



CONTRATO Nº 48000.003155/2007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL-SGM

BANCO MUNDIAL

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIRD

PRODUTO 53

**ANÁLISE-SÍNTESE DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL NO
BRASIL**

Relatório Técnico 79

ANÁLISE-SÍNTESE DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL NO PAÍS

CONSULTOR

Gilberto Dias Calaes

PROJETO ESTAL

PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

NOVEMBRO de 2009

RELATÓRIO TÉCNICO 79

ANÁLISE-SÍNTESE DA TRANSFORMAÇÃO MINERAL NO PAÍS

Apresentação

O presente documento integra o Produto 53 (“Análise-Síntese da Transformação Mineral no Brasil”), da Macro-Atividade 4.5 (“Estudos consolidados sobre o Setor Mineral Brasileiro”) compreendida no conjunto de “Estudos para a Elaboração do Plano Duodecenal (2010 – 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral”, contratados pelo Ministério de Minas e Energia – MME, através do Projeto ESTAL, com a J. Mendo Consultoria Ltda.

De acordo com o correspondente Termo de Referência, o relatório tem por objetivo proceder à análise dos “tópicos: Investimentos, Recursos humanos, P&D&I, Bens de capital e serviços e Incentivos”, segundo o seguintes detalhamento:

- **Investimentos** em unidades produtivas de transformação mineral, compreendendo a listagem e soma das inversões estimadas por produto, tendo em conta os períodos coincidentes com os PPAs;
- **Recursos humanos**, compreendendo levantamento retroativo anual, a partir de 1970, do número de formandos no país em engenharia. metalúrgica e projeção de necessidades desses profissionais e de formandos para os próximos 20 anos; projeção de demanda de profissionais de formação universitária de outras especialidades; projeção de demanda de profissionais de níveis básico e técnico;
- **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I)**, compreendendo análise crítica dos principais gargalos comuns que inibem o investimento em P,D&I por parte das empresas; análise da disponibilidade de infra-estrutura para P,D&I (pública e privada), e de recursos humanos qualificados para atuação em P,D&I visando o desenvolvimento mais independente da indústria mineral brasileira, discriminada para cada área;
- **Bens de capital e serviços**, compreendendo análise crítica e sugestões para a maior participação da indústria brasileira de bens de capital (máquinas e equipamentos) e serviços (P&D, consultoria e engenharia) no atendimento das demandas dos segmentos de transformação mineral; para cada área elaborar estimativa (percentual) do atendimento da demanda interna por fornecedores instalados no país; análise do potencial de inserção/expansão no comércio de exportação de bens e serviços, discriminada para cada área;
- **Incentivos**: análise crítica dos diversos aspectos comuns (fatores tributários, marcos legais, acesso a financiamento etc.) que podem inibir ou incentivar o desenvolvimento da indústria mineral brasileira, com ênfase nos segmentos de transformação mineral.

ÍNDICE

1. Sumário Executivo	1
1.1. Investimentos	1
1.2. Recursos Humanos	2
1.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I)	3
1.4. Bens de Capital e Serviços	4
1.5. Incentivos	7
1.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes	9
2. Recomendações	11
2.1. Segmentos de Transformação Associados às Atividades de Mineração	11
2.2. Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos	13
2.3. Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos	15
3. Introdução	18
4. Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração	22
4.1. Argilas para Cerâmica Vermelha	22
4.2. Rochas Ornamentais e de Revestimento	25
4.3. Gipsita	28
4.4. Crisotila / Fibrocimento	31
4.5. Titânio	34
4.6. Quartzo	37
4.7. Gemas Coradas	39
4.8. Diamantes - Gemas e Industrial	42
4.9. Água Mineral	46
5. Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos	50
5.1. Cadeia do Aço	50
5.2. Cadeia do Ferro-Gusa	54
5.3. Cadeia de Ferroligas	58
5.4. Cadeia de Fundição	60
5.5. Cadeia do Alumínio	63
5.6. Cadeia do Cobre	66
5.7. Cadeia do Níquel	70
5.8. Cadeia do Zinco	73
5.9. Cadeia do Chumbo	76
5.10. Cadeia do Estanho	79
6. Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos	82
6.1. Cadeia do Cimento	82
6.2. Cadeia da Cerâmica de Revestimento	85
6.3. Cadeia de Colorifícios	89
6.4. Cadeia de Refratários	93
6.5. Cadeia da Cal	97

