeja-se a complementação dos levantamentos aerogeofísicos, parte dos quais estão propostos para o PAC 2 (período 2011 - 2014) na ação da CPRM *Levantamentos Aerogeofísicos*, com o mapeamento de 1.012.000 km<sup>2</sup>. Essas áreas são suficientes para completar o levantamento dos terrenos cristalinos brasileiros – sem considerar as bacias sedimentares, cujos levantamentos são realizados pela ANP – com recobrimento de aeromagnetometria e aerogamaespectrometria, levantamentos de alta resolução, indispensáveis ao mapeamento geológico sistemático e à definição de ambientes geológicos favoráveis à presença de recursos minerais (Figura 4.3).

FIGURA 4.3  
**Levantamentos aerogeofísicos previstos**  
 2010 – 2030



Fonte: CPRM

### Geoquímica

O objetivo é mapear todo o território brasileiro até 2015, por amostragem de baixa densidade, gerando informações da composição química do substrato rochoso, da cobertura de solos e das águas superficiais e subterrâneas, visando à subsidiar os levantamentos geológicos, estudos de avaliação de recursos minerais, a agricultura, a gestão territorial e a saúde pública.

Destacam-se, nesses trabalhos de geoquímica ambiental, os estudos na área denominada “geologia médica”, a qual é um importante instrumento de avaliação ambiental e de saúde pública. Nesse sentido, a amostragem deverá focar sedimentos de corrente, água superficial e solo, com densidade amostral variável em função das condições de acesso e de variabilidade da presença de elementos químicos nocivos.

Diversos trabalhos de importância fundamental para o conhecimento do País serão desenvolvidos até 2030 (CPRM):

- Mapa Geoquímico do Brasil – 2015;
- Mapas Geoquímicos Estaduais – 2017;



- Mapas Geoquímicos de Bacias Hidrográficas – 2020;
- Detalhamento de alvos selecionados com potencial mineral – 2021;
- Detalhamento de áreas com deficiência/excesso em macro-micronutrientes – 2022;
- Indicações de áreas favoráveis para agricultura saudável – 2016;
- Detalhamento de áreas contaminadas natural e/ou antropicamente por elementos químicos nocivos à saúde – 2025;
- Mapa Geoquímico do Brasil para fins de atualização e monitoramento – 2030.

Os investimentos requeridos até 2030 são apresentados resumidamente na Tabela 4.13.

TABELA 4.13  
Investimentos em geoquímica

Atividade/Período	2010	2011-2015	2016-2022	2023-2030	Total
Geoquímica Multiuso	0,40	6,4	4,0	5,0	15,8
Média Anual	0,40	1,60	0,67	0,71	0,79

Nota: valores em R\$<sub>2010</sub> milhões.

## Recursos Minerais

Nos grandes desafios específicos para o desenvolvimento de recursos minerais, algumas prioridades são consideradas. Entre eles, a continuidade dos projetos especiais de estudos de **minerais estratégicos** para a economia nacional.

Primeiramente, em face do crescimento do agronegócio brasileiro previsto para as próximas décadas, torna-se imperativo o desenvolvimento de políticas de recursos minerais focadas nos agrominerais, principalmente potássio e fosfato.

Aqui se incluem os recursos de calcário para uso corretivo de solos, bem como rochas e minerais para aplicação em remineralização dos solos, processo conhecido como rochagem, importante tanto para o agronegócio como para a agricultura familiar.

Torna-se necessário, ainda, o desenvolvimento de alvos para a identificação de jazidas (agregados e argilas) de materiais para construção civil, face ao crescimento expressivo deste segmento no Brasil. Estes trabalhos atenderão também às obras de infraestrutura e habitação já citadas anteriormente.

A pesquisa de minerais estratégicos para a indústria de alta tecnologia, tais como lítio e elementos de terras-raras (ETR), são essenciais para o desenvolvimento dessa indústria no médio e no longo prazos. Para tal, a continuação do detalhamento de províncias pegmatíticas, por exemplo: Nordeste do Ceará e Leste de Minas Gerais e de intrusões alcalinas em vários Estados (SC, SP, MG, BA, MS, entre outros), torna-se estratégica. Para esses casos, é importante a identificação de alvos, o desenvolvimento de recursos humanos qualificados, modelos de exploração e rotas tecnológicas.



## 4.2.2 Metas e Investimentos em Recursos Hídricos

### Hidrogeologia

No PNM-2030 ressalta-se a importância da continuidade do levantamento básico dos recursos hídricos subterrâneos. É necessário que as informações geradas pelos cadastramentos de poços, mapas hidrogeológicos, estudos dos aquíferos e dados obtidos na Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas (RIMAS) sejam incorporadas ao Programa Nacional de Águas Subterrâneas (PNAS), conforme a Resolução do CNRH nº. 99 de 2009 que se constitui em um dos programas de componente regional do PNRH. Essas providências tornarão possível o aumento do conhecimento hidrogeológico do País de modo mais organizado e com efeitos na melhoria da qualidade de vida<sup>1</sup> em regiões com carências hídricas, entre outros.

Atualmente, o SIAGAS conta com uma base de 200 mil poços cadastrados em todo o território nacional. Recentemente, através do Projeto Estal, cooperação entre o Banco Mundial (BIRD) e MME, foi desenvolvido e disponibilizado um novo módulo para a sociedade (SIAGAS web), em especial para a comunidade de pesquisadores de hidrogeologia, empresas de perfuração de poços e gestores de recursos hídricos.

Como diretriz para políticas públicas o PNM-2030 priorizará o estudo de recursos hídricos em áreas onde estes sejam escassos, como as bacias sedimentares do semiárido brasileiro. É fundamental o desenvolvimento de novas metodologias para a prospecção de águas subterrâneas e o estabelecimento de planos diretores para o aproveitamento racional destes recursos.

### Hidrologia

Dentro do PNM-2030, para recursos hídricos superficiais, estão previstas as seguintes ações:

- ampliação do conhecimento por meio de ações coordenadas e de cooperação técnica entre os órgãos gestores de recursos hídricos, visando uma robusta integração de seus dados de monitoramento;
- ampliação das redes hidrometeorológicas com a utilização de instrumento de gestão de recursos hídricos, buscando a melhoria da relação entre estações telemétricas e adotando novas tecnologias para a coleta de dados;
- integração de dados hidrometeorológicos de órgãos federais e estaduais.

Na parceria entre os órgãos gestores para o planejamento estratégico da Rede Hidrometeorológica Nacional, estão relacionadas a implantação do plano de ação para a modernização dessa Rede, a articulação institucional visando à operação integrada de redes de monitoramento hidrológico e o desenvolvimento conjunto para a integração de dados de monitoramento de águas superficiais e subterrâneas.

A gestão eficaz dos recursos hídricos superficiais possibilitará, além do atendimento ao acesso comum de consumo de água, o permanente monitoramento das áreas sujeitas a cheias episódicas dos rios.

1. O abastecimento de água subterrânea para comunidades carentes no Semi-árido é um exemplo da melhoria da qualidade de vida das respectivas populações.

Na Tabela 4.14 são apresentados os investimentos previstos para estudos dos recursos hídricos, hidrogeologia e hidrologia, até 2030.

**TABELA 4.14:**  
**Investimentos para o conhecimento de recursos hídricos**

Atividade/Período	2010	2011-2015	2016-2022	2023-2030	Total
Hidrogeologia	9,6	86,3	18,1	20,7	125
Hidrologia	3,0	26,9	37,7	43,1	108
Total	12,6	113	55,8	63,8	233
Média Anual	12,6	22,6	7,98	7,97	11,7

Nota: valores em R\$<sub>2010</sub> milhões.

### 4.2.3 Metas e Investimentos para PCJB e AREA

A CPRM, a Marinha do Brasil e as universidades brasileiras executarão, no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), dois grandes programas nacionais - Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Jurídica Brasileira (REEMPLAC) e Programa de Prospecção e Exploração de Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial (PROAREA), os quais integram vários projetos de pesquisa para a plataforma continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes do Atlântico Sul e Equatorial. Entre os recursos minerais atualmente confirmados com potencial significativo para a exploração e possível extração, podem ser citados: a areia e o cascalho, depósitos minerais bioclásticos ricos em carbonato de cálcio, a fosforita, os depósitos de carvão, os hidratos de gás e os grandes depósitos de sais evaporíticos, compostos por potássio, cloro, magnésio, cálcio e outros elementos químicos importantes.

Com relação às fontes de minérios metálicos, estão previstos projetos de pesquisa de depósitos hidrotermais ricos em cobre, zinco, ouro e prata na Cadeia Meso-Atlântica, como também crostas cobaltíferas em áreas oceânicas internacionais. Com isso, a partir de ações coordenadas, o Brasil objetiva garantir a soberania territorial e o desenvolvimento de tecnologias para assegurar, no futuro, fontes de matérias-primas para prosseguir em busca de seu desenvolvimento.

Em 2010, foram iniciados os trabalhos de levantamento geológico e prospecção na Elevação do Alto do Rio Grande, situado no mar internacional, e a elaboração do Sistema e Informações Geográficas do Atlântico Sul.

As Tabelas 4.15 e 4.16 apresentam, respectivamente, as metas de recobrimento a serem alcançadas e os investimentos correspondentes.

O aporte desses recursos está de acordo com as recomendações da CIRM, por meio dos programas “Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira – REEMPLAC” e “Prospecção e Exploração de Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial – PROAREA”. Os projetos do REEMPLAC (R\$ 304 milhões) referem-se à porção imersa do território nacional. Os projetos da AREA (R\$ 450 milhões) referem-se a projetos no Mar Internacional em áreas que não pertencem ao Brasil e a alocação dos recursos financeiros está condicionada à aprovação do Governo Federal.

TABELA 4.15  
Metas para a cartografia da PCJB (%)

Escala	1:1.000.000				1:250.000				1:100.000				
	Ano	10	15	22	30	10	15	22	30	10	15	22	30
PCJB*	10	48	60	100	3	10	25	40	1	8	15	25	

Nota: o ano de 2010 considera a finalização dos trabalhos em curso e a atualização/consolidação dos projetos históricos

Obs.: \* PCJB-Plataforma Continental Jurídica Brasileira compreende a área de 4,5 milhões de km<sup>2</sup> que se projeta no oceano Atlântico.

TABELA 4.16  
Investimentos em levantamentos geológicos e prospecção de recursos minerais marinhos

Atividade/Período	2009/2010	2011-2015	2016-2022	2023-2030	Total
PCJB	8,0	66,7	93,4	136	304,1
AREA	8,3	95,3	151	196	450,6
Total	16,3	162	244,4	332	754,7
Média Anual	8,2	32,4	34,9	41,5	37,7

Nota: valores em R\$<sub>2010</sub> milhões.

#### 4.2.4 Metas e Investimentos em Geodiversidade

Para os próximos 20 anos, os trabalhos de geodiversidade deverão estar centrados na finalização dos mapas estaduais nas escalas 1:250.000 a 1:1.000.000 e nos estudos de detalhe das áreas de influência das grandes obras de infraestrutura do País.

Os trabalhos em formato SIG para o Projeto Mapas de Geodiversidade para execução no período de 2010 a 2030 estão associados a diversos ambientes, tais como: províncias e distritos minerais, faixa de fronteira, regiões costeiras, áreas de recarga dos principais aquíferos brasileiros, regiões metropolitanas, semiárido nordestino, terras indígenas, Amazônia, plataforma continental, ao longo de ferrovias e rodovias em construção: Ferrovias NS, EW, Transnordestina, rodovias BR-163 e BR-319, entre outras grandes obras de infraestrutura.

Outros objetivos estão associados ao desenvolvimento de ações que visam a reduzir a vulnerabilidade em processos que envolvam riscos geológicos e desastres naturais, com o cadastramento de áreas de riscos, geração de mapas múltiplos de desastres naturais e implantação de sistemas de alerta de cheias. Devem-se inserir ainda nas ações de geodiversidade aquelas voltadas ao apoio e continuidade na indicação para criação de geoparques.

Especificamente, dentro dos estudos da Geodiversidade com importância para o País costumam:

- monitoramento de geoindicadores de mudanças climáticas, 2011-2030;
- educação na prevenção de riscos geológicos, 2011-2030;
- mapeamento geológico-geotécnico e delimitação de áreas de risco para os Planos Municipais de Redução de Riscos do Ministério das Cidades, 2018;
- implantação nos municípios do Sistema de Cadastro de Desastres Naturais – SCDN, 2012;
- supervisão e manutenção do SCDN, 2012-2030;
- apoio ao Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Território Brasileiro – ZEE, 2010-2030.

Dentre os objetivos gerais que deverão ser finalizados até 2022, encontram-se a conclusão de todos os mapas estaduais de geodiversidade do Brasil na escala 1:250.000 e o levantamento de detalhe das áreas de influência das principais obras de infraestrutura. Além disso, prevê-se a implantação de diversos sistemas de alerta de cheias nas principais regiões desprovidas deles e onde os mesmos são indispensáveis para garantir a segurança da população. Os investimentos requeridos até 2030 são apresentados na Tabela 4.17.

TABELA 4.17  
Investimentos para a geodiversidade

Atividade/Período	2010	2011-2015	2016-2022	2023-2030	Total
Geodiversidade/gestão territorial	0,40	8,8	10,0	12,0	30,8
Média Anual	0,40	2,2	1,67	1,71	1,54

Nota: valores em R\$<sub>2010</sub> milhões.

### 4.3 INVESTIMENTOS EM PESQUISA MINERAL

Os investimentos em pesquisa mineral referem-se tanto à pesquisa em áreas pioneiras como à reavaliação de novas reservas em áreas onde já ocorre a lavra.

Os investimentos em pesquisa mineral no Brasil, no ano de 2008, foram da ordem de US\$ 486 milhões (exclusive petróleo e gás natural), dos quais US\$ 346 milhões em áreas pioneiras e US\$ 140 milhões em áreas com atividade de lavra. O total correspondeu a 3,7% dos investimentos mundiais, que atingiram cerca de US\$ 13,2 bilhões. Os valores alcançados em 2008 foram recordes, tanto para o Brasil como para o mundo. Isso se deve, principalmente, ao crescimento acentuado dos preços das *commodities*, verificados a partir de 2003<sup>2</sup>.

Durante o triênio 2006-2008, a média anual dos investimentos em pesquisa mineral foi de US\$ 390 milhões<sup>3</sup> para o Brasil (US\$ 252 milhões em áreas pioneiras) e de US\$ 10,4 bilhões para o mundo. A América Latina (AL) respondeu por 25% dos investimentos globais, enquanto o Brasil participou com apenas 12% do total da AL.

No Brasil, os investimentos em pesquisa mineral seguem o comportamento do resto do mundo, ou seja, a maior parte é destinada à classe dos metálicos, com destaque para o ouro, metais básicos e ferro. É importante ressaltar que parcela significativa da pesquisa mineral no Brasil em áreas pioneiras é realizada por empresas *junior*s, cujas ações são negociadas, principalmente, nas bolsas canadenses.

Durante os anos de 2006 a 2008, a procura por minerais metálicos no Brasil, em áreas pioneiras, foi responsável por 76,4% dos investimentos (Tabela 4.18). O ouro, isoladamente, registrou 29% do total, enquanto os metais básicos, principalmente níquel, cobre e zinco, responderam por 28%; e os metais ferrosos por 12%, predominando o ferro, e os demais metais, 7,7%.

2. Em 2002, se observou o menor volume de investimentos em pesquisa mineral no mundo, desde que esses dados começaram a ser levantados pelo MEG (Metal Economic Group).

3. US\$ 250 milhões em áreas pioneiras e 140 milhões em áreas de lavra.

TABELA 4.18  
Investimentos em pesquisa mineral em áreas pioneiras (2006 – 2008)

Bem Mineral	2006	2007	2008	Média	%
<b>Metálicos</b>	<b>103</b>	<b>189</b>	<b>287</b>	<b>193</b>	<b>76,4</b>
Metais ferrosos	9,07	18,5	63,9	30,5	12,1
Metais básicos	37,4	77,8	95,4	70,2	27,8
Metais preciosos	38,2	72,6	107,5	72,8	28,8
Outros metálicos	18,6	20,4	19,7	19,5	7,7
<b>Não-metálicos</b>	<b>44,3</b>	<b>45,1</b>	<b>51,4</b>	<b>46,9</b>	<b>18,6</b>
Materiais ind. construção	34,1	34,9	34,2	34,4	13,6
Minerais industriais	8,23	8,84	15,7	10,9	4,3
Água mineral	1,93	1,40	1,45	1,60	0,6
<b>Gemas/Diamantes</b>	<b>13,9</b>	<b>14,4</b>	<b>6,70</b>	<b>11,7</b>	<b>4,6</b>
<b>Energéticos (carvão)</b>	<b>0,61</b>	<b>0,55</b>	<b>1,43</b>	<b>0,86</b>	<b>0,3</b>
<b>Total</b>	<b>162</b>	<b>249</b>	<b>346</b>	<b>253</b>	<b>100,0</b>

Fonte: DNPM – Base de Dados DIPEM (modificado). Exclusive petróleo e gás.

Nota: valores em US\$ milhões.

O segmento dos minerais não-metálicos responde por 18,6% do total dos investimentos. Nesse conjunto, destacam-se os materiais para a indústria de construção civil, com 13,6%, sendo que o granito, sozinho, representa 10%. Apresentando menores percentuais, as argilas para cerâmica, as areias e os calcários para construção. A classe de pedras preciosas (gemas e diamantes) se sobressai pela participação dos diamantes, 4,6% dos investimentos, enquanto as demais gemas somam menos que 0,1%. Finalmente, a menor fatia coube à classe dos energéticos (exclusive petróleo e gás natural) que investiu apenas 0,3% do total, no triênio analisado.

Quanto aos investimentos em pesquisa mineral nas áreas pioneiras, em termos regionais, empatam as regiões Norte (29%) e Nordeste (30%), sucedidas pelo Sudeste (23%), Centro-Oeste (15%) e Sul (3,0%). A distribuição geográfica desses investimentos concentram-se em cinco Unidades da Federação, as quais responderam, em 2008, por 73% do total: Pará (22%), Minas Gerais (18%), Bahia (18%), Goiás (7,4%) e Mato Grosso (7,3%). Tal comportamento reflete a potencialidade mineral desses estados, com a seguinte participação das principais substâncias nos investimentos:

- Pará: alumínio, cobre, ouro e níquel (93,8%);
- Bahia: ouro, granito, diamante e manganês (80,3%);
- Minas Gerais: granito, diamante, ouro, ferro e zinco (75,5%); e
- Goiás: ouro, níquel, zinco, fosfato e cobre (84,2%).

No que se refere às pesquisas em áreas de lavra, os investimentos somaram US\$ 140 milhões em 2008, valor semelhante à média alcançada no triênio 2006-2008. A maior parte (92%) foi alocada aos metais, destacando-se: ferro (33%), ouro (22%), níquel (9,8%), zinco (8,7%), cobre (7,6%) e bauxita (6,9%). Os não-metálicos responderam por 7,1%, ficando as gemas e os energéticos com apenas 1%. A grande participação do minério de ferro evidencia a importância desse mineral, em função da forte demanda das siderúrgicas dos países emergentes.

### 4.3.1 Previsão dos Investimentos em Pesquisa Mineral

Em todos os cenários elaborados e, particularmente, na visão de futuro que o cenário “Na Trilha da Sustentabilidade” aporta ao PNM 2030, destaca-se a necessidade de expansão das reservas para atender à crescente demanda por minérios até 2030.

Os investimentos em pesquisa mineral no Brasil, previstos para o período 2010-2030, estão estimados em US\$ 10,5 bilhões (Tabela 4.19). Os metais não-ferrosos participam com a maior parcela (76,5%), seguido pelos metais ferrosos, com 15,1%, e as demais classes com apenas 8,4%.

TABELA 4.19:  
Previsão dos investimentos em pesquisa mineral – 2015/2022/2030

Bem Mineral	2010-2015	2010-2015	2023-2030	2010-2030	% (Σ)
<b>Metais Ferrosos</b>	<b>303</b>	<b>500</b>	<b>784</b>	<b>1.587</b>	<b>15,11</b>
<i>Média Anual</i>	<b>50</b>	<b>71</b>	<b>98</b>	<b>76</b>	
Ferro	271	451	705	1.426	13,58
Manganês	12,6	19,4	30,4	62,3	0,59
Nióbio	13,1	20,3	32,3	65,7	0,63
Cromo	6,2	10,0	16,5	32,7	0,31
<b>Metais Não-Ferrosos</b>	<b>1.399</b>	<b>2.640</b>	<b>3.990</b>	<b>8.029</b>	<b>76,47</b>
<i>Média Anual</i>	<b>233</b>	<b>377</b>	<b>499</b>	<b>382</b>	
Bauxita metalúrgica	78	124	194	396	3,78
Cobre	117	219	354	691	6,58
Chumbo	6,1	9,86	16,4	32,3	0,31
Estanho	4,0	6,44	10,7	21,1	0,20
Níquel	193	400	661	1.254	11,95
Ouro	844	1.628	2.334	4.807	45,78
Zinco	156	252	419	827	7,88
<b>Não-Metálicos</b>	<b>59,2</b>	<b>96,0</b>	<b>158</b>	<b>313</b>	<b>2,98</b>
<i>Média Anual</i>	<b>9,9</b>	<b>13,7</b>	<b>19,7</b>	<b>14,9</b>	
Água mineral	19,1	30,9	51,4	101,4	0,97
Amianto crisotila	0,91	1,34	1,96	4,21	0,04
Calcário	18,8	31,2	51,4	101	0,97
Caulim	0,57	0,85	1,29	2,72	0,03
Fosfato	7,88	12,49	20,32	40,69	0,39
Gipsita	0,20	0,33	0,54	1,07	0,01
Magnesita	0,01	0,01	0,02	0,04	0,00
Potássio	11,2	18,0	29,7	58,9	0,56
Rochas ornamentais	0,50	0,82	1,32	2,64	0,03
<b>Gemas e Diamantes</b>	<b>18,5</b>	<b>11,8</b>	<b>29,6</b>	<b>59,9</b>	<b>0,57</b>
<i>Média Anual</i>	<b>3,08</b>	<b>1,69</b>	<b>3,70</b>	<b>2,85</b>	
Diamantes	18,5	11,8	29,6	59,9	0,57
<b>Energéticos</b>	<b>2,02</b>	<b>3,16</b>	<b>5,07</b>	<b>10,25</b>	<b>0,10</b>
<i>Média Anual</i>	<b>0,34</b>	<b>0,45</b>	<b>0,63</b>	<b>0,49</b>	
Carvão	2,02	3,16	5,07	10,25	0,10
<b>Outros Minerais</b>	<b>89,1</b>	<b>162,6</b>	<b>248,3</b>	<b>499,9</b>	<b>4,76</b>
<i>Média Anual</i>	<b>14,8</b>	<b>23,2</b>	<b>31,0</b>	<b>23,8</b>	
<b>TOTAL INVESTIMENTOS</b>	<b>1.870</b>	<b>3.414</b>	<b>5.214</b>	<b>10.499</b>	<b>100,00</b>
<i>Média Anual</i>	<b>312</b>	<b>488</b>	<b>652</b>	<b>500</b>	

Fonte: DNPM/SGM. Previsão: Secretaria Executiva do PNM-2030.

Nota: valores em US\$ milhões.



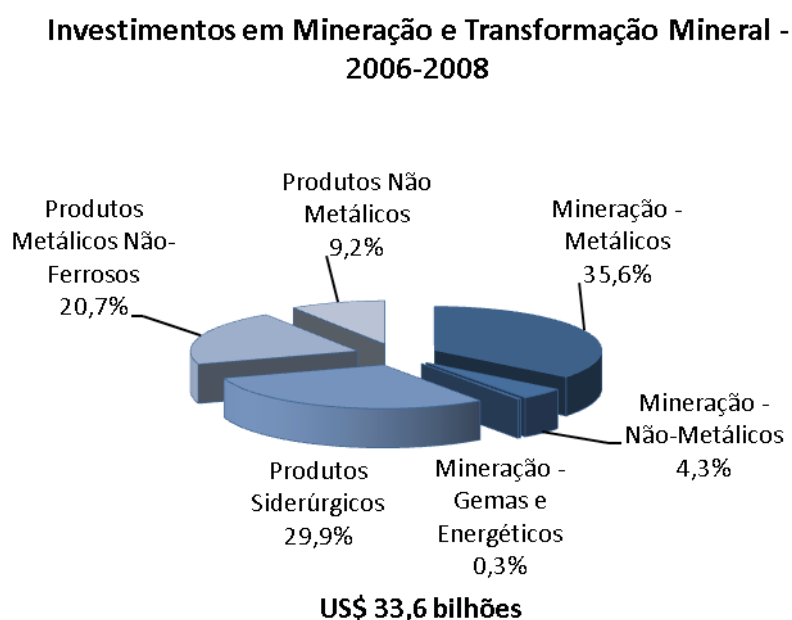
Os investimentos projetados indicam uma distribuição semelhante às previsões para a produção mineral apresentada adiante, coerente com a metodologia utilizada, baseada na hipótese de reposição das reservas a serem consumidas pela produção, ou para atender à demanda total, na hipótese de substituição das importações dos bens minerais para os quais o Brasil é dependente.

Os valores estimados também apresentam correlação com os investimentos preteritos, o que, de certa forma, valida a metodologia utilizada. No entanto, é possível e desejável que, no futuro, os investimentos possam superar os valores calculados, tendo em vista as medidas de estímulo à produção mineral preconizadas neste Plano.

#### 4.4 INVESTIMENTOS EM MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Os investimentos em mineração e transformação mineral no Brasil alcançaram, no triênio 2006-2008, cerca de US\$ 11,2 bilhões ao ano (Figura 4.4). Desse total, a indústria extrativa respondeu por US\$ 4,5 bilhões, destacando-se o segmento dos minerais metálicos ferrosos. Na indústria de transformação, os investimentos alcançaram US\$ 6,7 bilhões, com a indústria siderúrgica participando com US\$ 3,2 bilhões e a de não-ferrosos com US\$ 2,3 bilhões. Tanto na mineração como na transformação, os não-metálicos responderam por menos de 10%. Esse comportamento evidencia a preponderância dos minerais e produtos de base mineral metálicos, retratando o incremento na demanda externa por esses minerais.

FIGURA 4.4:  
**Investimentos em mineração e transformação mineral**  
2006 – 2008



Fontes: DNPM e SGM/MME

As previsões de investimentos na mineração, referentes à lavra e ao beneficiamento, e na transformação mineral, relativos aos produtos metálicos e não-metálicos, no período 2010 a 2030, são apresentadas na Figura 4.5. Esses investimentos objetivam

eivar a capacidade de produção nos próximos 20 anos, de modo a atender a demanda projetada, interna e externa, conforme apresentada no item 4.1.

Cabe destacar que os investimentos em infraestrutura e logística, por vezes significativos, especialmente nos grandes projetos, não estão sendo considerados, a exemplo de ferrovias, minerodutos, hidrelétricas/termelétricas e portos. Estima-se que, para esses casos, a infraestrutura e logística correspondam a 30% dos custos do projeto. Isso explica em parte a diferença a menor das previsões até 2015, quando comparadas aos valores divulgados na mídia especializada e pelas associações representativas. Até 2015, entre os projetos anunciados, foram considerados apenas aqueles com avaliação finalizada e decisão de implementar os projetos por parte das empresas.

**FIGURA 4.5**  
**Investimentos em Mineração e Transformação Mineral**  
2010 – 2030



Os valores dos investimentos previstos até 2030 somam US\$ 260 bilhões, dos quais a indústria extrativa mineral responde por US\$ 90 bilhões, as cadeias de transformação metálica participam com US\$ 122 bilhões e as cadeias de transformação não-metálica com US\$ 47 bilhões.

A seguir, apresentam-se os investimentos recentes e o detalhamento das previsões por grupo de produtos.

#### 4.4.1 Previsão dos Investimentos em Mineração

Os investimentos na indústria extrativa mineral no Brasil alcançaram US\$ 4,5 bilhões ao ano, no período de 2006 a 2008 (Tabela 4.20). Mais uma vez ressalta-se que os investimentos em infraestrutura e logística, por vezes significativos, não estão sendo considerados. Desse total, cerca de 88% foram direcionados para a produção de minerais metálicos, com o minério de ferro representando a metade dos investimentos em metálicos. De 2006 para 2007, houve um aumento significativo (155%), quando o total dos investimentos passou de US\$ 2,3 bilhões para US\$ 5,8 bilhões, devido principalmente aos investimentos na mineração de ferro.

As empresas produtoras de níquel, ouro, alumínio e cobre também se destacam entre as de maior volume de investimento. Juntas investiram US\$ 1,8 bilhão/ano, respondendo por 40% do total. Os investimentos na mineração de não-metálicos representaram 11%, enquanto as gemas e diamantes e os energéticos responderam por apenas 1%.

TABELA 4.20:  
Investimentos em mineração no Brasil (2006 – 2008)

Bem Mineral	2006	2007	2008	Σ 2006-2008	Média
<b>Metálicos</b>	<b>1.919</b>	<b>5.264</b>	<b>4.757</b>	<b>11.940</b>	<b>3.980</b>
Alumínio (bauxita)	266	451	110	827	276
Cobre	273	183	239	695	232
Cromo	9,64	17,6	23,5	50,6	16,9
Estanho	27,1	164	25,9	217	72,4
Ferro	933	3.179	1.939	6.051	2.017
Manganês	16,9	13,6	30,6	61,1	20,4
Nióbio	3,54	7,21	8,62	19,4	6,46
Níquel	112	710	1.543	2.364	788
Ouro	226	490	796	1.512	504
Zinco	46,7	43,1	37,9	128	42,6
Outros	5,38	4,88	3,96	14,2	4,74
<b>Não-metálicos</b>	<b>324</b>	<b>520</b>	<b>601</b>	<b>1.446</b>	<b>482</b>
Água	27,1	40,8	51,6	119	39,8
Amianto	2,36	5,19	8,03	15,6	5,19
Areia const. Civil	11,3	14,3	24,9	50,6	16,9
Areia industrial	8,23	10,2	9,98	28,4	9,46
Brita	54,8	92,0	142	289	96,3
Argilas	19,4	34,9	29,7	84,0	28,0
Calcário	74,0	66,4	107	247	82,4
Caulim	28,3	108	55,0	191	63,7
Dolomito e magnesita	4,45	7,55	15,6	27,6	9,21
Feldspato *	1,79	4,40	4,66	10,8	3,62
Fluorita e criolita	2,15	3,13	4,24	9,52	3,17
Fosfato	44,3	55,8	94,3	194	64,8
Gipsita	4,47	4,26	2,52	11,5	3,75
Grafita	6,40	3,40	8,21	18,0	6,01
Potássio	7,83	16,1	15,3	39,3	13,1
Rochas ornamentais	21,5	27,6	13,1	62,2	20,7
Sal	2,52	20,0	2,95	25,4	8,48
Talco	2,70	4,31	9,84	16,8	5,62
Outros	0,772	1,85	2,38	5,00	1,67
<b>Gemas</b>	<b>17,4</b>	<b>11,3</b>	<b>3,63</b>	<b>32,3</b>	<b>10,8</b>
Diamante	14,1	4,78	2,04	20,9	6,98
Gemas	3,27	6,54	1,60	11,4	3,80
<b>Energéticos</b>	<b>14,9</b>	<b>24,4</b>	<b>34,8</b>	<b>74,1</b>	<b>24,7</b>
Carvão	14,2	24,4	34,1	72,8	24,3
Turfa	0,715	0	0,638	1,35	<b>0,45</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2.275</b>	<b>5.820</b>	<b>5.397</b>	<b>13.492</b>	<b>4.497</b>

Fonte: AMB/DNPM – no prelo.

Nota: valores em US\$ milhões.

(\*) inclui leucita e nefelina-sienito.

Em termos prospectivos, os investimentos, até 2030, para novos empreendimentos e aumento da capacidade produtiva na mineração foram estimados em US\$ 90,3 bilhões (Tabela 4.21), subdivididos nos seguintes segmentos:

- Minérios ferrosos – US\$ 37,8 bilhões (41,8 %)
- Minérios não-ferrosos – US\$ 30,6 bilhões (33,9 %)
- Minerais não-metálicos – US\$ 21,9 bilhões (24,3 %)
- Gemas & diamantes e Energéticos – US\$ 0,70 bilhão (0,8 %)

TABELA 4.21  
Previsão dos investimentos em mineração – 2015/2022/2030

Classe	Custo (US\$/t)*	Investimentos (US\$ milhões)				
		2010-2015	2016-2022	2023-2030	2010-2030	% (Σ)
<b>Metálicos Ferrosos</b>		<b>11.171</b>	<b>10.841</b>	<b>15.741</b>	<b>37.753</b>	<b>41,8</b>
<b>Média Anual</b>		<b>1.862</b>	<b>1.549</b>	<b>1.968</b>	<b>1.798</b>	
Ferro	44	10.296	9.260	13.318	32.874	36,4
Pelotas	65	715	1365	2.080	4.160	4,6
Manganês	138	152	205	325	682	0,8
Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> cont.)	65	8	11	18	37	0,04
<b>Metálicos Não-Ferrosos</b>		<b>10.564</b>	<b>8.804</b>	<b>11.249</b>	<b>30.617</b>	<b>33,9</b>
<b>Média Anual</b>		<b>1.761</b>	<b>1.258</b>	<b>1.406</b>	<b>1.458</b>	
Alumínio (bauxita)	42	665	614	964	2.243	2,5
Alumina	600	3.408	2.820	4.500	10.728	11,9
Cobre (Cu cont.)	7.500	2.130	1.500	2.250	5.880	6,5
Chumbo (Pb cont.)	206	1,0	2,0	3,0	6,0	0,01
Estanho (Sn cont.)	62.000	337	481	793	1.611	1,8
Níquel (Ni cont.)	9.200	1.369	800	1.317	3.486	3,9
Ouro	36.000.000	2.357	2.166	722	5.245	5,8
Zinco (Zn cont.)	4.100	297	421	700	1.418	1,6
<b>Não-Metálicos</b>		<b>5.634</b>	<b>6.483</b>	<b>9.790</b>	<b>21.907</b>	<b>24,3</b>
<b>Média Anual</b>		<b>939</b>	<b>926</b>	<b>1.224</b>	<b>1.043</b>	
Água mineral	0,5	910	1.290	2.145	4.345	4,8
Amianto (crisotila)	1.030	90	105	139	334	0,4
Areia const. civil	3	389	569	777	1.735	1,9
Brita	10	1.008	1.476	2.015	4.499	5,0
Areia industrial	10	24	34	57	115	0,1
Argilas cerâmica vermelha	2,75	215	314	429	958	1,1
Barita (beneficiado)	15	0,1	0,2	0,3	0,6	0,0007
Bentonita	5,1	0,6	0,9	1,4	2,9	0,003
Calcário	0,64	13	20	27	60	0,07
Calcário agrícola	1,0	11	21	39	71	0,08
Caulim	350	282	367	557	1.206	1,3
Fluorita	1500	40	57	95	192	0,2
Fosfato (concentrado)	600	677	799	1.281	2.757	3,1
Gipsita	30	54	80	109	243	0,3
Grafita	1.460	44	61	100	205	0,2
Magnesita	300	48	67	109	224	0,2
Potássio (K <sub>2</sub> O contido)	790	1.412	714	1.187	3.313	3,7
Rocha ornamentais	56	184	264	367	815	0,9
Talco (beneficiado)	6	0,3	0,5	0,8	1,6	0,002
Titânio (concentrado)	283	25	36	59	120	0,1
Vermiculita	200	2	3	6	11	0,01
<b>Gemas e Energéticos</b>	<b>n.d.</b>	<b>205</b>	<b>204</b>	<b>289</b>	<b>698</b>	<b>0,8</b>
<b>TOTAL</b>		<b>27.369</b>	<b>26.128</b>	<b>36.780</b>	<b>90.277</b>	<b>100</b>
<b>Média Anual</b>		<b>4.562</b>	<b>3.733</b>	<b>4.598</b>	<b>4.299</b>	

Fonte: DNPM/SGM. Projeção: Secretaria Executiva do PNM-2030.

(\*) Custo por tonelada de capacidade instalada adicionada, salvo água mineral (por Litro).

Dos investimentos estimados para o segmento de ferrosos, o minério de ferro deverá absorver a quase totalidade destinada ao grupo. No segmento dos minérios não-ferrosos, destacam-se ouro, cobre, níquel e alumínio.

Da classe dos minerais não-metálicos, se sobressaem o fosfato, o potássio, as rochas britadas e ornamentais, as areias, as argilas para cerâmica, o caulim e a água mineral. A parcela referente aos segmentos de gemas e diamante e dos energéticos é ínfima (0,8%), quase toda destinada ao diamante e ao carvão.

Os valores previstos para os investimentos foram baseados na necessidade da capacidade instalada adicional para atender às previsões de produção para cada um dos bens minerais, até o ano 2030, de forma a abastecer os mercados interno e externo. Essas estimativas mostram-se coerentes com os valores de produção das substâncias das classes de minerais metálicos e não-metálicos, nos anos 2006 a 2008.

#### 4.4.2 Previsão dos Investimentos em Transformação Mineral

Durante o triênio 2006 - 2008, os investimentos médios na indústria de transformação de produtos minerais foram da ordem de US\$ 6,7 bilhões, sendo que a indústria de produtos siderúrgicos participou com 46,6% deste total (tabela 4.22). As indústrias de metais não-ferrosos e de produtos não-metálicos participaram com 35% e 16%, respectivamente.