6.6. Cadeia de Abrasivos	100
6.7. Cadeia de Louças Sanitárias	105
6.8. Cadeia de Louças de Mesa	109
6.9. Cadeia de Fertilizantes	113
6.10. Cadeia Minero-Química	115
7. Investimentos	119
7.1. Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração	119
7.2. Cadeias de Transformação Metálica	120
7.3. Cadeias de Transformação Não Metálica	121
7.4. Consolidação	123
8. Recursos Humanos	126
8.1. Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração	126
8.2. Cadeias de Transformação Metálica	128
8.3. Cadeias de Transformação Não Metálica	131
8.4. Consolidação	133
8.5. Tendências e Desafios	136
9. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I)	139
9.1. Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração	139
9.2. Cadeias de Transformação Metálica	141
9.3. Cadeias de Transformação Não Metálica	143
9.4. Consolidação	145
10. Bens de Capital e Serviços	151
10.1. Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração	151
10.2. Cadeias Produtivas de Transformação Metálica	153
10.3. Cadeias Produtivas de Transformação Não Metálica	155
10.4. Consolidação	157
11. Incentivos	161
11.1. Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração	161
11.2. Cadeias de Transformação Metálica	163
11.3. Cadeias de Transformação Não Metálica	165
11.4. Consolidação	168
12. Infra-estrutura de Energia e Transportes	173
12.1. Segmentos de Transformação Associados às Atividades de Mineração	173
12.2. Cadeias de Transformação Metálica	173
12.3. Cadeias de Transformação Não Metálica	175
12.4. Consolidação	176
13. Conclusões Gerais	178
13.1. Investimentos	178
13.2. Recursos Humanos	178

13.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I)	178
13.4. Bens de Capital e Serviços	180
13.5. Incentivos	181
13.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes	182

Referências

RELAÇÃO DE QUADROS

Cap.2. Recomendações

2.1. RECOMENDAÇÕES - SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS ÀS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO	12
2.2. RECOMENDAÇÕES - CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS METÁLICOS	14
2.3. RECOMENDAÇÕES - CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS	16

Cap. 4. Segmentos de Transformação em Cadeias Produtivas da Mineração

4.1. ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	23
4.2. ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	26
4.3. GIPSITA: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	29
4.4. CRISOTILA – FIBROCIMENTO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	32
4.5. TITÂNIO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	35
4.6. QUARTZO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	37
4.7. GEMAS CORADAS: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	40
4.8. DIAMANTE - GEMA E INDUSTRIAL: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	43
4.9. ÁGUA MINERAL: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	46

Cap. 5. Cadeias Produtivas de Transformação de Recursos Minerais Metálicos

5.1. CADEIA DO AÇO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	51
5.2. CADEIA DE FERRO-GUSA: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	55
5.3. CADEIA DE FERRO-LIGAS: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	58
5.4. CADEIA DE FUNDIÇÃO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	61
5.5. CADEIA DO ALUMÍNIO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	64
5.6. CADEIA DO COBRE: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	67
5.7. CADEIA DO NÍQUEL: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	70
5.8. CADEIA DO ZINCO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	74
5.9. CADEIA DO CHUMBO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	77
5.10. CADEIA DO ESTANHO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	79

Cap. 6. Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos

6.1. CADEIA DO CIMENTO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	83
6.2. CADEIA DA CERÂMICA DE REVESTIMENTO: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	86
6.3. CADEIA DE COLORIFÍCIOS: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	90
6.4. CADEIA DE REFRAATÓRIOS: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	94
6.5. CADEIA DA CAL: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	98
6.6. CADEIA DE ABRASIVOS: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE / ÓXIDO DE ALUMÍNIO ELETROFUNDIDO	101
6.7. CADEIA DE ABRASIVOS: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE / CARBETO DE SILÍCIO	102
6.8. CADEIA DE ABRASIVOS: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE / DIAMNATE SINTÉTICO	103
6.9. CADEIA DE LOUÇA SANITÁRIA: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	106
6.10. CADEIA DE LOUÇA DE MESA: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	110
6.11. CADEIA DE FERTILIZANTES: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	113

6.12. CADEIA MINERO-QUÍMICA: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE	116
Cap. 7. Investimentos	
7.1. PERSPECTIVAS DE INVESTIMENTOS EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS À ATIVIDADE DE MINERAÇÃO (2010 - 2030)	119
7.2. PERSPECTIVAS DE INVESTIMENTOS EM UNIDADES PRODUTIVAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL METÁLICA (2010 – 2030)	120
7.3. PERSPECTIVAS DE INVESTIMENTOS EM UNIDADES PRODUTIVAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL NÃO-METÁLICA (2010 – 2030)	122
7.4. PERSPECTIVAS DE INVESTIMENTOS EM UNIDADES PRODUTIVAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL (2010 – 2030)	123
7.5. COMPORTAMENTO DE INVESTIMENTOS EM TRANSFORMAÇÃO MINERAL VIS A VIS A OUTROS INDICADORES E SEGUNDO CENÁRIOS DE FUTURO (2010 - 2030)	124
Cap. 8. Recursos Humanos	
8.1. PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE RECURSOS HUMANOS EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)	127
8.2. PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE PROFISSIONAIS DE NÍVEL SUPERIOR E DE NÍVEL MÉDIO EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)	127
8.3. PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE RECURSOS HUMANOS EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICA (2010 - 2030)	129
8.4. PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE PROFISSIONAIS DE NÍVEL SUPERIOR E DE NÍVEL MÉDIO EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICAS (2010 – 2030)	129
8.5. PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE RECURSOS HUMANOS EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO-METÁLICA (2010 - 2030)	131
8.6. PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE PROFISSIONAIS DE NÍVEL SUPERIOR E DE NÍVEL MÉDIO EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO-METÁLICAS (2010 – 2030)	132
8.7. NÚMERO DE ENGENHEIROS METALÚRGICOS E DE TÉCNICOS METALÚRGICOS DE NÍVEL MÉDIO FORMADOS NO PAÍS (1970 - 2009)	134
8.8. CONSOLIDAÇÃO DA DEMANDA DE RECURSOS HUMANOS EM SEGMENTOS / CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO (2010 - 2030)	135
Cap. 9. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I)	
9.1. PRINCIPAIS GARGALOS, EFEITOS E SOLUÇÕES EM TERMOS DE P&D&I EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE MINERAÇÃO (2010 - 2030)	139
9.2. PRINCIPAIS GARGALOS, EFEITOS E SOLUÇÕES EM TERMOS DE P&D&I EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICA (2010 - 2030)	141
9.3. PRINCIPAIS GARGALOS, EFEITOS E SOLUÇÕES EM TERMOS DE P&D&I EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO-METÁLICA (2010 - 2030)	143
9.4. LINHAS DE AÇÃO EM TERMOS DE P&D&I (2010 - 2030)	146
Cap. 10. Bens de Capital e Serviços	
10.1. DEMANDA DE BENS DE CAPITAL E SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS À ATIVIDADE DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)	151
10.2. DEMANDA DE BENS DE CAPITAL EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS À ATIVIDADE DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)	152
10.3. DEMANDA DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS À ATIVIDADE DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)	153

10.4. DEMANDA DE BENS DE CAPITAL E SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICAS (2010 – 2030)	153
10.5. DEMANDA DE BENS DE CAPITAL EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL METÁLICA (2010 – 2030)	154
10.6. DEMANDA DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL METÁLICA (2010 – 2030)	155
10.7. DEMANDA DE BENS DE CAPITAL E SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO METÁLICA (2010 – 2030)	155
10.8. DEMANDA DE BENS DE CAPITAL EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO METÁLICA (2010 – 2030)	156
10.9. DEMANDA DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO METÁLICA (2010 – 2030)	157
10.10. DEMANDA NACIONAL DE BENS DE CAPITAL E SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM UNIDADES PRODUTIVAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL (2010 – 2030)	158
Cap. 11. Incentivos	
11.1. PERSPECTIVAS DE FINANCIAMENTOS DO SISTEMA BNDES EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS ÀS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)	162
11.2. PERSPECTIVAS DE INCENTIVOS EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS ÀS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)	162
11.3. PERSPECTIVAS DE FINANCIAMENTOS DO SISTEMA BNDES EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICA (2010 – 2030)	164
11.4. PERSPECTIVAS DE INCENTIVOS EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICA (2010 – 2030)	165
11.5. PERSPECTIVAS DE FINANCIAMENTOS DO SISTEMA BNDES EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO METÁLICA (2010 – 2030)	167
11.6. PERSPECTIVAS DE INCENTIVOS EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO METÁLICA (2010 – 2030)	167
11.7. PERSPECTIVAS DE FINANCIAMENTOS DO SISTEMA BNDES EM UNIDADES PRODUTIVAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL (2010 – 2030)	169
11.8. PERSPECTIVAS DE INCENTIVOS EM UNIDADES PRODUTIVAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL (2010 – 2030)	169

RELAÇÃO DE ILUSTRAÇÕES

1.1. TENDÊNCIAS, EFEITOS E IMPACTOS AMBIENTAIS PREVISÍVEIS	10
3.1. DIAGRAMA INDICATIVO DA METODOLOGIA ADOTADA	21
12.1. TENDÊNCIAS, EFEITOS E IMPACTOS AMBIENTAIS PREVISÍVEIS	177

RELAÇÃO DE ANEXOS

- I. ANÁLISE SÍNTESE DE SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE MINERAÇÃO
- II. ANÁLISE SÍNTESE DE CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS METÁLICOS
- III. ANÁLISE SÍNTESE DE CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS
- IV. PLANILHAS DE CONSOLIDAÇÃO DA BASE QUANTITATIVA