TABELA 4.22  
Investimentos em transformação mineral  
2006 – 2008

Segmentos	2006	2007	2008	Σ 2006-2008	Média
<b>Produtos siderúrgicos</b>	<b>3.055</b>	<b>2.550</b>	<b>3.597</b>	<b>9.202</b>	<b>3.067</b>
<b>Fundição</b>	<b>220</b>	<b>300</b>	<b>300<sup>e</sup></b>	<b>820</b>	<b>273</b>
<b>Metais não-ferrosos</b>	<b>1.578</b>	<b>2.205</b>	<b>3.149</b>	<b>6.932</b>	<b>2.310</b>
Alumínio	1.400	1.900	2.600	5.900	1.967
Cobre	33	68	29	130	43
Níquel	77	153	297	527	176
Zinco	68	84	223	375	125
<b>Produtos não-metálicos</b>	<b>930</b>	<b>1.060</b>	<b>1.110</b>	<b>3.100</b>	<b>1.033</b>
<b>TOTAL</b>	<b>5.783</b>	<b>6.115</b>	<b>8.156</b>	<b>20.054</b>	<b>6.683</b>

Fonte: Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico, 2009, SGM/MME.

Nota: valores em US\$ milhões.

A indústria de transformação mineral é a que contempla a maior soma de investimentos previstos, da ordem de US\$ 170 bilhões, até 2030. Por ser uma indústria intensiva em capital e com maior agregação de valor, apresenta um alto custo por unidade de capacidade instalada. Conforme indicado na Tabela 4.23 essa indústria é representada por três segmentos, com as seguintes previsões de investimentos:

- Produtos siderúrgicos – US\$ 100,4 bilhões (59,2 %)
- Produtos metalúrgicos – US\$ 21,7 bilhões (12,8 %)
- Produtos não-metálicos – US\$ 47,4 bilhões (28,0 %)

TABELA 4.23  
Previsão dos investimentos em transformação mineral – 2015/2022/2030

Classes /substâncias	Custo (US\$/t)*	Investimentos (US\$ milhões)				
		2010-2015	2016-2022	2023-2030	2010-2030	% (Σ)
<b>Metais ferrosos</b>		<b>27.742</b>	<b>26.731</b>	<b>45.926</b>	<b>100.399</b>	<b>59,2</b>
<b>Média anual</b>		<b>4.624</b>	<b>3.819</b>	<b>5.741</b>	<b>4.781</b>	
Aço	1.000	22.300	21.880	38.120	82.300	48,5
Ferro-gusa	86	152	287	450	889	0,5
Ferro-níquel	9.200	2479	626	893	3.998	2,4
Ferro-nióbio	6.390	141	191	305	637	0,4
Outras ferro-ligas	1.500	497	690	1.122	2.309	1,4
Fundidos	1.622	2.173	3.057	5.036	10.266	6,1
<b>Metais não-ferrosos</b>		<b>5.130</b>	<b>6.811</b>	<b>9.759</b>	<b>21.700</b>	<b>12,8</b>
<b>Média Anual</b>		<b>855</b>	<b>973</b>	<b>1.220</b>	<b>1.033</b>	
Alumínio	10.000	3.816	4.693	6.698	15.207	9,0
Chumbo	3.243	71	29	43	143	0,1
Cobre	5.000	550	1.000	1.250	2.800	1,7
Estanho	1.000	4,2	5,7	9,0	19	0,01
Silício	4.400	184	368	571	1.123	0,7
Zinco	4.865	505	715	1.188	2.408	1,4
<b>Não-metálicos</b>		<b>10.527</b>	<b>15.379</b>	<b>21.534</b>	<b>47.440</b>	<b>28,0</b>
<b>Média anual</b>		<b>1.755</b>	<b>2.197</b>	<b>2.692</b>	<b>2.259</b>	
Cal	24	82	121	165	368	0,2
Carbeto de silício	1.351	27	40	54	121	0,1
Cerâm. revestimento*	1,95	576	877	1.207	2.660	1,6
Cerâmica vermelha*	90.270	2.934	4.297	5.867	13.098	7,7
Cimento	216	5.180	7.574	10.356	23.110	13,6
Coloríficos	278	55	78	110	243	0,1
Gesso	30	43	63	86	192	0,1
Louça de mesa*	1.892	155	218	362	735	0,4
Louça sanitária*	28.151	267	389	533	1.189	0,7
Óxido de alumínio	1.189	23	32	52	107	0,1
Refratários	1.892	430	604	995	2.029	1,2
R. Ornamentais	8,0	187	269	373	829	0,5
Titânio (dióxido)	5.000	144	221	390	755	0,4
Vidro	500	424	596	984	2.004	1,2
<b>TOTAL</b>		<b>43.399</b>	<b>48.921</b>	<b>77.219</b>	<b>169.539</b>	<b>100,0</b>
<b>Média Anual</b>		<b>7.233</b>	<b>6.989</b>	<b>9.652</b>	<b>8.073</b>	

Nota: Não foram considerados os investimentos para a cadeia minero-química, os fertilizantes (NPK) e o fibrocimento.

(\*) Custo por tonelada de capacidade instalada adicionada, salvo cerâmica de revestimento (m<sup>2</sup>), cerâmica vermelha (milhão de peças), louças (mil peças) e rochas ornamentais (m<sup>2</sup>).

Nos produtos siderúrgicos, destacam-se as indústrias do aço e da fundição, que respondem pela quase totalidade dos investimentos no segmento. As previsões para



a indústria do aço indicam que a mesma deverá dobrar sua capacidade instalada, saindo de 41 Mt, em 2009, para 81 Mt, em 2016. Até 2030, espera-se nova duplicação da capacidade.

O segmento dos produtos metalúrgicos não-ferrosos é representado, principalmente, pela indústria de alumínio, que responde por cerca de 70% dos investimentos previstos para esse grupo.

As indústrias de cimento e cerâmica vermelha são as mais representativas no segmento de produtos não-metálicos, sendo seguidas pelas de cerâmica de revestimento e refratários.

#### 4.5 DEMANDA POR RECURSOS HUMANOS

Segundo informações do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia CONFEA (novembro de 2010), estão registrados no Sistema os seguintes profissionais: geólogos = 8.201; engenheiros geólogos = 604; engenheiros de minas = 2.977; engenheiros metalurgistas = 4.037; técnicos em geologia = 501; técnicos em mineração = 4.156; técnicos em metalurgia = 2.147, totalizando 22.623 profissionais.

Para dimensionar a demanda de recursos humanos para os trabalhos de mapeamento geológico utilizaram-se dados oriundos da CPRM e das projeções deste PNM - 2030 quanto aos desafios para o conhecimento geológico do território nacional. Para a pesquisa mineral, além dos dados referentes ao número de profissionais hoje envolvidos nessa atividade, usou-se também as previsões para ampliação da pesquisa mineral no País.

Para a mineração e a transformação mineral, as informações sobre emprego decorrem de comparação entre os dados do DNPM, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e das entidades representativas do setor. Neste tópico serão apresentados indicadores de emprego de 2008, bem como as estimativas da demanda por emprego para os anos de 2015, 2022 e 2030, com base na projeção da produção dos bens e produtos minerais.

Em 2008, a indústria extrativa mineral empregava 187 mil trabalhadores, enquanto a indústria de transformação mineral, compreendendo os segmentos dos produtos metálicos e não-metálicos, contava com 903 mil trabalhadores.

Para o cálculo da estimativa da demanda por mão de obra, foi utilizado o indicador obtido pela razão **número de Empregos por unidade de Produção (E/P)** para os diversos bens e produtos minerais, com base no ano de 2008. A partir deste indicador e da produção projetada para os bens e produtos minerais, obteve-se a estimativa de demanda de empregos do setor mineral até 2030.

A Tabela 4.24 mostra os dados consolidados da demanda de emprego projetada até 2030, nas áreas de mineração e transformação mineral. Os dados de 2008 indicam que, de forma agregada, cada emprego na mineração resulta, na primeira etapa de transformação mineral, entre quatro a cinco novos empregos.

As estimativas referem-se somente às necessidades de pessoal para suprir os novos postos de trabalho gerados com a expansão da produção dos bens e produtos minerais. Não inclui, portanto, a demanda de reposição de mão de obra em postos de trabalho existentes e vacantes, em decorrência de desligamento, aposentadoria, óbitos, entre outros.

TABELA 4.24

**Previsão de empregos na mineração e na transformação mineral**  
2015/2022/2030

M & TM	2008	2015	2022	2030
<b>Mineração</b>				
Minérios Ferrosos	37.446	59.274	80.420	111.422
Minérios Não-Ferrosos	14.099	36.815	50.957	73.447
Minérios Preciosos	8.351	18.220	27.331	30.367
Minérios Não-Metálicos	120.132	175.350	252.800	366.392
Minérios Energéticos	6.682	7.384	7.641	8.021
<b>Total – Mineração</b>	<b>186.710</b>	<b>297.043</b>	<b>419.148</b>	<b>589.650</b>
<b>Transformação Mineral</b>				
Metais Ferrosos	213.968	328.949	456.268	672.091
Metais Não-Ferrosos	16.700	21.099	28.077	37.795
Produtos Não-Metálicos	672.737	972.551	1.409.146	2.036.759
<b>Total - Transformação Mineral</b>	<b>903.405</b>	<b>1.322.599</b>	<b>1.893.491</b>	<b>2.746.645</b>
<b>TOTAL GERAL (M &amp; TM)</b>	<b>1.090.115</b>	<b>1.619.643</b>	<b>2.312.639</b>	<b>3.336.295</b>

Fontes: DNPM, SGM/MME, MTE e Projeto ESTAL.  
Elaboração: Secretaria Executiva do PNM-2030.

É importante destacar que tal projeção não considera o ganho de produtividade obtida a partir da melhoria da gestão e da tecnologia de produção. Essa é uma tendência geral, mas, principalmente, nos pequenos e médios empreendimentos, nos quais o potencial de incremento da produtividade, face da atual defasagem tecnológica, é muito maior.

#### 4.5.1 Mapeamento geológico e pesquisa mineral

Os dados de empregos gerados na exploração e na pesquisa mineral não possuem um banco de informações específico, o que dificulta a consolidação das previsões quanto aos profissionais de nível superior, geólogos e engenheiros de minas, e técnicos de nível médio necessários para cumprir as metas previstas para a ampliação do mapeamento geológico e da pesquisa mineral no País.

As metas propostas para os anos 2015, 2022 e 2030 apontam para grandes responsabilidades do governo federal em relação ao mapeamento do território nacional emerso, da plataforma continental e mesmo do mar internacional, além das atividades associadas à geologia ambiental e de ordenamento territorial. Da mesma forma se prevê a ampliação da pesquisa mineral no País, desenvolvida principalmente pelo setor privado, e o incremento a estudos relacionados ao conhecimento geológico, por meio das universidades.

Cabe destacar que a atividade correlata ao mapeamento geológico e à pesquisa mineral, desenvolvida pela Petrobrás e demais empresas do setor de petróleo, também demandam profissionais das geociências.

Nesse sentido, como será destacado também para a mineração e a transformação mineral, será fundamental a realização de programa nacional para formação e qualificação de recursos humanos, juntamente com o MEC, MCT, MDIC e apoio do setor empresarial.

#### 4.5.2 Mineração

A projeção de mão de obra para a mineração aponta para uma demanda de 590 mil empregos em 2030. A Tabela 4.25 mostra os empregos por substância mineral.

TABELA 4.25  
Previsão de empregos na mineração – 2015/2022/2030

Bem Mineral		2008			2015		2022		2030	
METÁLICOS	Un.	Prod.	Emprego	E/P	Prod.	Emprego	Prod.	Emprego	Prod.	Emprego
<b>Minérios Ferrosos</b>			<b>37.446</b>			<b>59.274</b>		<b>80.420</b>		<b>111.422</b>
Ferro	Mt	351	29.147	83	585	48.578	795	66.017	1.098	91.178
<i>Pelotas</i>	Mt	55	3850	70	66	4620	87	6090	119	8.330
Manganês	Mt	3,21	2.387	744	4,31	3.205	5,8	4.313	8,15	6.060
Nióbio (Nb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> contido)	kt	61	647	10,6	83	880	113	1.199	161	1.708
Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> contido)	Kt	300	1.415	4,7	422	1.990	594	2.802	879	4.146
<b>Minerais Não-Ferrosos</b>			<b>14.099</b>			<b>36.815</b>		<b>50.957</b>		<b>73.447</b>
Alumínio (Bauxita)	Mt	26,8	4.020	150	42,6	6.390	57,3	8.595	80,2	12.030
Alumina	Mt	7,82	3.910	500	13,5	6.750	18,2	9.100	25,7	12.850
Cobre (Cu contido)	kt	216	3.228	14,9	500	7.472	700	10.461	1.000	14.944
Estanho (Sn contido)	kt	13	1.682	129	18,4	2.381	26,1	3.377	38,8	5.020
Níquel (Ni contido)	kt	67,2	3.313	49,3	216	10.649	303	14.938	446	21.998
Zinco (Zn contido)	kt	175	929	5,3	247	1.311	349	1.853	520	2.760
Outros*			927			1.862		2.633		3.844
<b>Preciosos (Ouro)</b>	<b>t</b>	<b>55</b>	<b>8.351</b>	<b>151,8</b>	<b>120</b>	<b>18.220</b>	<b>180</b>	<b>27.331</b>	<b>200</b>	<b>30.367</b>
<b>Total</b>			<b>59.896</b>			<b>114.309</b>		<b>158.707</b>		<b>215.236</b>
NÃO-METÁLICOS	Un.	Prod.	Emprego	E/P	Prod.	Emprego	Prod.	Emprego	Prod.	Emprego
Água Mineral	10°L	4,37	18.648	4.267	6,19	26.414	8,77	37.424	13,06	55.731
Areia Construção Civil	Mt	279	11.634	41,7	409	17.055	598	24.936	857	35.736
Areia Industrial	Mt	5,8	3.573	616	8,2	5.051	11,6	7.146	17,3	10.657
Argilas Cer. Vermelha	Mt	168	14.138	84,2	246	20.702	360	30.296	516	43.424
Brita	Mt	217	19.767	91,1	318	28.967	465	42.358	667	60.758
Barita	Mt	23,3	113	4,8	33	160	46,7	226	69,5	337
Bentonita	kt	265	320	1,2	386	467	564	681	837	1.011
Calcário agrícola	Mt	23	2.500	110	34,1	3.756	54,8	6.036	94,2	10.371
Calcário	Mt	45	11.816	263	66	17.303	96	25.338	138	36.309
Caulim	Mt	2,7	2.505	938	3,5	3.260	4,5	4.244	6,1	5.737
Crisotila	kt	288	670	2	375	874	478	1.112	612	1.426

(continua)

(continuação)

Bem Mineral		2008			2015		2022		2030	
Feldspato	kt	122	906	7,4	172	1.277	242	1.801	359	2.668
Fluorita	kt	63,2	291	4,6	90	414	127	585	189	870
Fosfato (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Mt	2,5	3.085	1.249	3,6	4.496	4,9	6.160	7,1	8.827
Gipsita	Mt	3,9	534	137	5,7	780	8,4	1.150	11,9	1.629
Grafita	kt	77	528	6,8	107	734	149	1.021	218	1.491
Magnesita	kt	421	520	1,2	582	718	805	994	1169	1.444
Potássio (K <sub>2</sub> O)	Mt	0,38	471	1.230	2,17	2.669	3,07	3.780	4,58	5.628
R.Ornamentais	Mt	7,8	17.000	2.179	11,1	24.170	15,8	34.454	22,4	48.747
Talco	Kt	139	1.854	13,3	196	2.609	276	3.676	408	5.442
Titânio (concentrado)	Kt	220	420	1,9	310	591	436	831	645	1.228
Vermiculita	Kt	29,1	154	5,3	41	217	57,8	306	85,7	454
Zirconita	Kt	25,3	301	11,9	35,8	426	50,6	602	75,3	895
Outros*			8.384			12.238		17.643		25.570
<b>Total</b>			<b>120.132</b>			<b>175.350</b>		<b>252.800</b>		<b>366.392</b>
<b>ENERGÉTICOS</b>	<b>Un.</b>	<b>Prod.</b>	<b>Emprego</b>	<b>E/P</b>	<b>Prod.</b>	<b>Emprego</b>	<b>Prod.</b>	<b>Emprego</b>	<b>Prod.</b>	<b>Emprego</b>
Carvão	Mt	4,9	5.749	1.173	5,05	5.925	4,80	5.632	4,18	4.904
Urânio (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	t	390	933	2,4	610	1.459	840	2.010	1.303	3.117
<b>Total</b>			<b>6.682</b>			<b>7.384</b>		<b>7.641</b>		<b>8.021</b>
<b>TOTAL GERAL</b>			<b>186.710</b>			<b>297.043</b>		<b>419.148</b>		<b>589.650</b>

Obs.: \* Taxa de crescimento semelhante à média dos demais

Na Tabela 4.26 são apresentadas as previsões das demandas por geólogos, engenheiros de minas e técnicos em mineração para a produção mineral brasileira nos próximos 20 anos.

Para estimar a demanda de profissionais para a mineração, foi utilizada a proporção de cada categoria em relação ao total de emprego, no ano de 2005. Admitiu-se que este fator se manteve em 2008 e se manterá ao longo dos próximos 20 anos. Tendo em vista a projeção da demanda de emprego total, foi calculada a demanda por categoria profissional para os anos de 2015, 2022 e 2030. É importante destacar que a mão de obra, os geólogos em especial, utilizada para as atividades de pesquisa mineral não foi considerada nesta projeção.

TABELA 4.26  
Previsão de empregos na mineração por categoria profissional

Categoria	2005		2008	2015	2022	2030
	empregos	(%)				
Engenheiros de Minas	4.219	3,29	6.148	9.781	13.801	19.416
Geólogos	1.968	1,54	2.868	4.562	6.438	9.057
Outros Nível Superior	2.677	2,09	3.901	6.206	8.757	12.319
Técnicos de Nível Médio	6.623	5,17	9.651	15.354	21.665	30.479
Operários	87.314	68,14	127.232	202.418	285.626	401.813
Administrativos	12.791	9,98	18.639	29.653	41.843	58.863
Outros Profissionais	12.539	9,79	18.272	29.069	41.018	57.704
<b>Total</b>	<b>128.131</b>	<b>100</b>	<b>186.710</b>	<b>297.043</b>	<b>419.148</b>	<b>589.650</b>

Fonte: DNPM - AMB 2006 Projeção: Secretaria Executiva do PNM-2030.

Calcula-se que serão necessários, entre 2008 e 2015, cerca de 500 engenheiros de minas e 250 geólogos por ano, para as atividades nas minas.

### 4.5.3 Transformação Mineral

Até 2030, estima-se que o adicional de trabalhadores alocados no setor de transformação pode alcançar 2,7 milhões de trabalhadores, três vezes o total de 903 mil, em 2008. A Tabela 4.27 mostra de forma discriminada os empregos por produto da transformação mineral.