RELAÇÃO DE SIGLAS

AAE - Análise Ambiental Estratégica
ABAL – Associação Brasileira do Alumínio
ABAMEC - Associação Brasileira dos Analistas de Mercado de Capitais
ABC - Associação Brasileira de Cerâmica
ABEMIN - Associação Brasileira das Entidades Estaduais de Mineração
ABIFA – Associação Brasileira de Fundição de Ferro e Aço
ABIFINA - Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina
ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química
ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABM - Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração
ABPC – Associação Brasileira dos Produtores de Cimento Portland
ADIMB - Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira
AF – Alto forno -
AG - Andrade Gutierrez
AMB - Anuário Mineral Brasileiro
AMS - Associação Mineira de Silvicultura
ANBID - Associação Nacional dos Bancos de Investimento
ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos
ANEPAC - Associação Nacional das Empresas Produtoras de Artefatos para a Construção
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APEX - Agência de Promoção de Exportações
APLs - Arranjos Produtivos Locais
APLs-BM - Arranjos Produtivos Locais de Base Mineral
APPCC - Área de Perigo e Pontos Críticos de Controle
APROMIN - Associação Brasileira dos Profissionais da Mineração
ASICA – Associação das Siderúrgicas de Carajás
ASTM – American Society for Testing and Materials
BASA - Banco da Amazônia S.A
BC - Bens de Capital
BDMG - Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais
BIRD - Banco Internacional Para a Reconstrução e Desenvolvimento
BNB - Banco do Nordeste do Brasil
BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
BNDESPAR - BNDES Participações S.A.
BOVESPA – Bolsa de Valores do Estado de São Paulo
BRIC (Rússia, Rússia, Índia e China)
CACI - Campus Avançado de Cachoeiro de Itapemirim
CADE – Conselho de Defesa da Ordem Econômica
CAPEX – *Capital Expenditure*
CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CBPM - Companhia Baiana de Pesquisa Mineral
CCB - Centro Cerâmico do Brasil
CEE - Comunidade Econômica Européia
CEF - Caixa Econômica Federal
CFEM - Contribuição Financeira pela Exploração Mineral
CEMAL - Cooperativa Estanífera de Mineral Amazônia Legal
CEMIG – Centrais Elétricas de Minas Gerais
CESL - *Cominco Engineering Services Ltd.*
C&T - Ciência e Tecnologia
CETEM - Centro de Tecnologia Mineral
CETEMAG – Centro Tecnológico de Mármore e Granitos
CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos de Ciências e Tecnologia e Inovação
CHESF – Cia. Hidroelétrica do São Francisco

CMQ - Cadeia Minero-Química
CNCD - Cadastro Nacional do Comércio de Diamantes
CNI - Confederação Nacional das Indústrias
COFINS - Contribuição para o Fundo de Investimento Social
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONDET - Consultoria de Empreendimentos Ltda.
COOPERSANTA - Cooperativa de Santa Cruz Ltda
CPK - Certificado do Processo de Kimberley
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CSN - Companhia Siderúrgica Nacional
CST – Cia. Siderúrgica de Tubarão
CT - Capacidade Instalada
CT-Mineral - Fundo Setorial de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Mineração
CT-Petro - Fundo Setorial de Ciência e Tecnologia do Setor de Petróleo e Gás Natural
CVM - Comissão de Valores Mobiliários
CVRD - Companhia Vale do Rio Doce
CYTED - *Ciencia y Tecnología para el Desarrollo*
DMs - Direitos Minerais
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
DPC - *Drying Pyrolysis Cooling*
DRM/RJ - Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro
EAF (FEA) - *Electric Arc Furnace*
EFC - Estrada de Ferro Carajás
EFVM – Estrada de Ferro Votória - Minas
ERSA - Estanho de Rondônia S/A
EUA - Estados Unidos da América (Norte)
EADIs - Estações Aduaneiras do Interior
FAT – Fundo de Amparo do Trabalhador
FB - Financiamentos do Sistema BNDES
FCA – Ferrovia Centro-Atlântica
FEA (EAF) - Forno Elétrico a Arco
FGV - Fundação Getúlio Vargas
FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FINAME – Financiadora de Máquinas e Equipamentos
FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
FOB – *Free on Board*
GEE - Gases de Efeito Estufa
GEF - *Global Environment Facility*
GIS - *Geographic Information System*
GN - Gás Natural
GPS – *Global Positioning System*
HAT - Hidrovia Araguaia - Tocantins
HL - *Heap Leaching*
H-PAL - *High pressure acid leach*
IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBGM – Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos
IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração
IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia
ICA - Informação, Conhecimento e Aprendizado
ICB - Instituto do Crisotila Brasil
ICMS - Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços
ID - Investimento Direto
IDE - Investimento Direto Estrangeiro
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
IEDI – Instituto de Estudos de Desenvolvimento Industrial
IF - Incentivos Fiscais

II - Imposto de Importação
IISI – *International Iron and Steel Institute*
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia
INSS – Instituto Nacional de Previdência Social
INT - Instituto Nacional de Tecnologia
IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IPVA – Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores
IR - Imposto de Renda
ISO - *International Standardization Organization*
ITC - *International Tin Council*
ITRI – *International Tin Research*
JICA – Japan International Cooperation Agency
JMC - *Junior Mining Companies*
JORC - *Australasian Code for Reporting of Identified Mineral Resources and Ore Reserves*
JV - *Joint Venture*
MRS - MRS Logística S.A.
Kg - Quilogramas
LME - *London Metal Exchange*
LIS - *Local Innovation System*
MAs - Mineradores Artesanais
MDIC - Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDL - Mecanismo do Desenvolvimento Limpo
MGEs – Médias e Grandes Empresas
MIGA - *Multilateral Investment Guarantee Agency*
MINEROPAR - Minerais do Paraná S.A.
MIT - *Massachusetts Institute of Technology*
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MME - Ministério de Minas e Energia
Mpa - mega Pascal (unidade de resistência à compressão)
MPE – Micro e Pequenas Empresas
NAFTA – *North America Free Trade Association*
ND - Não Declarado
NIS - *National Innovation System*
NPK – Nitrogênio, Fósforo e Potássio
OBSERFER - Observatório Permanente dos Investimentos na Indústria Brasileira de Fertilizantes
OPEX - *Operational Expenditure*
OC-P&D - Outros Centros de Pesquisa e Desenvolvimento
OECD - *Organization for Economic Cooperation and Development*
OMC - Organização Mundial do Comércio
OPIC - *Overseas Private Investment Corporation*
OSC - *Ontario Securities Commission*
PAS – Pólos de Mineradores Artesanais
PASEP – Programa de Apoio ao Servidor Público
PBAC - Plano Brasileiro de Avaliação e Certificação do INMETRO
PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PDs – Planos de Desenvolvimento
P&D - Pesquisa e Desenvolvimento
P&D&I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PDDs - Planos Diretores de Desenvolvimento
PDEE - Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica
PDP - Política de Desenvolvimento Produtivo
PEDs - Países em Desenvolvimento
PIs - Países Industrializados
PIB - Produto Interno Bruto
PIS - Programa de Integração Social

PQs - Produtos Químicos Derivados
PLGs – Programas de Levantamentos Geológicos
PMEs – Pequenas e Médias Empresas
PND - Plano Nacional de Desenvolvimento
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPAs – Planos Pluri-anuais
PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PRONAF - Programa Nacional de Agricultura Familiar
PROPFLORA - Programa de Plantio Comercial de Floresta
PSQ – Programas Setoriais de Qualidade
RAL – Relatório Anual de Lavra
RDH - Relatório de Desenvolvimento Humano
RECOPE - Rede Cooperativa de Pesquisa
REDESIST - Rede de Pesquisa em Sistemas Produtivos e Inovativos Locais
RH - Recursos Humanos
RMs - Regiões Metropolitanas
RT - Relatório Técnico
RTC - Relatório de Transações Comerciais
SBG - Sociedade Brasileira de Geologia
SCPK - Sistema de Certificação do Processo de Kimberley
SE - Serviços de Engenharia
SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresas SENAC -
SENAI - Serviço Nacional da Indústria
SESC – Serviço Social do Comércio
SFH - Sistema Financeiro de Habitação
SGM - Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do MME
SIG - Sistema de Informações Geográficas
SIMEXMIN - Simpósio Brasileiro sobre Exploração Mineral
SINAESP - Sindicato das Indústrias de Abrasivos do Estado de São Paulo
SINDIFER – Sindicato da Indústria de Ferro-Gusa
SINDUGESSO – Sindicato da Indústria do Gesso
SIS - *Sectoral Innovation System*
SNIC - Sindicato Nacional da Indústria de Cimento
SRF - Secretaria da Receita Federal
SUDAM - Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TC/RC – Treatment Charges / Refining Charges
TEC – Tarifa Externa Comum
TEP - Tonelada Equivalente de Petróleo
TICs - Tecnologias de Informação e Comunicação
UE - União Européia
UEMG - Universidade Estadual de Minas Gerais
UFCE – Universidade Federal do Ceará
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFScar - Universidade Federal de Santa Catarina
UHC - Usina Hidrometalúrgica de Carajás
UHE – Usina Hidro-elétrica
UNESF – Universidade Estadual São Francisco
UNESP – Universidade Estadual Paulista
UNIVALE - Universidade do Vale do Itajaí
USGS – United States Geological Survey
VM – Votorantim Metais
VMZ – Votorantim Metais - Zinco
WCSD - *World Council for Sustainable Development*

1. Sumário Executivo

Focalizando os aspectos relativos a Investimentos, Recursos humanos, P&D&I, Bens de Capital e Serviços de Engenharia, Incentivos e Infra-estrutura de Energia e Transporte – o presente capítulo busca oferecer uma visão sintetizada do conteúdo geral do relatório e de suas principais conclusões.

1.1. Investimentos

As projeções efetuadas de investimentos em unidades de transformação, no período 2010 a 2030, evidenciaram valores totais da ordem de R\$ 255 bilhões (US\$ 138 bilhões), dos quais as cadeias de transformação metálica participam com 71%, as cadeias de transformação não-metálica, com 16% e os segmentos de transformação associadas a atividades de mineração, com 13%. Os investimentos totais ascendem no período 2010 a 2030 a uma taxa de 4,1% a.a..