TABELA 4.27  
Previsão de empregos na transformação mineral  
2015/2022/2030

Segmento	Un.	2008			2015		2022		2030	
		Prod.	Emprego	E/P	Prod.	Emprego	Prod.	Emprego	Prod.	Emprego
<b>METÁLICOS</b>			<b>213.968</b>			<b>328.949</b>		<b>456.268</b>		<b>672.091</b>
<b>Ferrosos</b>										
Aço	Mt	33,7	115.930	3.440	56	192.643	77,9	267.981	116	399.047
Gusa de mercado	Mt	8,3	17.000	2.048	10,1	20.625	13,4	27.466	18,6	38.178
Ferro-Ligas	kt	984	11.038	11	1613	18.093	2177	24.424	3.079	34.543
Fundidos	Mt	3,4	70.000	20.588	4,74	97.588	6,63	136.397	9,73	200.324
<b>Não-Ferrosos</b>			<b>16.700</b>			<b>21.099</b>		<b>28.077</b>		<b>37.795</b>
Alumínio	Mt	1,66	13.280	8.000	2,04	16.320	2,51	20.080	3,18	25.440
Cobre (primário.)	kt	230	1.000	4,35	340	1.478	480	2.087	710	3.087
Níquel	kt	25,8	1.000	38,76	34	1.301	80	3.101	132	5.128
Zinco	kt	249	1.000	4,02	353	1.417	500	2.006	744	2.987
Estanho	kt	10,8	420	38,89	15	583	20,65	803	29,65	1.153
<b>Total</b>			<b>230.668</b>			<b>350.048</b>		<b>484.345</b>		<b>709.886</b>
<b>NÃO-METÁLICOS</b>	<b>Un.</b>	<b>Prod.</b>	<b>Emprego</b>	<b>E/P</b>	<b>Prod.</b>	<b>Emprego</b>	<b>Prod.</b>	<b>Emprego</b>	<b>Prod.</b>	<b>Emprego</b>
Cerâmica vermelha	10 <sup>9</sup> p	70	400.000	5.714	102,5	585.743	150,1	857.738	215,1	1.229.160
Cal	Mt	7,4	5.500	743	10,8	8.054	15,9	11.794	22,7	16.901
Carbeto de silício	kt	43	123	2,9	47,3	135	52	149	54,4	156
Cer. revestimento	Mm <sup>2</sup>	713	25.000	35,1	1.009	35.363	1.458	51.127	2.077	72.827
Cimento	Mt	52	23.000	442,3	76	33.607	111	49.117	159	70.322
Coloríficos	kt	499	2.500	5	698	3.499	981	4.913	1.377	6.899
Fibrocimento	Mt	2,4	19.500	8.041	3,4	27.340	4,8	38.598	7,2	57.897
Gesso	Mt	3,1	13.200	4.258	4,5	19.316	6,6	28.280	9,5	40.532
L. de Mesa (peças)	10 <sup>6</sup>	200	30.000	150	282	42.274	397	59.593	589	88.273
L. Sanitária (peças)	10 <sup>6</sup>	21,0	7.500	357,1	30,5	10.887	44,3	15.817	63,2	22.583
Rochas Ornamentais	Mm <sup>2</sup>	54,9	25.000	455,4	78,3	35.649	112	50.956	159	72.189
Refratários	kt	570	7.000	12,3	798	9.794	1.117	13.714	1.643	20.172
Titânio (Dióxido)	kt	55	900	16,4	76,7	1.256	107	1.753	157	2.571
Vidro	Mt	2,1	32.514	15.483	2,9	45.635	4,1	64.097	6,1	94.577
Outros*			81.000			11.4000		16.1500		24.1700
<b>Total</b>			<b>672.737</b>			<b>972.551</b>		<b>1.409.146</b>		<b>2.036.759</b>
<b>TOTAL GERAL</b>			<b>903.405</b>			<b>1.322.599</b>		<b>1.893.491</b>		<b>2.746.645</b>

Obs.: \* Taxa de crescimento semelhante à média dos demais

Para o cálculo da projeção da demanda de profissionais para a transformação mineral dos produtos metálicos foram considerados os percentuais de engenheiros metalurgistas e técnicos em metalurgia em relação ao total de empregados, com base em estimativas feitas para o ano de 2008 (Projeto Estal – RT 79). Admitindo-se que esses percentuais se mantenham ao longo dos próximos 20 anos, e tendo em vista a projeção da demanda de emprego total, foi calculada a demanda por categoria profissional para os anos 2015, 2022 e 2030 (Tabela 4.28).

TABELA 4.28

**Previsão de empregos na transformação mineral de metálicos por categoria profissional**

Categoria	2008		2015	2022	2030
	Empregos	(%)			
Engenheiros Metalurgistas	8.306	3,60	12.605	17.441	25.562
Outros Nível Superior	19.374	8,40	29.401	40.680	59.624
Técnicos em metalurgia	16.607	7,20	25.202	34.870	51.108
Outros Técnicos	24.913	10,80	37.806	52.311	76.670
Outros Profissionais	161.468	70,00	245.034	339.043	496.922
<b>Total</b>	<b>230.668</b>	<b>100</b>	<b>350.048</b>	<b>484.345</b>	<b>709.886</b>

Fonte: Estimativa do RT 79-Projeto Estal para o ano de 2008. Projeção: Secretaria-Executiva do PNM-2030.

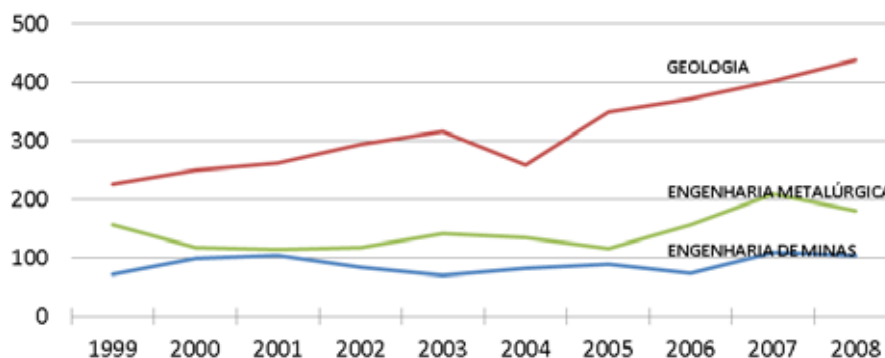
Verifica-se que serão necessários, até 2015, cerca de 600 engenheiros metalurgistas e 1.200 técnicos em metalurgia por ano, para a indústria de transformação metálica.

Para a transformação dos não-metálicos, a ausência de dados de emprego por categoria não permitiu projetar a demanda destes profissionais. Nesse segmento há uma diversificação maior das especialidades de engenharia, como engenheiros químicos, de materiais, entre outras.

**4.5.4 Panorama da Graduação de Recursos Humanos para o Setor Mineral**

Um dos gargalos apontados para o desenvolvimento da infraestrutura do País é a falta de profissionais da área de engenharia. No setor mineral encontram-se especialidades de engenharia de minas e metalúrgica e de geologia. As previsões feitas acima cotejadas com os dados de concluintes apresentados na Figura 4.6 indicam um déficit crescente desses profissionais.

FIGURA 4.6

**Concluintes dos cursos de geologia, engenharia de minas e engenharia metalúrgica 1999-2008**

Fonte: INEP/MEC



Percebe-se que o quantitativo é insuficiente para atender ao mercado atual e às projeções futuras. Além disso, o setor de petróleo e gás natural, também em grande desenvolvimento, concorre pela demanda desses profissionais.

Até 2015, haverá a necessidade de 250 geólogos por ano para atuar nas minas. Os 450 concluintes dos cursos de geologia serão insuficientes para atender à demanda, haja vista os profissionais necessários para atender as atividades de pesquisa mineral, petróleo e gás, geotecnia e meio ambiente, entre outros.

Para a engenharia de minas, até 2015, serão requeridos aproximadamente 500 profissionais por ano para a mineração. Os 100 graduados são insuficientes para atender essa demanda.

Para a engenharia metalúrgica, até 2015, haverá a necessidade de cerca de 600 profissionais ao ano para a transformação mineral de metálicos. Os 180 novos engenheiros por ano também não atendem essa demanda. Da mesma forma que ocorre com os geólogos, outras áreas atraem esses engenheiros, inclusive a área financeira.

É importante destacar que a situação poderá ser mais preocupante no longo prazo, uma vez que há a tendência de aumentar o percentual de trabalhadores com nível superior e com nível médio nas empresas. Com efeito, os percentuais de níveis fundamental, médio e superior nas grandes empresas na atualidade são tipicamente 15%, 70% e 15%, respectivamente.

Ressalta-se, ainda, que o número de vagas para esses cursos é de duas a três vezes o número de graduados, segundo dados do Ministério da Educação. Diante disso, é importante implementar ações voltadas para a melhoria da atratividade do setor, desenvolvidas em parceria com o Governo, universidades e indústria mineral, em um esforço de dimensionar adequadamente a demanda de profissionais ao longo do tempo, atrair estudantes para esses cursos, diminuir os índices de evasão e alcançar maior número de concluintes.

## 5 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E AÇÕES

Ao relacionar o contexto do setor mineral com a visão de futuro, destacou-se o cenário em que a geologia, a mineração e a transformação mineral podem contribuir para o desenvolvimento sustentável do País e conseqüentemente para a melhoria da qualidade de vida da população. Para a construção dessa visão de futuro, foram propostos onze objetivos estratégicos, cujo eixo condutor é a sustentabilidade econômica, social e ambiental em todos os elos da cadeia produtiva mineral (Figura 5.1).

FIGURA 5.1  
Objetivos estratégicos do PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO – 2030



A definição dos objetivos estratégicos que devem nortear a política mineral brasileira até 2030 e as ações necessárias para o alcance de cada um deles resultaram de diversas iniciativas promovidas pela SGM, tais como:

1. debates ocorridos durante as oficinas temáticas do Plano 2030, que contaram com a participação de representantes dos segmentos produtivo, governamental, trabalhadores e sociedade civil;
2. contribuições recebidas em eventos promovidos pela SGM/MME, como parte de suas atividades de formulação e encaminhamento de ações da política mineral brasileira, conforme ressaltado na introdução deste Plano; e
3. subsídios de estudos contratados e realizados sob a coordenação da SGM/MME.

Os objetivos estratégicos estão agrupados e hierarquizados de acordo com os seguintes critérios: governança do MME; participação de outros entes governamentais, setor privado e sociedade civil; e forte influência do setor privado e sociedade civil nos resultados. Assim, três conjuntos estão organizados, conforme ilustra o quadro 5.1.

**QUADRO 5.1**  
**Hierarquização dos objetivos estratégicos do PNM-2030**

Conjunto	Objetivos Estratégicos
I Depende fortemente do MME e tem grande poder de induzir os demais objetivos	Governança pública eficaz Ampliação do conhecimento geológico Gestão de minerais estratégicos
II Depende de articulação governamental com o setor privado e a sociedade civil e pode induzir os demais objetivos	Mineração em áreas com restrição Formalização e fortalecimento de MPEs Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I) Formação e qualificação de RH Infraestrutura e logística
III Depende de articulação governamental com forte participação do setor privado e da sociedade civil e é, em boa parte, resultante dos outros objetivos	Produção sustentável Agregação de valor com competitividade Promoção do desenvolvimento sustentável nas regiões mineradoras

Os fundamentos e a estrutura da gestão da política mineral do Brasil estão refletidos no conjunto I. A governança pública eficaz é o pressuposto, seguida pela ampliação do conhecimento geológico e a gestão de minerais estratégicos. O que particulariza este conjunto de objetivos é que sua viabilidade depende diretamente das ações do MME e influencia fortemente os dois outros conjuntos.

Cinco objetivos estratégicos, agrupados no conjunto II, representam os meios necessários e as pré-condições para que o setor mineral possa se desenvolver em sua plenitude e bem aproveitar as oportunidades criadas pelos mercados nacional e internacional. As ações desse conjunto dependem, em grande medida, da governança de outros ministérios e de distintos níveis de governo, da participação do setor empresarial, dos trabalhadores da mineração e de outros segmentos da sociedade civil. Questões como a política de P,D&I, de formação e de capacitação de recursos humanos e de infraestrutura afetam fortemente os resultados do setor mineral, mas estão fora do âmbito exclusivo de atuação específica do MME. Isso requer uma ampla capacidade de articulação interinstitucional e intergovernamental.

A finalidade da política mineral para a promoção de uma atividade sustentável, com agregação de valor e desenvolvimento das regiões produtoras, está listada no conjunto III. Os objetivos deste conjunto dependem do êxito dos demais. Por exemplo, havendo formalização da atividade mineral e aderência aos princípios da produção sustentável, a atividade terá muito mais chance de contribuir favoravelmente com o desenvolvimento regional. Esse conjunto também depende fortemente das ações de coordenação e articulação do MME com os demais ministérios. Para o sucesso dessas ações, é fundamental a participação do setor empresarial e dos trabalhadores da mineração, bem como de outros segmentos da sociedade civil.

As ações propostas para os objetivos estratégicos foram ordenadas de acordo com a capacidade de implementação por parte do MME. Além disso, é importante ressaltar que as ações deverão ser desdobradas em programas e projetos ao longo do horizonte deste Plano, com a definição de metas e indicadores de acompanhamento.

## 5.1 ASSEGURAR A GOVERNANÇA PÚBLICA EFICAZ DO SETOR MINERAL

A boa governança pública exige uma efetiva articulação tanto interministerial como entre os entes da Federação, além da inclusão do setor privado e da sociedade civil. A governança do setor mineral abrange aspectos relativos à estrutura organizacional que comportam desde a gestão da política mineral à elaboração e implementação de marcos legais, bem como à sua regulamentação. Uma boa governança é pré-condição para a construção e manutenção de um ambiente institucional favorável à atração de investimentos. Em suma, a boa governança é o requisito que garante a realização dos demais objetivos estratégicos deste Plano.



No que se refere às normas legais que regulam o setor, o MME está coordenando um processo de mudanças que deverá ser consolidado e expandido ao longo dos próximos anos. Essas mudanças partem do entendimento de que o Código de Mineração em vigor (Decreto-Lei nº 227, de 1967) e as legislações correlatas são inadequados para proporcionar um ambiente regulatório moderno e ágil para dar suporte ao desenvolvimento do setor mineral brasileiro alinhado às necessidades e aos interesses nacionais.

A partir do diagnóstico dos principais problemas do atual arcabouço legal e da identificação das oportunidades resultantes de uma legislação moderna, com dispositivos mais eficazes, seguros e estáveis e com reestruturação institucional dos agentes públicos que atuam nesse setor, o MME propôs dois projetos de lei (PLs). O primeiro se refere à criação do Conselho Nacional de Política Mineral (CNPM), que deverá contar com a participação de vários ministérios, e mudanças no modelo de outorga mineral. O segundo é voltado para criação da Agência Nacional de Mineração (ANM) que será responsável por promover a regulação e a fiscalização da atividade mineral no Brasil.

As propostas desses dois PLs levaram em consideração as seguintes premissas:

- Fortalecimento da eficácia do Estado no processo regulatório, tendo como eixo a soberania nacional sobre os recursos minerais.
- Foco no desenvolvimento sustentável, em todas as fases de aproveitamento dos bens minerais. Estímulo à maximização do aproveitamento econômico das minas, com melhoria das condições de saúde e segurança, e controle ambiental em todas as fases, inclusive após o fechamento da mina.
- Criação de ambiente favorável à atração de investimentos para o setor e para a elevação da competitividade das empresas da indústria mineral.
- Estímulo à agregação de valor, ao desenvolvimento de P,D&I e ao adensamento da cadeia produtiva mineral.
- Promoção e valorização da mineração formal.

Assim, o novo modelo tem como base um sistema regulatório capaz de remover os obstáculos que dificultam o desenvolvimento das atividades produtivas e que garantem o melhor aproveitamento dos recursos minerais do Brasil.

Há uma terceira proposta de PL, também coordenada pela SGM, referente à política para a CFEM. Esse será mais um importante instrumento de política mineral. Além de compensar financeiramente as regiões produtoras, a CFEM deve se converter em fonte de financiamento para a sustentabilidade dessas regiões.

Além das mudanças em curso, as ações a seguir, organizadas em função de sua prioridade, serão importantes para a consecução deste objetivo estratégico.

## Ações

1. Aprovação e consolidação do novo modelo regulatório do setor mineral com a criação e implantação do Conselho Nacional de Política Mineral e da Agência Reguladora.
2. Reorganização da SGM/MME e reestruturação da CPRM como decorrência das mudanças do modelo regulatório.
3. Conclusão, aprovação e consolidação da proposta de PL sobre a nova CFEM, que prevê alterações na base de cálculo, no ponto de incidência, nas alíquotas e nos critérios de uso, além de permitir calibragem das taxas.
4. Normatização, para que direitos minerários sejam aceitos como garantias para fins de financiamento à produção mineral.
5. Melhoria no sistema de informação de dados do setor mineral.
6. Formação e implantação de comitês dos segmentos do setor mineral<sup>1</sup> para subsidiar as decisões do Conselho Nacional de Política Mineral.
7. Definição dos instrumentos de gestão e indicadores para acompanhamento do Plano 2030 e dos PPAs, com atualizações periódicas das previsões de demanda e investimentos.
8. Apoio à criação ou à consolidação de instituições estaduais do setor mineral.
9. Articulação interministerial para elaboração de proposta para criação de mecanismos de financiamento à pesquisa mineral e de linhas de crédito e de financiamento voltados às atividades do setor mineral.
10. Apoio à criação de núcleos de inteligência mineral no País.

## 5.2 GARANTIR A AMPLIAÇÃO DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO DO TERRITÓRIO NACIONAL

O Brasil precisa ampliar e aprofundar o conhecimento geológico do seu território para favorecer a descoberta de novas jazidas minerais, visando atender as demandas do mercado interno e aproveitar as oportunidades crescentes do mercado externo. Além disso, o conhecimento geológico é fundamental para o ordenamento territorial e a gestão ambiental do território, dos recursos hídricos e prevenção de desastres naturais. Para este objetivo, cuja execução é em grande parte de responsabilidade do MME, foram apresentados (Capítulo 4) os investimentos e as metas físicas. A seguir, destacam-se as principais ações para a sua realização, ordenadas por prioridade.



1. Grupos de trabalho focados em segmentos minerais específicos (cadeia produtiva de classes de bens minerais) com o objetivo de identificar gargalos, desafios e potencialidades, bem como de propor políticas, tanto em nível micro como macro.



## Ações

1. Continuidade e intensificação dos investimentos para o mapeamento geológico, hidrogeológico, geofísico e geoquímico do território e da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (PCJB).
2. Continuidade dos trabalhos de reconhecimento geológico do mar internacional, acompanhando deliberações do Governo Federal.
3. Ampliação da articulação interinstitucional bem como reforço à participação dos Estados da Federação e das universidades, nos programas de conhecimento geológico, hidrogeológico, geofísico e geoquímico do território.
4. Consolidação de banco de dados nacional do conhecimento geológico, hidrogeológico, geofísico e geoquímico do território e da PCJB, incluindo os dados de entidades governamentais, empresas privadas, centros de pesquisa e universidades.