Da análise consolidada dos aspectos relacionados a Investimentos nos 29 segmentos analisados, sobressaem as seguintes considerações comuns a determinadas cadeias produtivas:

- **Coletivização de Processos Operacionais:** Em termos de racionalização de investimentos, evidencia-se oportunidades de proceder à melhoria de competitividade, através da coletivização de sistemas e processos operacionais, mediante a cooperação entre empresas. Sobressaem os segmentos/ cadeias de transformação de *Argilas para Cerâmica Vermelha, Rochas Ornamentais, Gipsita, Gemas Coradas, Ferro-Gusa, Fundição, Cerâmica de Revestimento, Cal e Louça de Mesa*, como aqueles de melhores perspectivas de resposta a estratégias de coletivização.
- **Promoção e Atração de Investimentos:** Presumindo que a postura de Estado Indutor do Desenvolvimento Regional Sustentável, seja um dos principais fundamentos da política mineral a ser reafirmada com o Plano Duodecenal, cabe assinalar que a efetivação dos investimentos consolidados no presente estudo dependerá essencialmente de uma estratégia de estimulação dos agentes de mercado, a começar pela consistente promoção de investimentos e atração de investidores. Embora tal estratégia deva envolver todos os 29 segmentos e cadeias compreendidas no presente relatório, cabe destacar as seguintes mais sensíveis:
 - Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração: *Rochas Ornamentais e de Revestimento, Crisotila-Fibrocimento, Titânio, Quartzo, Gemas Coradas e Diamantes*.
 - Cadeias de Transformação Metálica: *Aço, Ferro-Gusa, Ferroligas, Fundição, Níquel, Zinco, Chumbo e Estanho*.
 - Cadeias de Transformação Não-Metálica: *Cimento, Cal, Abrasivos, Louça Sanitária, Fertilizantes e CMQs*.
- **Orientação de Investimentos/ Assistência a Empreendedores:** Ainda em sintonia com a postura de Estado Indutor, a efetivação dos investimentos consolidados, com a máxima eficácia em termos de contribuições para o Desenvolvimento Regional Sustentável, dependerá sensivelmente de uma estratégia de orientação e assistência aos agentes de mercado, mediante sinalização de perspectivas e tendências relativas a mercados, tecnologias e processos de acesso e aproveitamento de recursos naturais, além de mecanismos de organização, planejamento e gestão da produção e da comercialização. Encontram-se a seguir destacados os segmentos e cadeias consideradas mais susceptíveis à estratégia aqui assinalada:
 - Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração: *Argilas para Cerâmica Vermelha, Rochas Ornamentais e de Revestimento, Gipsita, Crisotila-Fibrocimento, Titânio, Quartzo, Gemas Coradas, Diamantes e Água Mineral*,
 - Cadeias de Transformação Metálica: *Ferro-Gusa, Fundição, Chumbo e Estanho*.
 - Cadeias de Transformação Não-Metálica: *Cerâmica de Revestimento, Colorifícios, Refratários, Cal, Abrasivos, Louça de Mesa, Fertilizantes e CMQs*.

1.2. Recursos Humanos

Ao longo dos 20 próximos anos, as atividades de transformação mineral poderão responder pela geração de cerca de 1,2 milhões de novos postos de trabalho, dos quais 120 mil de profissionais de nível superior e 168 mil de nível médio. Verifica-se também que:

- a demanda combinada de profissionais de nível superior e de nível médio para preenchimento dos novos postos de trabalho será da ordem de 288 mil cooperadores.
- a participação da mão-de-obra qualificada sobre o total dos novos postos de trabalho evolui de 17%, no quinquênio 2010 a 2014, para 31%, no quadriênio 2027 a 2030.
- no período 2010 a 2030, como um todo, 24,7% dos novos postos de trabalho deverão estar sendo ocupados por profissionais de nível superior (10,3%) ou por técnicos de nível médio (14,4%).
- a necessidade de engenheiros metalurgistas evoluirá de 2.671, no quinquênio 2010 a 2030 (média de 534 por ano), para 5.828, no quadriênio 2027 a 2030 (média de 1.457 por ano).
- a necessidade de técnicos metalúrgicos de nível médio evoluirá de 4.614, no quinquênio 2010 a 2030 (média de 923/ ano), para 11.799, no quadriênio 2027 a 2030 (média de 2.950/ ano).
- a participação de engenheiros metalurgistas na demanda total de profissionais deverá evoluir de 1,4%, no quinquênio 2010 a 2030, para 1,9%, no quadriênio 2027 a 2030.
- a participação de técnicos metalúrgicos de nível médio evoluirá de 2,3%, no quinquênio 2010 a 2030, para 3,9%, de 2027 a 2030.

As estimativas de demanda de recursos humanos aqui apresentadas se referem tão somente às necessidades de pessoal para suprir os novos postos de trabalho a serem gerados com a expansão da produção nos 29 segmentos e cadeias produtivas compreendidas no estudo. Não inclui, portanto, a demanda de reposição de mão-de-obra em postos de trabalho existentes e vacantes, em decorrência de aposentadoria, óbitos, etc.

Caso incluído o contingente requerido para preenchimento de vacâncias, a demanda efetiva de recursos humanos, conforme estimada, será da ordem de 1.475 mil novos cooperadores, compreendendo 306 mil de reposição (21%) e 1.169 mil (79%) para novos postos de trabalho.