### 5.3 ESTABELECEER DIRETRIZES PARA MINERAIS ESTRATÉGICOS

O entendimento de mineral estratégico neste PNM-2030 compreende três situações: i) minerais que o País importa em grande escala, como potássio, fosfato, carvão mineral metalúrgico e aqueles para os quais há possibilidade de importação em futuro próximo, como é o caso do urânio; ii) minerais cuja demanda é crescente e que deverá se expandir ainda mais nas próximas décadas por causa do uso em produtos de alta tecnologia, a exemplo das terras-raras, lítio, tântalo, térbio e cobalto e iii) minerais que o Brasil apresenta vantagens comparativas naturais e conquistou liderança internacional, tais como o minério de ferro e nióbio.



## Ações

1. Realização de levantamento geológico, pela CPRM, de áreas potenciais para minerais estratégicos carentes e portadores do futuro.
2. Apoio à pesquisa mineral e ao fomento para abertura de novas minas em áreas com presença de potássio, fosfato e minerais portadores de futuro.
3. Promoção de estudos das cadeias produtivas desses minerais, visando à agregação de valor com competitividade nos seus diversos elos.
4. Articulação MME com MCT para desenvolver estudos geológicos com objetivo de ampliar as reservas de urânio do País.
5. Criação de Grupos de Trabalho para acompanhamento de bens minerais estratégicos, com enfoque para as oportunidades e ameaças do mercado internacional.
6. Articulação interministerial visando: i) estabelecimento de políticas de incentivo às inovações tecnológicas em fertilizantes de maior eficiência agrônômica e mais adequados ao solo brasileiro, que elevem a competitividade da fabricação nacional de fertilizantes; ii) promoção do uso de calcário agrícola e outros agrominerais para correção de acidez do solo; iii) aplicação da rochagem como fonte alternativa de nutrientes, especialmente na agricultura familiar e iv) promoção da utilização do fosfogesso.
7. Articulação interministerial com o setor produtivo para elaboração de programas de longo prazo voltados aos minerais portadores de futuro, objetivando a interação entre ICTs e empresas, para a identificação de nichos competitivos de atuação.



## 5.4 ESTABELECEER DIRETRIZES PARA MINERAÇÃO EM ÁREAS COM RESTRIÇÕES LEGAIS

O MME entende que o conhecimento geológico do solo e do subsolo deve preceder ao bloqueio de áreas, pois o desconhecimento do potencial mineral ali existente impossibilita a tomada de decisão mais adequada aos interesses nacionais, regionais ou locais. O acesso e uso das terras indígenas foi bem definido pela Constituição de 1988, porém necessita de regulamentação. Considerando que a demanda por bens minerais e produtos de base mineral crescerá nas próximas duas décadas, as ações desse objetivo tornam urgente a elaboração de uma agenda de entendimentos, objetivando a harmonização das diferentes competências entre órgãos federais, estaduais e municipais responsáveis pela regulação ambiental, indígena, quilombola, cultural (fósseis) e mineral, tendo como base o ordenamento territorial no interesse nacional.



### Ações

1. Avanços na articulação com os órgãos que tratam de usos e ocupações do solo restritivos à atividade mineral, tais como: meio ambiente, terras indígenas e de quilombolas, áreas para reforma agrária, sítios arqueológicos e fossilíferos, entre outros.
2. Acordos no sentido de que propostas de entes governamentais restritivas à mineração sejam avaliadas previamente pelo MME, além de uma agenda que siga as diretrizes gerais da política mineral nacional.
3. Apoio à aprovação de lei que regulamente o aproveitamento dos bens minerais nas terras indígenas, segundo dispõe o Artigo 231 da Constituição Federal de 1988.
4. Apoio à elaboração dos Planos de Manejo das Unidades de Conservação de Uso Sustentável, com previsão de atividade mineral, inclusive na Zona de Amortecimento.
5. Apoio a mudanças no marco legal de Faixa de Fronteira de modo a viabilizar a mineração conjugada com atividades a montante e a jusante que possibilitem o desenvolvimento sustentável da região.

## 5.5 AMPLIAR OS PROGRAMAS DE FORMALIZAÇÃO E FORTALECIMENTO DE MPES

Tanto na mineração quanto na transformação mineral, a formalização e a modernização técnica e de gestão empresarial, via de regra deficiente, deve ser o foco das ações. O MME tem como política apoiar e fomentar as MPES e as médias empresas que necessitam do suporte governamental para praticar suas atividades produtivas em bases sustentáveis. O mesmo princípio se aplica para a atividade mineral em áreas de garimpo, desde que subordinada às legislações minerárias e ambientais.



## Ações

1. Ampliação e fortalecimento de programas de extensionismo mineral, de formalização e capacitação de MPEs, individuais ou organizadas na forma de APLs, de cooperativas garimpeiras e de associações, assegurando-se a dotação adequada de recursos juntamente com outros órgãos e entidades públicos e privados.
2. Atuação do MME em entendimentos interministeriais visando à criação de linha de financiamento para formalização e modernização técnica das MPEs, com o objetivo de ampliar a eficiência produtiva, e à promoção de treinamento gerencial.
3. Identificação dos APLs em processo de formação, ou com potencial de ser organizado, e adoção de políticas para promoção de seu desenvolvimento, em parceria com MDIC, MCT e outros ministérios, e apoio à consolidação da Rede *APL* mineral.

## 5.6 Ampliar o Conteúdo de P,D &I nas atividades de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Para o desenvolvimento de um país é imprescindível o domínio de tecnologias em setores que suportam o seu processo de crescimento. Assim, o Brasil deve ter como meta transformar-se até 2030 em uma liderança mundial em tecnologias voltadas para a geologia, mineração e transformação mineral. A internacionalização de grandes mineradoras e siderúrgicas sediadas no País, que operam em outros continentes, representa importante oportunidade em termos de acesso a novos mercados e expansão de negócios, juntamente com as exportações de serviços de engenharia e equipamentos. Essas ações dependem de articulação interministerial, em especial, entre MME, MCT e MEC.



## Ações

1. Apoio à ampliação dos recursos financeiros do Fundo CT- Mineral, do MCT.
2. Apoio à criação de um fundo setorial, no âmbito do MCT, para o setor de transformação mineral, incluindo a siderurgia, metalurgia dos não-ferrosos e a produção de não-metálicos.
3. Fomento ao desenvolvimento de tecnologia para o aproveitamento dos bens minerais brasileiros.
4. Apoio à atualização dos laboratórios das Instituições Científicas e Tecnológicas públicas que atuam em geologia, mineração e transformação mineral e à criação de novas unidades em regiões desprovidas ou com insuficiência de atividade de P,D&I no setor, mas com uma indústria mineral emergente.
5. Apoio à cultura e à prática da inovação tecnológica na indústria mineral, à valorização da carreira de pesquisador no quadro empresarial e à cultura de inovação nas associações representativas dos diversos segmentos produtivos do setor mineral.
6. Promoção de intercâmbio científico e tecnológico em áreas críticas para o desenvolvimento de P,D&I e qualificação de pessoal para o setor mineral.
7. Estímulo à colaboração entre as empresas e as Fundações Estaduais de Apoio à Pesquisa, objetivando desenvolver a competência local em P,D&I.

## 5.7 ESTIMULAR PROGRAMAS DE FORMAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Para alcançar a meta do desenvolvimento do setor mineral brasileiro é necessário enfrentar o desafio de fortalecer o processo de formação e qualificação de recursos humanos. Assim, é indispensável o dimensionamento das necessidades futuras de recursos humanos para se evitar tanto a escassez quanto o excesso de oferta de mão de obra qualificada.



### Ações

1. Criação de um programa nacional para formação e qualificação de mão de obra nos níveis médio, graduação e pós-graduação para o setor mineral (mapeamento geológico, hidrogeologia e hidrologia, pesquisa mineral, lavra, beneficiamento e transformação), em ampla articulação do MME com MEC, MCT, MDIC e setor privado.
2. Articulação interministerial e com o setor produtivo para a ampliação de programas de treinamento e qualificação de operários, técnicos e profissionais de nível superior, em colaboração com os segmentos produtivos, Escolas Técnicas Federais, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac) e outros.

## 5.8 PROMOVER A AMPLIAÇÃO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

O Brasil ainda carece de investimentos em infraestrutura, o que constitui uma fragilidade em termos de atratividade de capital para o desenvolvimento de projetos de mineração e transformação mineral. Infraestrutura e logística são fundamentais para o bom aproveitamento dos recursos minerais, os quais nem sempre estão próximos ao mercado consumidor ou das rotas de escoamento e infraestrutura, inibindo a viabilidade econômica de empreendimentos da indústria mineral, tanto para atender o mercado interno, quanto para aproveitar as oportunidades crescentes no mercado externo e aumentar a competitividade do País.



### Ações

1. Participação efetiva do MME nas ações de planejamento da infraestrutura brasileira, visando à inclusão das demandas associadas a investimentos em áreas de grande potencial mineral.

2. Realização de estudos, pela CPRM, do potencial mineral relacionado aos macro-eixos de desenvolvimento nacional e às grandes obras de infraestrutura.

## 5.9 PROMOVER A PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DO SETOR MINERAL

Os bens minerais formam a base de muitas cadeias produtivas que, por sua vez, sustentam o desenvolvimento de diversas regiões. Isso justifica a importância de o Brasil aproveitar suas reservas tendo em vista assegurar uma oferta adequada de bens minerais. No entanto, essa oferta deve ocorrer segundo os princípios da sustentabilidade, isto é, considerando a atual e as futuras gerações. Ressalta-se que as ações voltadas para esse objetivo são de amplo espectro e envolvem desde iniciativas para o setor empresarial, visando ao fomento da produção, à criação de um ambiente propício aos investimentos produtivos e ao uso eficiente dos recursos, até ações de caráter sistêmico em prol de práticas sustentáveis que envolvem os trabalhadores e a comunidade em geral. As ações estão ordenadas por prioridade.



### Ações

1. Articulação interministerial entre MME, MTE, MS e entidades empresariais e dos trabalhadores do setor mineral para aprimorar os programas de saúde e segurança ocupacional.
2. Apoio e incentivo à utilização mais eficiente de energia elétrica e térmica e incentivo à minimização das emissões de Gases de Efeito Estufa na mineração e, especialmente, na transformação mineral.
3. Medidas de apoio e incentivo à utilização mais eficiente dos recursos hídricos nos processos produtivos, incluindo o tratamento de efluentes e o aumento da recirculação da água, com levantamentos periódicos sobre o uso de água na indústria mineral.
4. Promoção de inventário sobre minas abandonadas ou órfãs em todo o território nacional, incluindo informações geológicas e dados sobre a mineralização, objetivando criar um programa nacional para as áreas impactadas.
5. Apoio a medidas de acompanhamento, fiscalização e controle de barragens da mineração.
6. Apoio a programas de incentivo a reciclagem, reuso e reaproveitamento dos materiais provenientes de recursos minerais.
7. Apoio e incentivo à produção mais eficiente, com uso das melhores técnicas disponíveis, na lavra, no beneficiamento e na transformação mineral.
8. Apoio e incentivo ao uso de biomassa oriunda de produção sustentável na fabricação, por exemplo, de ferro gusa, ferro-ligas, cerâmicas e cimento.
9. Estímulo à inserção da mineração nos Planos Diretores Municipais, especialmente a de bens minerais localizados nos perímetros urbanos, com destaque para os agregados para construção civil e argilas para a fabricação de cerâmicas.



## 5.10 ESTIMULAR A AGREGAÇÃO DE VALOR NA CADEIA PRODUTIVA DE BENS MINERAIS COM COMPETITIVIDADE

As políticas para o setor mineral, em sintonia com a política industrial, devem considerar que a agregação de valor promove a geração de emprego e renda. Além disso, a produção doméstica está sujeita à forte concorrência com produtos externos que perseguem fatias cada vez maiores nos mercados globalizados em que a mineração e, principalmente, a transformação mineral se inserem. Isso requer estratégias competitivas do setor como um todo, inclusive para aqueles produtores que somente vendem para o mercado nacional, visando competir em pé de igualdade com a concorrência externa.



### Ações

1. Elaboração de propostas com o objetivo de incentivar a agregação de valor no setor mineral.
2. Estímulo e promoção de estudos, pesquisas e processos tecnológicos, objetivando a agregação de valor na indústria mineral e o adensamento de conhecimento nas cadeias produtivas.
3. Criação de programa para incrementar a participação da indústria brasileira no fornecimento de bens e serviços para o setor mineral, inclusive contemplando a exportação.

## 5.11 PROMOVER O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM REGIÕES DE BASE MINERADORA

A mineração cria boas oportunidades para a interiorização do desenvolvimento, pois a localização das jazidas é determinada pela natureza. Todavia, a atividade da mineração em si não assegura que o desenvolvimento sustentável, local ou regional, ocorra automaticamente, pois isso requer políticas adequadas.

No aspecto regional, chamam particularmente atenção a Amazônia e o Semiárido Nordeste. A Amazônia, além de ser grande produtora de vários bens minerais, como o ferro, cobre, níquel e ouro, caulim e cassiterita, é uma região de grande potencial mineral, mas economicamente deprimida. Embora não apresentando a riqueza mineral da Amazônia, esse é também o caso do Semiárido Nordeste, onde a atividade mineral pode ampliar as oportunidades de criação de emprego e renda em uma região reconhecidamente com baixos indicadores de desenvolvimento.



### AÇÕES

1. Proposição de políticas para estimular formas de organização produtivas que ampliem os benefícios gerados pela mineração em prol do desenvolvimento regional, em articulação com os estados e municípios.

2. Apoio à formação de Fórum Permanente de Mineração e Desenvolvimento da Amazônia, visando a: i) assegurar um espaço permanente de interlocução entre as esferas do governo e destas com o Conselho Nacional de Política Mineral; e ii) estabelecer mecanismos para assegurar e potencializar os benefícios regionais a partir da mineração.
3. Estímulo à articulação dos diferentes segmentos interessados na mineração em favor da sustentabilidade, prevenindo conflitos e propondo políticas de sustentabilidade da mineração no local e na região, considerando os pressupostos da Agenda 21 do setor mineral, em parceria com o MMA.
4. Reforço à implementação do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) nos estados e municípios brasileiros, considerando a aptidão e os diversos usos e ocupações do solo e do subsolo no interesse nacional.
5. Estímulo à transparência e divulgação para a sociedade da aplicação dos recursos oriundos da CFEM por parte da União, Estados e Municípios.





## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA DE ÓRGÃOS E ENTIDADES

- ABAL. **Alumínio para futuras gerações**. São Paulo: ABAL, 2000.
- ABAL. **Anuário estatístico ABAL 2008**. São Paulo: Abal, 2009.
- ABIFA. **Guia ABIFA 2009**: produção mundial e brasileira de peças fundidas. Disponível em: <<http://www.abifa.org.br>>.
- ABIQUIM. **Anuário da indústria química brasileira 2009**.
- BACEN/MF. **Relatórios de gestão das reservas internacionais: 1970/1980/1990/2000/2005/2009**. Brasília: Banco Central.
- BRASIL. **Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a política nacional sobre mudança do clima (PNMC). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.html)>.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 05 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais n. 1/92 a 56. Brasília, Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2008.
- BRASIL. Presidência da República. **Plano Amazônia Sustentável**: diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia brasileira. Brasília: MMA, 2008.112 p. il. color.; 28 cm.
- BRASIL. Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a política nacional de recursos hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.
- CETEM/CPRM, **Tendências Tecnológicas Brasil 2015** – Geociências e Tecnologia Mineral: Coordenador: Francisco Rego Chaves. Rio de Janeiro, 2007, 372 p.
- CPRM. **Programa geologia do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.html?inoid=79&sid=26>>.
- CPRM. **Projeto piloto de investimentos estratégicos (PPI) 2005-2007**. Brasília: MP, 2007.
- CPRM. **Mapa geodiversidade do Brasil**: escala 1.2.500.000: legenda expandida. Brasília: CPRM, 2006.
- DNPM. **I Plano Mestre Decenal (I PMD) 1965-1974**. Brasília: DNPM, 1967.
- DNPM. **II Plano Mestre Decenal (II PMD) 1981-1990**. 3. ed. Brasília: DNPM, 1980.
- DNPM. **Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral**. Brasília: DNPM/MME, 1994. 86 p. v. 1. Atualizado em 2000, pela Secretaria de Minas e Metalurgia (SMM) do MME no tocante aos investimentos necessários para a expansão das reservas e de capacidade produtiva da mineração.
- DNPM. **Anuário mineral brasileiro 2008**. Brasília: DNPM. v. 34. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=789>>. Acesso em: 30 jul. 2009.
- DNPM. **Sumário mineral 2008**. Brasília: DNPM, 2009.

DNPM. **Economia mineral do Brasil – 2009**. Coordenação de Antonio Fernando da Silva Rodrigues. Brasília: DNPM, 2009. 764 p.: il.

DNPM. **Distribuição geográfica das áreas outorgadas pelo DNPM**. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=62&IDPagina=46>>.

GOLDMAN SACHS GLOBAL ECONOMICS GROUP. **BRICs and beyond**. The Goldman Sachs Group, 2007. Disponível em: <<http://www2.goldmansachs.com/ideas/brics/book/BRICs-chapter5.pdf>>.

IBGE. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade – 1980-2050**. Revisão. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. v. 24, p. 1-94.

IBGE/MPOG. **Projeção da população do Brasil**. Revisão de 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/espanhol/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1272&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/espanhol/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1272&id_pagina=1)>.

IPEA. **Participação % dos produtos (*commodities* e produtos de alta e média intensidade) nas exportações brasileiras – 2000 a 2008**. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República & SECEX/MDIC. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?267576187>>; SECEX (<<http://www.comexdata.com.br>>).

MDIC. **Diretrizes de política industrial, tecnológica e de comércio**. Ministério de Desenvolvimento Industrial e Comércio Exterior. Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP). Presidência da República/Casa Civil. Brasília, 2008.

METALS ECONOMICS GROUPS. **Investimentos em exploração mineral no mundo 2009**.

MME. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME/EPE, 2007.

MME/EPE. **Balanco Energético Nacional 2010**. Brasília: MME/EPE, 2010.

MPOG. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. **Plano plurianual 2008-2011**: projeto de lei. Brasília: MP, 2007.

SECEX/MDIC. **Destino das exportações brasileiras de ferro-gusa, 2008**. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/index.php?area=5>>.

SGM. **Anuário estatístico**: setor de transformação de não metálicos. Brasília: SGM, 2009.

SGM/MME-DIPLAN/DNPM. **Sinopse 2010**: emissão específica de CO<sub>2</sub> (*in situ* – kg/t) de materiais selecionados.