Da análise consolidada dos aspectos relacionados a Recursos Humanos nos 29 RTs analisados, sobressaem algumas considerações comuns a determinados segmentos/ cadeias produtivas:

- **Acesso aos meios de atualização:** Nos segmentos e cadeias produtivas de transformação mineral, em geral, notadamente naqueles em que se destaca a presença de MPMEs, verifica-se a importância de se promover o acesso aos meios de atualização tecnológica e gerencial, como condição indispensável para expandir os padrões de competitividade e de sustentabilidade.
- **Acidentes de trabalho:** Na cadeia do *Alumínio* verificou-se que o número de acidentes de trabalho (segmentos de bauxita, alumina e metal primário) é de 1,48/ milhão de horas trabalhadas, 26% inferior à média mundial de 2 acidentes por milhão de horas trabalhadas.
- **Qualificação de Pessoal:** Evidenciou-se a necessidade de vigorosas ações de governo no sentido de ampliar e consolidar a oferta de profissionais de nível médio com perfil para a mineração e a metalurgia, fazendo-se também necessário ampliar a rede de escolas profissionalizantes e criar centros de treinamento para qualificação de pessoal voltado à atividade minero-metalúrgica. Ressaltou-se também a necessidade de que a questão de formação e qualificação da mão-de-obra seja devida e seriamente tratada e equacionada pelos governos federal e estadual e municipal.
- **Melhoria de produtividade:** a adoção de modernas técnicas de planejamento e gestão da produção tem aumentado sensivelmente a produtividade da mão de obra em cadeias produtivas de transformação metálica, tais como as do *Cobre, Níquel e Zinco*.

1.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)

Da análise consolidada dos aspectos relacionados à P&D&I nos 29 segmentos analisados, sobressaem considerações comuns a determinadas cadeias produtivas. Verifica-se que inúmeros processos e fenômenos, relativos à geração e difusão de conhecimento de mercado e de tecnologia, condicionam os indicadores de competitividade e de sustentabilidade das cadeias de transformação mineral.

- **Dualidade Tecnológica:** Dentre os segmentos analisados, verificam-se diferentes exemplos de dualidade tecnológica, em que se evidenciam acentuados gaps entre as MPEs e as empresas de porte médio e avançado, notadamente no que se refere a capacitações e instrumentações tecnológicas e gerenciais e, conseqüentemente, nas correspondentes condições de competitividade e sustentabilidade. Como exemplo, assinala-se o segmento da *Gipsita* – no qual as MPEs utilizam fornos sem nenhum controle instrumental do processo, enquanto as MGEs operam com tecnologias de calcinação comparáveis às melhores do mundo. Assinale-se também o de *Gemas Coradas* – que utiliza, na lapidação, desde artefatos primitivos até equipamentos com *laser*.
- **Os Desafios de Sobre-Ofertas:** A descoberta de novos depósitos de características preferenciais e/ou de novos processos que substituam ou alterem as condições de competitividade de determinados produtos e respectivas cadeias de suprimento, assim como instabilidades conjunturais e/ou geopolíticas que ocasionem reversões nas condições de competitividade entre determinadas regiões - constituem desafios típicos com que se defrontam as empresas da indústria mineral. Neste contexto, o Brasil que se afirma, cada vez mais, como país de destaque na indústria mineral mundial, deve se preparar para enfrentar situações de sobre-oferta, diante às quais disponibilidades excedentes de recursos e reservas não constituem, isoladamente, fator suficiente para viabilizar a penetração ou a expansão de fluxos comerciais no mercado global. Os segmentos do *Titânio* e do *Quartzo* são exemplos sintonizados com este contexto.
- **O Surgimento de Novas Oportunidades:** Num mundo em que os ciclos de geração e difusão de conhecimento e inovação assumem amplitude cada vez menor, e em que as interações entre os geradores e difusores de conhecimento vêm se acelerando em velocidade cada vez maior, com suporte de novas tecnologias de informação e de comunicação - a obsolescência e o fenecimento, assim como o nascimento e a consolidação de produtos e processos se tornam cada vez mais freqüentes. Diante a tal contexto, os competidores sofrem pressões cada vez mais acentuadas, não apenas no que se refere à intensificação de **investimentos** e sobretudo de **eficiência** no planejamento e gestão de P&D&I, como também na efetiva captura das conseqüentes oportunidades, para o que se faz necessária a adoção de competentes sistemas e processos de planejamento estratégico. Dentre os segmentos de transformação analisados, *Titânio*, *Quartzo* e *Diamantes* bem refletem o contexto aqui assinalado. Ressalta-se também o exemplo do *Cobre*, em que - do desenvolvimento tecnológico ora em curso, através da Usina Hidrometalúrgica de Carajás (UHC) - poderão emergir novos padrões de competição, de repercussão mundial.
- **Consolidação de Posição Competitiva:** Algumas das cadeias de transformação analisadas apresentam posição competitiva já consolidada, atendendo a exigentes consumidores no mercado doméstico e de exportação, além de evidenciarem oportunidades para fortalecimentos e consolidações adicionais. Tal é o caso das cadeias de *Rochas Ornamentais*, *Gemas Coradas*, *Aço*, *Gusa*, *Ferroligas*, *Fundição*, *Alumínio*, *Cobre*, *Níquel*, *Zinco*, *Estanho*, *Cimento*, *Cerâmica* e *Refratários*.
- **Substituição:** A ocorrência ou perspectiva de substituição por bens substitutivos ou concorrentes é uma das mais sérias ameaças com que se defronta o produtor de bens e serviços, sendo elencada no consagrado modelo das *Cinco Forças Competitivas*, de Michael Porter (1986). No caso da empresa de mineração, tal ameaça se impõe com relativa freqüência, como resultado não apenas de atividades de P&D&I, como também da descoberta e viabilização de novos depósitos minerais de substâncias com características mais atraentes, sob o ponto de vista técnico-econômico. Dentre os 29 segmentos/cadeias abordadas no presente estudo, assinalam-se – como exemplos de movimentos de substituição que geram retração de mercado e/ou prejudicam a competitividade de produtores brasileiros – os segmentos do *Quartzo* e do *Diamante*, assim como as cadeias do *Zinco* e do *Estanho*.
- **Tecnologias Condicionadas:** Cabe também assinalar a existência de movimentos de inovação condicionados, em que uma determinada tecnologia só se incorpora efetivamente ao mercado