UNCTAD. **The iron ore market**. Disponível em: <<http://www.unctad.org/infocomm/iron/covmar08.html>>.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). **Visão 2050**. Disponível em: <<http://www.wbscd.org/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?MenuID=1>>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1:	Brasil <i>versus</i> mundo: extensão territorial, população e PIB .....	6
Figura 1.2:	Posição provável das 13 principais economias mundiais em 2030 e 2050..	7
Figura 1.3:	PIB nacional e PIB da indústria mineral em 2008.....	9
Figura 1.4:	Valor da produção da mineração, metalurgia e não metálicos (1995-2009) .....	9
Figura 1.5:	Evolução do índice de cotação de metais (1984-2010)	
Figura 1.6:	Exportação de bens minerais primários e manufaturados (1996 <i>versus</i> 2008) .....	11
Figura 1.7:	Balança comercial da indústria mineral (1996 <i>versus</i> 2008).....	12
Figura 1.8:	Exportação de minérios de ferro e bauxita e empregos associados .....	13
Figura 1.9:	Participação das <i>commodities</i> e produtos de alta e média intensidade tecnológica nas exportações brasileiras (2000-2008) .....	14
Figura 1.10:	Cartografia geológica do Brasil: escala 1:250.000 (2005) .....	16
Figura 1.11:	Cartografia geológica do Brasil: escala 1:100.000 (2005) .....	17
Figura 1.12:	Levantamentos aerogeofísicos do Brasil: situação atual (2010) .....	18
Figura 1.13:	Limites da plataforma continental jurídica brasileira .....	22
Figura 1.14:	Investimentos realizados em levantamento geológico pela CPRM (2000-2009) .....	23
Figura 1.15:	Evolução do número de requerimentos e alvarás de pesquisa (1990-2009) .....	24
Figura 1.16:	Evolução do número de concessões de lavra (1990-2009) .....	25
Figura 1.17:	Distribuição geográfica das áreas outorgadas pelo DNPM (2009) .....	26
Figura 1.18:	Mapa de arrecadação da CFEM .....	29
Figura 1.19:	Empregos por segmento da mineração (2008) .....	30
Figura 1.20:	Exportações de produtos da transformação mineral (2008) .....	31
Figura 1.21:	Empregos por segmento da transformação mineral (2008) .....	34
Figura 1.22:	Produção de minério de ferro no Brasil (2000-2009) .....	36
Figura 1.23:	Evolução das exportações de minério de ferro no Brasil (2000-2009) ...	37
Figura 1.24:	Produção de aço bruto no Brasil (2000-2009).....	37
Figura 1.25:	Produção de nióbio no Brasil (1997-2008) .....	39
Figura 1.26:	Produção brasileira de concentrado de cobre e cobre refinado (2000-2009) .....	40
Figura 1.27:	Produção brasileira de bauxita, alumina e alumínio (2000-2009) .....	41

Figura 1.28: Produção brasileira de ouro (1980-2009) .....	43
Figura 1.29: Exportações de rochas ornamentais (1998-2009) .....	46
Figura 1.30: Produção de rochas fosfáticas (1998-2009) .....	47
Figura 1.31: Evolução das reservas de urânio (1973-2007) .....	49
Figura 1.32: Produção de urânio no Brasil (2000-2009) .....	50
Figura 1.33: Evolução da produção brasileira de água engarrafada (2001-2008) .....	51
Figura 2.1: Flona Carajás: mineração de ferro .....	56
Figura 2.2: Amazônia: projetos de mineração e minas estabelecidas <i>versus</i> áreas protegidas .....	58
Figura 2.3: Flona Saracá-Taquera: mineração de bauxita (1980 e 2006) .....	59
Figura 2.4: Mapa ilustrativo da infraestrutura no Brasil .....	70
Figura 3.1: Trajetórias desejável e mais provável dos cenários nacionais .....	76
Figura 4.1: Projetos previstos até 2030 de cartografia geológica: escala 1:100.000	98
Figura 4.2: Projetos previstos de cartografia geológica: escala 1:250.000 (2010-2030) .....	99
Figura 4.3: Levantamentos aerogeofísicos previstos (2010-2030) .....	100
Figura 4.4: Investimentos em mineração e transformação mineral (2006-2008) ...	108
Figura 4.5: Investimentos em mineração e transformação mineral (2010-2030) ...	109
Figura 4.6: Concluintes dos cursos de geologia, engenharia de minas e engenharia metalúrgica (1999-2008) .....	119
Figura 5.1: Objetivos estratégicos do Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM-2030) .....	121

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Variáveis da geologia, mineração e transformação mineral no Brasil ....	71
Quadro 3.2: Grandes incertezas críticas para a construção dos cenários .....	73
Quadro 3.3: Principais atores do setor mineral relevantes para o sistema de cenarização .....	74
Quadro 3.4: Comparação dos cenários prováveis do PNM 2010-2030 .....	75
Quadro 3.5: PIB, população e renda <i>per capita</i> do Cenário A .....	77
Quadro 5.1: Hierarquização dos objetivos estratégicos do PNM-2030 .....	122

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1:	Brasil – indicadores econômicos e sociais em anos selecionados (1970-2009) .....	5
Tabela 1.2:	Consumo per capita de materiais selecionados no Brasil e no mundo (2008) .....	6
Tabela 1.3:	Consumo per capita de materiais e indicadores por região do Brasil (2009) .....	7
Tabela 1.4:	Participação do setor mineral no PIB do Brasil (%) (1970-2008).....	9
Tabela 1.5:	Reservas lavráveis de minerais selecionados e sua vida útil (2008) .....	24
Tabela 1.6:	Indicadores econômicos da mineração (2008) .....	26
Tabela 1.7:	Classificação da produção e das reservas minerais do Brasil em termos mundiais (2008) .....	27
Tabela 1.8:	Produção, importação, exportação e consumo de minerais metálicos (2008) .....	27
Tabela 1.9:	Produção, importação, exportação e consumo de minerais não metálicos (2008).....	28
Tabela 1.10:	Arrecadação da CFEM (2009) .....	29
Tabela 1.11:	Indicadores econômicos da transformação mineral (2008).....	31
Tabela 1.12:	Produtos da transformação mineral do Brasil e sua classificação no contexto da produção mundial (2008) .....	32
Tabela 1.13:	Produção, importação, exportação e consumo de produtos metálicos (2008) .....	33
Tabela 1.14:	Produção, importação, exportação e consumo de produtos não metálicos (2008).....	34
Tabela 2.1:	Emissão específica de CO <sub>2</sub> (in situ – kg/t) de materiais selecionados ...	61
Tabela 2.2:	Brasil: índices de reciclagem de materiais selecionados .....	62
Tabela 4.1:	Previsão de produção, importação, exportação e consumo aparente de minérios ferrosos (2015/2022/2030) .....	83
Tabela 4.2:	Previsão de produção, importação, exportação e consumo aparente de produtos metálicos ferrosos (2015/2022/2030) .....	84
Tabela 4.3:	Previsão de produção, importação, exportação e consumo aparente de ferro-ligas (2015/2022/2030) .....	85
Tabela 4.4:	Previsão de produção, importação, exportação e consumo aparente de minerais não ferrosos (2015/2022/2030) .....	87
Tabela 4.5:	Previsão de produção, importação, exportação e consumo aparente de metais não ferrosos (2015/2022/2030) .....	89



<b>Tabela 4.6:</b>	<b>Previsão da produção de alguns minerais não metálicos sem comércio exterior (2015/2022/2030) .....</b>	<b>90</b>
<b>Tabela 4.7:</b>	<b>Previsão de produção, importação, exportação e consumo aparente dos minerais não metálicos com comércio exterior (2015/2022/2030) .....</b>	<b>91</b>
<b>Tabela 4.8:</b>	<b>Previsão de produção, importação, exportação e consumo aparente dos agrominerais (2015/2022/2030) .....</b>	<b>92</b>
<b>Tabela 4.9:</b>	<b>Previsão de produção, importação, exportação e consumo aparente de produtos da transformação mineral de não metálicos (2015/2022/2030) .....</b>	<b>95</b>
<b>Tabela 4.10:</b>	<b>Previsão da produção dos minerais energéticos (2015/2022/2030) ....</b>	<b>96</b>
<b>Tabela 4.11:</b>	<b>Metas para a cartografia geológica até 2030 (%) .....</b>	<b>97</b>
<b>Tabela 4.12:</b>	<b>Investimentos para a cartografia geológica, geofísica e recursos minerais até 2030 .....</b>	<b>97</b>
<b>Tabela 4.13:</b>	<b>Investimentos em geoquímica .....</b>	<b>101</b>
<b>Tabela 4.14:</b>	<b>Investimentos para o conhecimento de recursos hídricos .....</b>	<b>103</b>
<b>Tabela 4.15:</b>	<b>Metas para a cartografia da PCJB (%) .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabela 4.16:</b>	<b>Investimentos em levantamentos geológicos e prospecção de recursos minerais marinhos .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabela 4.17:</b>	<b>Investimentos para a geodiversidade .....</b>	<b>105</b>
<b>Tabela 4.18:</b>	<b>Investimentos em pesquisa mineral em áreas pioneiras (2006-2008) .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabela 4.19:</b>	<b>Previsão dos investimentos em pesquisa mineral (2015/2022/2030) .....</b>	<b>107</b>
<b>Tabela 4.20:</b>	<b>Investimentos em mineração no Brasil (2006-2008) .....</b>	<b>110</b>
<b>Tabela 4.21:</b>	<b>Previsão dos investimentos em mineração (2015/2022/2030) .....</b>	<b>111</b>
<b>Tabela 4.22:</b>	<b>Investimentos em transformação mineral (2006-2008) .....</b>	<b>112</b>
<b>Tabela 4.23:</b>	<b>Previsão dos investimentos em transformação mineral (2015/2022/2030) .....</b>	<b>113</b>
<b>Tabela 4.24:</b>	<b>Previsão de empregos na mineração e na transformação mineral (2015/2022/2030) .....</b>	<b>115</b>
<b>Tabela 4.25:</b>	<b>Previsão de empregos na mineração (2015/2022/2030) .....</b>	<b>116</b>
<b>Tabela 4.26:</b>	<b>Previsão de empregos na mineração por categoria profissional .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabela 4.27:</b>	<b>Previsão de empregos na transformação mineral (2015/2022/2030) .....</b>	<b>118</b>
<b>Tabela 4.28:</b>	<b>Previsão de empregos na transformação mineral de metálicos por categoria profissional .....</b>	<b>119</b>

## LISTA DE SIGLAS

ABAL	Associação Brasileira do Alumínio
ABCM	Associação Brasileira do Carvão Mineral
ABIFA	Associação Brasileira de Fundição
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ANEPAC	Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil
ANM	Agência Nacional de Mineração
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APA	Área de Proteção Ambiental
APL	Arranjo Produtivo Local
ARIM	Áreas de Relevante Interesse Mineral
<i>BEM</i>	Balanco Energético Nacional
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
BNB	Banco do Nordeste
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRIC	Brasil, Rússia, Índia e China
CBA	Companhia Brasileira de Alumínio
CBMM	Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração
CDS/UnB	Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília
CENSIPAM	Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
CETEMAG	Centro Tecnológico de Mármore e Granitos
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CGEE	Centro de Gestão de Estudos Estratégicos
CIPAMIN	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes na Mineração
CIRM	Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
CMQ	Cadeia Mineroquímica
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNPM	Conselho Nacional de Política Mineral
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CNUDM	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

CONSIDER	Conselho Nacional de Siderurgia e Não Ferrosos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DIPEM	Declaração de Investimento em Pesquisa Mineral
DIPLAM	Diretoria de Planejamento e Desenvolvimento da Mineração
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DTTM	Diretoria de Tecnologia e Transformação Mineral
EIA	Energy International Agency
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAP	Fundação de Amparo à Pesquisa
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FIPE	Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
FLONA	Floresta Nacional
FMI	Fundo Monetário Internacional
GEE	Gases de Efeito Estufa
IABr	Instituto Aço Brasil
IABS	Instituto Ambiental Brasil Sustentável
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT	Instituição Científica e Tecnológica
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA/USP	Instituto de Estudos Avançados/Universidade de São Paulo
IEDI	Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial
INB	Indústrias Nucleares do Brasil
IPC	Índice de Preços ao Consumidor
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IISI	International Iron and Steel Institute
ILAFA	Instituto Latino-Americano del Fierro y el Acero
ISBA	Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos
ISO	International Organization for Standardization
LAMIN	Laboratório de Análises Minerais
LEPLAC	Levantamento da Plataforma Continental Brasileira
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MEG	Metals Economics Group
MMA	Ministério do Meio Ambiente

---

MME	Ministério de Minas e Energia
MPE	Micro e Pequena Empresa
MRN	Mineração Rio do Norte
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássio
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
OTGM	Ordenamento Territorial GeoMineiro
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PAE	Plano de Aproveitamento Econômico
PCJB	Plataforma Continental Jurídica Brasileira
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PGR	Programa de Gerenciamento de Riscos
PIB	Produto Interno Bruto
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PL	Projeto de Lei
PLG	Permissão de Lavra Garimpeira
PM	Plano de Manejo
PMD	Plano Mestre Decenal
PNAS	Programa Nacional de Águas Subterrâneas
PNM	Plano Nacional de Mineração
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPA	Plano Plurianual
PPDSM	Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral
PPI	Projeto Piloto de Investimentos
PQ	Produto Químico
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PROAREA	Programa de Prospecção e Exploração dos Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial

RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
PROMINP	Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural
RAL	Relatório Anual de Lavra
RESEX	Reserva Extrativista
RIMAS	Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas
SAE	Secretaria de Assuntos Estratégicos
SCDN	Sistema de Cadastro de Desastres Naturais
SCPK	Sistema de Certificação do Processo Kimberley
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESC	Serviço Social do Comércio
SGB	Serviço Geológico do Brasil
SGM	Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNIC	Sindicato Nacional da Indústria do Cimento
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
STJ	Superior Tribunal de Justiça
TAH	Taxa Anual por Hectare
UC	Unidade de Conservação
VPM	Valor da Produção Mineral
VTM	Valor da Transformação Mineral
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
ZA	Zona de Amortecimento
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

## ANEXO I: GLOSSÁRIO

**Agrominerais** – minerais não metálicos utilizados como fertilizantes, corretivos ou condicionadores, de modo a liberar nutrientes essenciais para a produção agrícola. Os principais são: nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) e calcário dolomítico. Vide *rochagem*.

**APL** – Vide *Arranjo Produtivo Local*.

**AREA** – leito marinho dos oceanos situado além das jurisdições nacionais, no mar internacional, cuja jurisdição está delegada à Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (ISBA).

Área de relevante interesse mineral (ARIM) – território com presença comprovada de depósitos minerais ou potencial mineral, de interesse econômico e estratégico para a União. Essa definição e/ou metodologia foi utilizada pela SGM/MME no Projeto de Ordenamento Territorial GeoMineiro (OTGM) para definição das ARIMs (2006) e, posteriormente, pela CPRM para detalhamento das ARIMs.

**ARIM** – Vide *Área de Relevante Interesse Mineral*.

**Arranjo Produtivo Local (APL)** – aglomerado de empresas ou organizações na mesma região geográfica, agindo de modo a criar sinergia para atingir objetivos comuns. Os APLs são formados por produtores, fornecedores, fabricantes de equipamentos, prestadores de serviços, bem como entidades governamentais e organizações sociais.

**Bacia sedimentar** – **1.** área deprimida da crosta terrestre, de origem tectônica, na qual se acumularam sedimentos; **2.** área na qual se acumularam sedimentos em espessura consideravelmente maior que nas regiões adjacentes; **3.** entidade geológica que se refere ao conjunto de rochas sedimentares que guardam relação geométrica e/ou histórica mútua, cuja superfície, hoje, não necessariamente se comporta como uma bacia de sedimentação.

**Bioclástico** – material fragmentado derivado de estruturas orgânicas.

**Biodiversidade** – total de genes, espécies e ecossistemas de uma região. A biodiversidade genética refere-se à variação dos genes dentro das espécies, cobrindo diferentes populações da mesma espécie ou a variação genética dentro de uma população. A diversidade de espécies refere-se à variedade de espécies existentes dentro de uma região. A diversidade de ecossistemas refere-se à variedade de ecossistemas de uma dada região.

**Bônus demográfico** – momento em que a estrutura etária da população atua no sentido de facilitar o crescimento econômico. Isso acontece quando há um grande contingente da população em idade produtiva e um menor número de idosos e crianças.

**Brownfield** – unidade industrial ou mina/beneficiamento em estágio maduro. No caso da mina, costuma se caracterizar pela presença de corpos de minério de baixo teor e/ou capeamento espesso, devido ao ciclo de vida da mina. Refere-se, com frequência, à expansão de um empreendimento existente. Vide *Greenfield*.



**Cadeia mineroquímica (CMQ)** – cadeias produtivas da transformação química de minerais em produtos químicos inorgânicos.

**Cerâmica vermelha** – tijolos, telhas, blocos cerâmicos, blocos estruturais, canaletas e produtos similares produzidos em fábricas ou olarias (unidade produtiva rudimentar).

**CFEM** – Vide *Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais*.

**CMQ** – Vide *Cadeia mineroquímica*.

**Colorífico** – esmaltes (ou vidrados) e corantes utilizados no acabamento de revestimentos cerâmicos, aplicados na superfície do corpo cerâmico após a queima.

**Commodity** – termo da língua inglesa que designa mercadoria em estado bruto ou produto básico fungível de importância comercial, como alguns minérios e metais (Au, Cu, Zn, Ni etc.), café, cereais e algodão, cujo preço costuma ser controlado por bolsas internacionais.

**Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM)** – compensação devida pelos mineradores em decorrência da extração de bens minerais que são propriedade da União. Os recursos da CFEM são distribuídos da seguinte forma: 12% para a União (DNPM, IBAMA e MCT); 23% para o estado onde for extraída a substância mineral e 65% para o município produtor.

**ct** – sigla usada para designar quilate, unidade de massa equivalente a um quinto do grama (0,2 g). É utilizado para medir a massa de gemas, em geral.

**CT-Mineral** – Fundo Setorial Mineral (MCT), focado no desenvolvimento e na difusão de tecnologia intermediária nas pequenas e médias empresas e no estímulo à pesquisa técnico-científica de suporte à exportação mineral, para atender aos desafios impostos pela extensão do território brasileiro e pelas potencialidades do setor na geração de divisas e no desenvolvimento do país. Os recursos destinados a esse fundo são provenientes de parcela da CFEM (2%).

**Depósito mineral** – concentração natural de qualquer substância mineral, que apresenta atributos geológicos de potencial interesse econômico, usualmente variáveis. Vide *Jazida mineral*.

**Desenvolvimento sustentável** – na acepção do Relatório Brundtland (1987), seria “o desenvolvimento que satisfaz às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Esse relatório indica a necessidade do desenvolvimento sustentável para garantia de melhores condições de vida hoje e no futuro.

**Empresa junior** – empresa de mineração especializada na captação de recursos em bolsas de valores para desenvolver pesquisa mineral. Quando os resultados são positivos, costumam ser negociados com empresas *majors* para implantação de empreendimentos mineiros. Algumas *juniors* evoluíram para se tornar empresas mineradoras.

**Empresa major** – empresa de mineração de grande porte, caracterizada por alta capacidade gerencial e financeira, além de nível tecnológico para a implantação de grandes empreendimentos mineiros.

**Especialização reversa** – fenômeno apresentado por certos países que deixam de priorizar a especialização da cadeia produtiva na direção ortodoxa de *produtos primários* → *produtos transformados de baixo conteúdo tecnológico* → *produtos transformados de alto conteúdo tecnológico* e retrocedem ao dar prioridade para os produtos primários.

**FLONA** – Vide *Floresta Nacional*.

**Floresta Nacional (FLONA)** – unidade de conservação de uso sustentável definida na Lei nº 9.985/2000, conhecida como Lei do SNUC.

**Fundidos** – produtos do processo de fundição de metais e ligas em peças fundidas.

**Geodiversidade** – variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, águas, solos, fósseis e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o econômico, o científico, o educativo e o turístico.

**Geologia médica** – disciplina científica que examina os impactos que materiais e processos geológicos acarretam sobre a saúde humana e o ecossistema.

**Governança** – conjunto sistêmico de ações que determina as relações institucionais, direciona a atuação dos atores e define o sistema de normas que regem um dado setor ou segmento.

**Greenfield** – refere-se a um projeto pioneiro de um empreendimento mineiro em local onde não havia atividade mineral produtiva. Vide *Brownfield*.

**Green pellet** – pelota de minério de ferro preparada a frio na presença de uma solução, suspensão ou dispersão aquosa de um ligante orgânico, de preferência um hidrato de carbono.

**Jazida de classe mundial** – jazida cujos atributos naturais (teor, qualidade do minério, quantidade, localização geográfica) permitem que o empreendimento apresente uma rentabilidade excepcional. Essa categoria de jazida possui todas as condições para gerar aquilo que os economistas denominam “renda mineira”, quando a mina entra em produção.

**Jazida mineral** – massa individualizada de substância mineral ou fóssil – aflorando à superfície ou existente no interior da Terra – que apresenta viabilidade técnica, econômica e ambiental para ser explorada. Vide *Depósito mineral*.

**Mineral estratégico** – mineral cuja importância transcende considerações puramente econômicas, sendo definido em função das prioridades políticas dos países. O conceito se baseia em sua escassez, dificuldade de substituição e outras variáveis que podem comprometer seu suprimento para uma ou mais atividades essenciais da economia de um país. Alguns países usam a designação “mineral crítico” ou “mineral essencial”.

**NPK** – sigla usada para indicar um fertilizante que contém nitrogênio, fósforo e potássio com suas respectivas concentrações, expressas em porcentagem de nitrogênio (elementar), pentóxido de fósforo e óxido de potássio e encontradas no adubo sob a forma de sais alcalinos e/ou alcalinoterrosos.

**PCJB** – Vide *Plataforma continental jurídica brasileira*.

**Plataforma continental jurídica brasileira (PCJB)** – engloba o mar territorial, a zona econômica exclusiva e a extensão da plataforma continental, representando uma área de 4,5 milhões de km<sup>2</sup> sob jurisdição brasileira.

**Pelota** – Vide *Green pellet*.

**Plataforma Sul-Americana** – vasto domínio tectônico que forma o núcleo da América do Sul, cobrindo uma área de cerca de 15 milhões de km<sup>2</sup>, 40% dos quais estão expostos em três escudos pré-cambrianos: Guianas, Brasil-Central e Atlântico.

**Portaria de lavra** – diploma legal expedido pelo MME que outorga ao concessionário o direito de lavar e comercializar o minério extraído de uma mina.

**Pré-Cambriano** – tempo geológico que inicia com a formação da Terra, em torno de 4,5 bilhões de anos, e termina no início do período cambriano, ocorrido em 542 milhões de anos. O Pré-Cambriano responde por 87% do período geológico e se caracteriza por ser portador de importantes jazidas metálicas em todo o mundo.

**Produto metálico** – produto derivado de minérios metálicos e que é utilizado pela indústria como metal ou liga. Exemplos: alumínio, chumbo, aço.

**Produto não metálico** – produto derivado de minérios não metálicos, tais como cimento, cal, cerâmica e fertilizantes.

**Recurso mineral** – concentração de minério formada na crosta terrestre, cujas características fazem com que sua extração seja ou possa ser técnica e economicamente viável.

**Região cárstica** – região com relevo cárstico, o qual ocorre predominantemente em terrenos constituídos de rocha calcária, dolomítica ou mármore. Esse relevo é caracterizado pela dissolução química das rochas, que leva ao aparecimento de uma série de estruturas, tais como cavernas, dolinas, vales secos e rios subterrâneos.

**Renda mineira** – rendimento obtido a partir de vantagens, naturais ou não, que um empreendimento pode ter e que não depende da capacidade técnico-gerencial de seus proprietários, concessionários ou controladores. Alguns países tributam a renda mineira dentro de normas específicas de sua legislação tributária, para que o governo venha a se apropriar de uma parcela desse rendimento extra e não convencional.

**Reprimarização** – vide *Especialização reversa*.

**Reserva indicada** – volume ou tonelagem de minério computado a partir de medidas e amostras específicas e, parcialmente, por extrapolação até distância razoável, com base em evidências geológicas. As reservas computadas são as aprovadas pelo DNPM no Relatório Final de Pesquisa ou de reavaliação de reservas.

**Reserva inferida** – estimativa do volume ou tonelagem de minério calculada com base no conhecimento da geologia do depósito mineral, havendo pouco trabalho de pesquisa.

**Reserva lavrável** – reserva *in situ* estabelecida no perímetro da unidade mineira determinado pelos limites da abertura de exaustão (cava ou flanco para céu aberto e realces ou câmaras para subsolo), excluindo os pilares de segurança e as zonas de distúrbios geomecânicos. Corresponde à reserva técnica e economicamente aproveitável, levando-se em consideração a recuperação da lavra, a relação estéril/minério e

a diluição (contaminação do minério pelo estéril) decorrentes do método de lavra. A reserva lavrável é aquela usada pela empresa de mineração para efeito de cálculo da economicidade do empreendimento.

**Reserva medida** – volume ou tonelagem de minério computado pelas dimensões reveladas em afloramentos, trincheiras, galerias, trabalhos subterrâneos e sondagens, sendo o teor determinado pelos resultados de amostragem pormenorizada, devendo os pontos de inspeção, amostragem e medida estarem tão proximamente espaçados e o caráter geológico tão bem definido, que as dimensões, a forma e o teor da substância mineral possam ser perfeitamente estabelecidos.

**Reserva mineral** – parte de um recurso mineral que atende a critérios mínimos, físicos e químicos, relacionados a métodos de lavra e beneficiamento bem especificados, que pode ser razoavelmente assumida como lavrável do ponto de vista econômico e legal na época dessa determinação.

**Rochagem** – tecnologia que prevê a remineralização dos solos que foram empobrecidos por processos naturais (intemperismo) ou antrópicos, pela adição de pós de rochas que contenham quantidades apreciáveis de macronutrientes, como P, K, Ca, Mg, e micronutrientes, como V, Mo, Zn e outros. Funciona também como reestruturante das condições físicas do solo, uma vez que as rochas moídas utilizadas possuem diferentes granulometrias, favorecendo seu equilíbrio.

**Royalty** – termo utilizado para designar a importância paga ao detentor ou proprietário de recurso natural, produto, marca, patente de produto, processo de produção ou obra original, pelos direitos de exploração, uso, distribuição ou comercialização do referido produto ou tecnologia. Na mineração, a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) é tratada como *royalty*.

**Run-of-mine (ROM)** – minério bruto, produto da lavra, antes de sofrer qualquer tipo de beneficiamento.

**Sustentabilidade** – princípio que integra qualidade de vida, justiça social e capacidade de suporte e de resiliência dos ambientes naturais bióticos e abióticos, que assegura a vida na Terra em toda a sua diversidade.

**VPM** – Vide *Valor da Produção Mineral*.

**Valor da Produção Mineral (VPM)** – somatório de todos os valores monetários, em determinado ano, da extração e beneficiamento mineral, quando houver, englobando bens minerais metálicos, não metálicos, gemas e energéticos, excluídos o petróleo, o gás natural e o urânio. A transformação mineral não é considerada no VPM.

**VTM** – Vide *Valor da Transformação Mineral*.

**Valor da Transformação Mineral (VTM)** – somatório dos valores monetários, em determinado ano, dos produtos de base mineral (metálicos e não metálicos) derivados da primeira transformação mineral.

## ANEXO II: RELAÇÃO DOS AUTORES DOS ESTUDOS CONTRATADOS E DOS REVISORES INDICADOS PELA SGM/MME

O Ministério de Minas e Energia contratou serviços de consultoria do Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia (Projeto Estal), que é financiado pelo Banco Interamericano para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), para realização de estudos que serviram de base para elaboração do Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM-2030). A JMendo Consultoria Empresarial, empresa vencedora da concorrência internacional, foi responsável pela elaboração dos estudos técnicos que embasaram o PNM-2030.

Foram realizados 84 estudos em áreas relacionadas ao setor mineral, como política e economia mineral, geologia, mineração, transformação mineral, estudos específicos e estudos consolidados, além do histórico e de perspectivas de evolução macroeconômica setorial da economia brasileira e mundial em longo prazo, análise da competitividade do setor, dentre outros.

CONSULTORES DO PROJETO ESTAL/BANCO MUNDIAL (J.MENDO CONSULTORIA)  
Coordenadores: **Frederico Lopes Meira Barboza** e **Antonio Juarez Milmann Martins**

Estudos sobre a Economia e o Setor Mineral Brasileiro		
Nº	Título do Estudo	Consultor
1	Histórico e perspectivas de evolução macroeconômica setorial da economia brasileira a longo prazo	Gilberto Dias Calaes
2	Perspectivas de evolução macroeconômica setorial da economia mundial a longo prazo.	Eduardo Vale Gomes da Silva
3	Perspectivas de evolução das trocas setoriais entre a economia brasileira e mundial a médio e longo prazos	
4	Evolução do mercado mineral no Brasil a longo prazo	Gilberto Dias Calaes
5	Evolução do mercado mineral mundial a longo prazo	
6	Análise comparativa da competitividade do Setor Mineral nacional	
7	Cenário evolutivo da situação tributária do mercado mineral nacional, comparativamente ao mercado mundial e das práticas dos principais países mineradores.	Eliezer Braz
8	Análise dos aspectos tributários que influenciam a verticalização da produção mineral e o saldo comercial	
9	Análise comparativa de <i>royalties</i>	

Geologia do Brasil		
Nº	Título do Estudo	Consultor
10	Informação geológica do Brasil	Eduardo Antônio Ladeira
11	Análise crítica sobre a informação geológica	
12	Informação geológica da Amazônia	Eduardo Antônio Ladeira
13	Informação geofísica	Antônio Juarez Milmann Martins
14	Informação Geoquímica	
15	Informação Hidrogeológica	Albert Mente
16	Informação sobre recursos marinhos não vivos	Antônio Juarez Milmann Martins
17	Marco legal sobre mineração marinha	

A Mineração Brasileira		
Nº	Título do Estudo	Consultor
18	Perfil da mineração de ferro	Luiz Felipe Quaresma
19	Perfil da mineração de manganês	
20	Perfil da mineração de nióbio	José Maria Gonçalves de Lima
21	Perfil da mineração de cromo	
22	Perfil da mineração de bauxita	Luiz Felipe Quaresma
23	Perfil da mineração de cobre	José Osaël Gonçalves de Farias
24	Perfil da mineração de níquel	
25	Perfil da mineração de zinco	Juarez Fontana dos Santos
26	Perfil de chumbo	
27	Perfil da mineração de estanho	José Maria Gonçalves de Lima
28	Perfil da mineração de ouro	Homero de Araújo Neto
29	Perfil da mineração de tantalita	José Maria Gonçalves de Lima
30	Perfil de brita para construção civil	Luiz Felipe Quaresma
31	Perfil de areia para construção civil	
32	Perfil de argilas para cerâmica vermelha	José Mário Coelho
33	Perfil de rochas ornamentais e de revestimento	Cid Chiodi Filho e Denize Kistemann Chiodi
34	Perfil da gipsita	Marcelo Soares Bezerra
35	Perfil da crisotila	José Jaime Szelwar
36	Perfil do titânio	Juarez Fontana dos Santos
37	Perfil do quartzo	Emílio Marcus de Castro Lobato
38	Perfil do calcário	José Otávio da Silva
39	Perfil do caulim	José Osaël Gonçalves de Farias
40	Perfil da magnesita	Emílio Marcus de Castro Lobato
41	Perfil da grafita	

(Continua)



(Continuação)

A Mineração Brasileira		
Nº	Título do Estudo	Consultor
42	Perfil da barita	José Mário Coelho
43	Perfil da bentonita	
44	Perfil da areia industrial	
45	Perfil do feldspato	
46	Perfil da fluorita	
47	Perfil do talco, pirofilita e agalmatolito.	
48	Perfil da vermiculita	José Jaime Sznelwar
49	Perfil da zirconita	Emílio Marcus de Castro Lobato
50	Perfil do diamante industrial	Jeffrey Michael Watkins
51	Perfil da mica	Emílio Marcus de Castro Lobato
52	Perfil do potássio	Yara Kulaif
53	Perfil do fosfato	
54	Perfil do enxofre	
55	Perfil do calcário agrícola	José Otávio da Silva
56	Perfil de Gemas (diamante e gemas de cor)	Afonso Ferreira da Silva Filho e Jeffrey Michael Watkins
57		
58	Perfil da água mineral	Lucio Carramillo Caetano

A Transformação Mineral do Brasil		
Nº	Título do Estudo	Consultor
59	Perfil do aço	Luiz Felipe Quaresma
60	Perfil do ferro-gusa	
61	Perfil de ferro ligas	Paulo Von Kruger
62	Perfil da fundição	Boaventura Mendonça d'Avila Filho
63	Perfil do alumínio	Luiz Felipe Quaresma
64	Perfil do cobre	José Osaël Gonçalves de Farias
65	Perfil do níquel	
66	Perfil do zinco	Juarez Fontana dos Santos
67	Perfil do chumbo	
68	Perfil do estanho	José Maria Gonçalves de Lima
69	Perfil da cerâmica de revestimento	José Mário Coelho
70	Perfil de coloríficos	Anselmo Boschi e José Mário Coelho
71	Perfil de refratários	Emílio Marcus de Castro Lobato
72	Perfil da cal	José Otávio da Silva
73	Perfil de abrasivos	José Jaime Sznelwar
74	Perfil de louças sanitárias e de mesa	José Mário Coelho
75	Perfil dos fertilizantes N-P-K	Yara Kulaif
76	Perfil de cadeia mineiro-química e Anexo XV	José Jaime Sznelwar

Análises-síntese		
Nº	Título do Estudo	Consultor
77	Análise-síntese da Geologia no Brasil	Antonio Juarez Milmann Martins
78	Análise-síntese da Mineração Brasileira	Eliezer Braz
79	Análise-síntese da Transformação Mineral no Brasil Anexo I, II e III	Gilberto Dias Calaes

Estudos Específicos		
Nº	Título do Estudo	Consultor
80	Comércio de produtos minerais entre países da América do Sul	Eduardo Vale Gomes da Silva
81	Perfil do Setor Mineral do Nordeste e análise das possibilidades de incremento da atividade mineral na região.	Marcelo Soares Bezerra

Estudos Consolidados sobre o Setor Mineral Brasileiro		
Nº	Título do Estudo	Consultor
82	Análise e avaliação da sustentabilidade na indústria mineral	José Mendo
83	Reciclagem de metais no País	Antonio Cruz Vasques
84	Fluxo de massa de materiais no Brasil	José Jaime Sznelwar, Maurício Dompieri e Remo Scalabrin

## ANALISTAS/REVISORES DOS RELATÓRIOS TÉCNICOS DA CONSULTORIA

### SGM/MME

Bruno Alves de Jesus	José Mauro Martini
Carlos Nogueira da Costa Junior	Josiane Aline da Silva
Cristiano Masayoshi Furuhashi	Luiz Lobato Forgiarini
Daniel Alves Lima	Marcelo Lyra Parente
Danilo Melo Gonçalves Alves da Silva	Maria Amélia R. da S. Enríquez
Diego Pereira de Oliveira	Maria José Gazzi Salum
Edson Farias Mello	Mariana Clara de Freitas Fontineli
Enir Sebastiao Mendes	Ranielle Noletto Paz
Fernando Antonio Freitas Lins	Roberto Ventura Santos
Frederico Bedran Oliveira	Sandra Maria de Almeida Angelo
Jackeline Gonçalves de Oliveira	Susie Marocolo da Silva
José Augusto Vieira Costa	Telton Elber Corrêa
José Luiz Ubaldino de Lima	Thales de Queiroz Sampaio
José Marcos Figueiredo de Oliveira	Wilson Rodrigues Pereira

### **CPRM**

---

Amaro Luiz Ferreira	José Heleno Ribeiro
Carlos Alberto Lins	José Guedes de Andrade
Carlos Schobbenhaus Filho	Kaiser Gonçalves de Souza
Edesio Maria Macambira	Liliane Lavoura Bueno Sachs
Fernanda Gonçalves da Cunha	Luiz de Gonzaga Oliveira e Silva
Fernando Antonio Feitosa	Luiz Moacyr de Carvalho
Francisco Valdir Silveira	Maisa Bastos Abram
Gilberto José Machado	Marcus Flávio Nogueira Chiarini
Gilmar José Rizzotto	Maria Alice Ibanez Duarte
Humberto José Albuquerque	Maria Glicia Coutinho
Inácio de Medeiros Delgado	Valter Salino Vieira
Ivan Sergio de Mello	Vinicius José de Castro Paes
João Pedreira das Neves	Wilson Luis Feboli
José Carlos Vieira da Silva	

### **DNPM**

---

Antonio Amorim Neto	Juliana Ayres Teixeira
Antonio Fernando Rodrigues	Júlio Cesar Recuero
Carlos Augusto Ramos Neves	Maria de Melo Gonçalves
David Siqueira Fonseca	Mathias Heider
Eduardo Pontes e Pontes	Maurício Ribeiro Andrade
Emanuel Queiroz	Paulo Magno da Matta
Fábio Lúcio Martins Junior	Ricardo Moreira Peçanha
Helano Regis da Nóbrega Fonteles	Romualdo Paes de Andrade
Humberto Almeida de La Serna	Rui Fernandes Junior
José Admário Santos Ribeiro	Vanessa Maria Mamede Cavalcanti
José Eduardo Alves Martinez	

## ANEXO III: OFICINAS

As oficinas foram promovidas pela Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM), com o objetivo de debater temas críticos com diversos atores do setor mineral que pudessem contribuir para elaboração do PNM-2030. As oficinas contaram com a participação de representantes de estados, municípios, indústria mineral, especialistas do setor, da comunidade acadêmica e das organizações sociais.

O resultado das oficinas e demais ações desenvolvidas pela SGM culminaram na elaboração dos objetivos estratégicos e das ações do PNM-2030. Os relatórios encontram-se disponíveis em: <[http://www.mme.gov.br/sgm/menu/plano\\_nacional\\_2030.html](http://www.mme.gov.br/sgm/menu/plano_nacional_2030.html)>.

A realização das oficinas contou com o apoio técnico do Instituto Ambiental Brasil Sustentável (IABS), com a seguinte equipe: Tadeu Assad, Eric Jorge Sawyer, Flávio Silva Ramos e Cristiane Leite Pereira.

### Participantes das Oficinas

#### **1ª Oficina (01.10.2009): Restrições às Atividades Minerárias em Áreas de Proteção Permanente (APP) e Unidades de Conservação de Uso Sustentável**

---

Aline Machado Maha (SAE-PR)	Grahal Benatti (ICMBio)
André Afonso Ribeiro (MMA/SOF/DAP)	Iran Machado (convidado)
Carlos Eugênio Farias (SNIC)	José Augusto Vieira Costa (SGM/MME)
Cassio Roberto da Silva (CPRM/RJ)	José Guedes (CPRM/RJ)
Claudia Salles (IBRAM)	José Mendo M. de Souza (APROMIN)
Claudio Scliar (SGM/MME)	Josiane Silva (SGM/MME)
Cristina P. Bicho (DNPM)	Maria Amélia R. da S. Enríquez (SGM/MME)
Diego Pereira de Oliveira (SGM/MME)	Maria José Gazzi Salum (SGM/MME)
Doralice Assirati (DIFIS/DNPM)	Maria Tereza Castro (SGM/MME)
Enir Sebastião Mendes (SGM/MME)	Mario Lessa Sobrinho (MINEROPAR)
Fábio França Silva Araújo (SBF/MMA)	Onildo Marini (ADIMB)
Fernando Freitas Lins (SGM/MME)	Raimundo Moraes (MP/PA)
Flávia K. Rangel Godoi (IEMA-ES/ABEMA)	Rinaldo César Mancin (IBRAM)
Flávio Erthal (DRM/RJ/ABEMIN)	Simone Caldeira (DNPM)
Frederico Bedran Oliveira (SGM/MME)	Wilson Pereira (SGM/MME)
Gerlena Maria S. de Siqueira (CONJUR/MMA)	

## **2ª Oficina (27.10.2009): *Royalties* na Indústria Mineral: Reflexos sobre o Desenvolvimento da Mineração Brasileira, a Agregação de Valor e a Potencialização dos Benefícios Sociais**

Airlis Luis (DNPM)	João Paulo Resende (ASSEC/MME)
Alexandre Correia (MCT/ASCAD)	José Mendo de Souza (APROMIM)
Aline Machado Maha (SAE/PR)	Luciana Pires (Ernest Young)
Andrey Goldner (SEAE/MF)	Luciano Ribeiro da Silva (DNPM)
Antonio Lannes (SINFERBASE)	Luiz Fernando Magalhães (ABEMIN)
Bruno Alves de Jesus (SGM/MME)	Marcelo Piancastelli (IPEA)
Carlos Nogueira da C. Junior (SGM/MME)	Marcelo Ribeiro Tunes (IBRAM)
Carlos dos Santos (SECFX/MDIC)	Marco Antonio Valadares (DIPAR/DNPM)
Cassio Max da Costa (ABDI)	Maria Amélia R. da S. Enríquez (SGM/MME)
César Augusto Dumont Labuto (SPI/MPOG)	Mariana C. F. Fontineli (SGM/MME)
Darci Lermen (Parauapebas)	Miguel A. Cedraz Nery (DNPM)
Eduardo Vale (SINFERBASE)	Onildo João Marini (ADIMB)
Every G. S. de Aquino (DNPM/PA)	Patrícia S. Pego (SEDES/SRI/PR)
Fábio Figueiredo (FIEMG)	Priscila R. N. Viana (AMIG)
Fernando Freitas Lins (SGM/MME)	Ricardo F. Lameiro (DNPM/PA)
Frederico Bedran Oliveira (SGM/MME)	Roberto Name Ribeiro (RFB/MF)
Frederico Lopes Meira Barboza (JMendo)	Tólio E. Ribeiro (MDIC)
Hailton Almeida (STN/MF)	Waloir S. Salvador (AMM/AMIG)
Iran Machado (convidado)	Wilson Pereira (SGM/MME)
Jader A. Pazinato (Parauapebas-PA)	

## **3ª Oficina (29.10.2009): Agrominerais**

Ali Aldersi Saab (AGE/MAPA)	José Rossi Neto (Galvani)
Aline Machado da Maha (SAE/PR)	Luiz Lobato Forgiarini (SGM/MME)
Amado A. de B. Mota (MMA/SEDR/Proecotur)	Luiz de Gonzaga Oliveira e Silva (CPRM/RJ)
Bruno Alves de Jesus (SGM/MME)	Marco Antonio de Brito (SDP/MDIC)
Carlos Eduardo Florence (AMA-Brasil)	Maria Amélia R. da S. Enríquez (SGM/MME)
Claudio Scliar (SGM/MME)	Mariana Fontineli (SGM/MME)
Diego Pereira de Oliveira (SGM/MME)	Mathias Heider (DNPM)
Enir Sebastião Mendes (SGM/MME)	Petaín Ávila de Souza (consultor)
Fernando Carlos Becker (ABRACAL)	Ranielle Noleto Paz (SGM/MME)
Fernando Freitas Lins (SGM/MME)	Roberto Busato Belger (SINPRIFERT)
Fernando Silva Filho (Bunge)	Roberto Ventura Santos (SGM/MME)
Francisco Lapida Loureiro (CETEM/MCT)	Sidney Gaspar (SPI/MP)
Frederico Bedran Oliveira (SGM/MME)	Sonia Maria de Brito Mota (MMA/SEDR/DZT)
Frederico Lopes Meira Barboza (JMendo)	Suzi Huff Theodoro (Petrobras)
Iran Machado (consultor-SGM)	Thiers Muniz Lima (CPRM)
José Carlos Polidoro (EMBRAPA)	Vicente Lobo Linz (Bunge)
José Eduardo Martinez (DNPM)	Vinicius de Melo Benites (EMBRAPA)
José Guedes de Andrade (CPRM/RJ)	Wilson Pereira (SGM/MME)
José Luis Ubaldino de Lima (SGM/MME)	Yara Kulaif (IG/UNICAMP)

#### 4ª Oficina (18.11.2009): Geologia e Pesquisa Mineral

---

Aline Machado da Maha (SAE/PR)	José Luiz Ubaldino de Lima (SGM/MME)
Antonio Rabelo (VALE)	Josiane Silva (SGM/MME)
Benjamim Bley (USP)	Kaiser de Souza (CPRM)
Bruno Alves de Jesus (SGM/MME)	Luiz Bizzi (MBAC FERT)
Carlos Roberto Leite (SECIRM)	Luiz Lobato Forgiarini (SGM/MME)
Carlos Schobbenhaus (CPRM)	Luiz de Gonzaga Oliveira e Silva (CPRM/RJ)
Cristiano Masayoshi Furuhashi (SGM/MME)	Marcelo Parente (SGM/MME)
Diego Pereira de Oliveira (SGM/MME)	Marcelo Ribeiro Tunes (IBRAM)
Edson Farias Mello (SGM/MME)	Marco A. Fonseca (CPRM)
Eduardo Salamuni (MINEROPAR)	Maria Amélia R. da S. Enríquez
Elmer P. Salomão (ADIMB/VERENA)	Nilton F. de Queiroz (SGM/MME)
Elzivir Azevedo Guerra (MCT/SETEC)	Olanise Santos (SGM/MME)
Flavio Erthal (DRM-RJ/ABEMIN)	Onildo Marini (ADIMB)
Frederico Bedran Oliveira (SGM/MME)	Reinaldo Brito (CPRM)
Ignez Guimarães (UFPE)	Roberto Ventura Santos (SGM/MME)
Inácio M. Delgado (CPRM/BA)	Ranielle Noletto Paz (SGM/MME)
Iran Machado (convidado)	Tássia de Melo Arraes (SETEC/MCT)
Irineu Capeletti (CPRM)	Walter Lins Arcoverde (DNPM/DIFIS)
José Augusto Costa (SGM/MME)	Wilson Pereira (SGM/MME)
José Guedes de Andrade (CPRM/RJ)	

#### 5ª Oficina (03.12.2009): Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação Tecnológica

---

Ana Torkomian (SETEC/MCT)	Gláucia Cuchigrato (ANGPAC)
Antonio Juarez M. Martins (JMendo)	Iran Machado (consultor/ SGM)
Carlos Peiter (CETEM/MCT)	José Guedes de Andrade (CPRM/RJ)
Ciro Jorge Appi (CPRM)	José Marcos Oliveira (SGM/MME)
Cristina Akemi Shimoda (SETEC/MCT)	Luís Fernando (ASPACER)
Danilo Melo (SGM/MME)	Luiz de Gonzaga Oliveira e Silva (CPRM/RJ)
Elzevir Azevedo Guerra (SETEC/MCT)	Marcelo C. de Souza (MDIC/SDP)
Enir Sebastião Mendes (SGM/MME)	Maria Amélia R. da S. Enríquez
Fabiano Tonucci (ITV/VALE)	Ronaldo Luiz Santos (CETEM/MCT)
Fernando Freitas Lins (SGM/MME)	Tássia Arraes (SETEC/MCT)
Frederico Lopes M. Barboza (JMendo)	Wilson Pereira (SGM/MME)
Gilberto Calaes (CONDET)	



### 6ª Oficina (23.02.2010): Sustentabilidade na Mineração

Alessandro Nepomuceno (KINROSS)	João Cesar de Freitas Pinheiro (DNPM)
Aline Machado da Maha (SAE/PR)	Josálvaro de Castro Guimarães (DNPM/MG)
Ana Claudia Lima (Votorantim Metais)	José Guedes de Andrade (CPRM/RJ)
André Afonso Ribeiro (MMA/SBF/DAP)	José Luiz Ubaldino de Lima (SGM/MME)
Bruno Alves de Jesus (SGM/MME)	José Maria do N. Pastana (APGAM/PA)
Bruno Santos Ferraz (Vale)	Josiane Silva (SGM/MME)
Carlos Romero Martini (IBAMA Sede)	Kiomar Aquino (DNPM)
Cassio Roberto da Silva (CPRM/RJ)	Luciano B. Couto (MMA/SFB)
Cláudia Salles (IBRAM)	Luiz de Gonzaga Oliveira e Silva (CPRM/RJ)
Claudio Scliar (SGM/MME)	Maria Amélia R. da S. Enríquez (SGM/MME)
Cristiano M. M. Furuhashi (SGM/MME)	Maria José Gazzi Salum (SGM/MME)
Cristina P. Bicho (DNPM)	Mathias Heider (DNPM)
Diego Pereira de Oliveira (SGM/MME)	Ricardo Parahyba (DNPM/CE)
Dione Macedo (SGM/MME)	Rinaldo Mancin (IBRAM)
Doralice Meloni Assirati (DNPM/MME)	Roberto Villas Boas (CETEM)
Edson Farias Mello (SGM/MME)	Roberto Messias (IBAMA)
Fernando Freitas Lins (SGM/MME)	Ronaldo Garcia (MDS)
Fernando Raeder (ICMBio)	Sonia Maria de Brito Mota (MMA)
Flávia Karina Rangel de Godoi (IEMA/ES)	Valquíria dos Anjos Menegon (IBAMA)
Flávio Erthal (DRM-RJ/ABEMIN)	Wilfred Brandt (APROMIN)
Geraldo Maia Neto (PFE/ICMBio)	Wilson Pereira (SGM/MME)
Gonzalo Enriquez (UFPA/SAE-PR)	

### 7ª Oficina (25.02.2010): Política Mineral nos Estados

Aline Machado da Maha (SAE/PR)	José Guedes de Andrade (CPRM/RJ)
Ancelmo de Oliveira (CODISE-SE)	José Luiz Ubaldino de Lima (SGM/MME)
Bruno Alves de Jesus (SGM/MME)	José Mauro Martini (SGM/MME)
Carlos Nogueira da C. Júnior (SGM/MME)	Luís Alfredo Barros Pinto (SEME-MA)
César A. D. Labuto (SPI/MPOG)	Luiz Fernando Magalhães (Funmineral-GO)
Claudio Scliar (SGM/MME)	Luiz de Gonzaga Oliveira e Silva (CPRM/RJ)
Daniel Borges (SEGEORH/Gov. AM)	Maria Amélia R. da S. Enríquez (SGM/MME)
Daniel S. da Luz (SEME-MA)	Newton Reis de O. Luz (SEDE-MG)
Edson Farias Mello (SGM/MME)	Rafael Avena Neto (CBPM-BA)
Eduardo Salamuni (MINEROPAR)	Reinaldo Brito (CPRM/DF)
Fernando Freitas Lins (SGM/MME)	Ricardo Vedovello (Instituto Geológico/SP)
Francisca Pessoa de Andrade (ADECE)	Roberto da Silva (DNPM)
Iramir Barreto Paes (CDRM/PB)	Sérgio Majdalani (DRM/RJ)
Irineu Capeletti (CPRM)	Waldemir Azevedo (CDRM/PB)
Thomé Filho (CPRM/GO)	Walter Lins Arcoverde (DNPM)
João Cavalcante de Oliveira (IDEPI/PI)	Wilson Pereira (SGM/MME)
Johélino Magalhães (CODISE/SE)	

**8ª Oficina (06.05.2010): Políticas para Agregação de Valor na Indústria Mineral**

---

Adjarma Azevedo (ABAL)  
Andréia N. dos Santos Vaz (MDIC/SDP)  
Antonio Lannes Junior (IBRAM)  
Arthur Pinto Chaves (EPUSP/PROGEN)  
Carlos Antonio dos Santos (SECEX/MDIC)  
César A. D. Labuto (SPI/MP)  
Cibele do Carmo S. Sawyer (IABS)  
Claudio Scliar (SGM/MME)  
Cristiane Battiston (SPI/MP)  
Daniel Alves Lima (SGM/MME)  
Danilo Melo (SGM/MME)  
Enir Sebastião Mendes (SGM/MME)  
Fernando Freitas Lins (SGM/MME)  
Frederico Bedran Oliveira (SGM/MME)  
Gilberto Luz Pereira (ABM)  
Gustavo Santos Masili (MME/SPE/DPE)  
Iran F. Machado (convidado)  
Irineu Capeletti (CPRM)  
Jessica Beatriz Carvalho (Vale S/A)  
José Carlos D'Abreu (PUC-Rio e ABM)  
José Guedes de Andrade (CPRM/RJ)  
José Luiz Ubaldino de Lima (SGM/MME)  
José Marcos de Oliveira (SGM/MME)  
José Otavio Pires (UNAMA)  
Luis Tadeu Assad (IABS)  
Luiz Antonio Vessani (CNI-CEM)  
Luiz de Gonzaga Oliveira e Silva (consultor/SGM)  
Marcelo Machado da Silva (BNDES)  
Marcelo Ribeiro Tunes (IBRAM)  
Marcelo R. Sampaio (ABC/ANFACER)  
Maria Amélia R. da S. Enríquez (SGM/MME)  
Mathias Helder (DNPM)  
Newton Reis de Oliveira Luz (SEDE/MG)  
Nilton F. de Queiroz (SGM/MME)  
Pedro Landim de Carvalho (BNDES)  
Raquel Vilela Corrêa (SGM/MME)  
Rodolfo Luís Xavier Virgílio (FIEG-GO)  
Ronaldo Luiz Santos (CETEC/MCT)  
Rotenio Castelo Chaves Filho (PROGEN)  
Sandra Maria M. A. Angelo (SGM/MME)  
Tássia de Melo Arraes (MCT/SETEC)  
Verônica Ferreira Lima e Silva (SGM/MME)  
Wilson Pereira (SGM/MME)

## ANEXO IV: CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS PARA O SETOR MINERAL ATÉ 2030

A realização das reuniões e da oficina para construção dos cenários contou com a consultoria do Professor Elimar Nascimento, do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS/UnB).

### Specialistas Entrevistados Previamente por Indicação da SGM/MME (abril de 2010):

Adjarma Azevedo (ABAL)	José Mendo de Souza (APROMIN)
Arthur Pinto Chaves (USP)	José Otávio Carvalho (SNIC)
César Virgílio Oliveira Gonçalves (ANICER)	Marcelo Ribeiro Tunes (IBRAM)
Fernando Valverde (ANEPAC)	Roberto Dall'AgnoI (UFPA)
Horacício Leal Barbosa Filho (ABM)	Rudolf Bühler (IABr)
José Carlos D'Abreu (PUC-Rio)	Virginia Ciminelli (UFMG)

### Oficina Especial (22.04.2010): Construção de Cenários

Carlos Nogueira da Costa Júnior (SGM/MME)	José Otávio Pires (UNAMA-PA)
Cesar Vergílio Oliveira Gonçalves (ANICER)	Luiz de Gonzaga Oliveira e Silva (CPRM)
Claudio Scliar (SGM/MME)	Marcos Diógenes da Silva (Rio Tinto)
Edson Ribeiro (Vale)	Maria Amélia R. da S. Enríquez (SGM/MME)
Elzvir Azevedo Guerra (SETEC/MCT)	Maria Auxiliadora Alvarenga (IAB/MG)
Fernando Freitas Lins (SGM/MME)	Mathias Heider (DNPM)
Fernando Martins Greco (Vale)	Pedro Alberto Bigneli (IBAMA)
Frederico Bedran Oliveira (SGM/MME)	Pedro Sérgio Landin (BNDES)
Guilherme Simões (Votorantim Metais)	Raimundo Moraes (MP/PA)
Horacício Leal Barbosa Filho (ABM)	Reinaldo Dantas Sampaio (ABIROCHAS e FIEBA)
Iran Machado (convidado)	Rinaldo Mancin (IBRAM)
Jarbas Raimundo de Aldano Matos (SGM/MME)	Saulo Rodrigues Filho (CDS/UnB)
José Albenir Pereira (SIND. METABASE)	Thales de Queiroz Sampaio (SGM/MME)
José Carlos D'Abreu (PUC-Rio e ABM)	Verônica Ferreira Lima e Silva (SGM/MME)
José Farias de Oliveira (CETEM)	Virgínia Ciminelli (UFMG)
José Guedes de Andrade (CPRM)	Wilson Pereira (SGM/MME)



Secretaria de  
Geologia, Mineração e  
Transformação Mineral

Ministério da  
Mina e Energia