(inovação), uma vez viabilizada uma outra tecnologia de produto ou processo. Como exemplo, assinala-se o caso do diamante sintético, material de notável dureza e resistência à abrasão, que só passou a ser usado depois do desenvolvimento dos superabrasivos. As superligas e revestimentos térmicos, agora amplamente usados na indústria aeroespacial e automobilística, podem ser retificados e usinados com eficiência com os novos abrasivos.

- **Coletivização:** Em todos os pólos de produção mineral, mas principalmente naqueles já reconhecidos como típicos APLs, processos tais como suprimentos, alocação de equipamentos, desenvolvimento de recursos humanos, e, acima de tudo, P&D&I, podem e devem ser coletivizados, mediante estratégias associativas que enfatizem a importância da cooperação e da interação dos empreendedores em busca de soluções comuns para resolução de entraves de caráter técnico, gerencial e financeiro, que recaem, sobretudo, sobre as MPEs de mineração. Dentre os 29 segmentos/ cadeias produtivas abordadas neste relatório, a estratégia de coletivização parece se ajustar principalmente aos de *Argilas para Cerâmica Vermelha, Rochas Ornamentais, Gipsita, Gemas Coradas, Ferro-Gusa, Fundição, Cerâmica de Revestimento e Cal*.
- **Centrais de Massa:** Nos segmentos/ cadeias produtivas associados ao Setor Cerâmico - *Argila para Cerâmica Vermelha e Cerâmica de Revestimento* - as “Centrais de Massa” constituem pré-requisito essencial para a competitividade e sustentabilidade sistêmica, uma vez que asseguram benefícios tais como de preparação de misturas balanceadas para os diferentes processos e produtos cerâmicos, com melhoria e maior controle da qualidade das matérias-primas, além de simplificação e especialização das plantas industriais das cerâmicas. A implantação de Centrais de Massa deve ser acompanhada de laboratórios de caracterização tecnológica visando assegurar a obtenção de materiais mais qualificados. Ainda no Setor Cerâmico, no que se refere à Gestão de Resíduos - evidencia-se a perspectiva de se agregar, às massas cerâmicas, diferentes resíduos minerais, como por exemplo rejeitos de serragem de rochas para revestimento e os da produção de agregados (brita e areia). Tal perspectiva se estende também aos resíduos de natureza orgânica, tais como os sólidos finos derivados de biomassa (ex: palha de arroz, casca e caroço de oleaginosas), borras de óleo mineral e finos de carvão vegetal e mineral, o que deve ser elencado na agenda de prioridades de P&D&I da transformação mineral.
- **Certificações:** A difusão dos processos de auditoria de qualidade e normalidade ambiental é fator cada vez mais decisivo para a manutenção e fortalecimento da posição competitiva das empresas, assim como para a sua imagem de responsabilidade social perante os diferentes *stakeholders*. Na indústria mineral brasileira, notadamente nos seus segmentos de transformação mineral, observa-se uma crescente conscientização quanto à importância de tais processos. Dentre os 29 segmentos analisados, os de *Crisotila - Fibro-cimento* e de *Água Mineral* parecem bem ilustrar esta tendência de difusão dos processos de certificação.

1.4. Bens de Capital e Serviços

A projeção consolidada dos valores de demanda de Bens de Capital (BC) e Serviços de Engenharia (SE), em unidades produtivas de 29 segmentos e cadeias de transformação (metálica e não metálica), no período 2010 a 2030, evidencia que, do valor total de R\$ 140,1 bilhões, *Bens de Capital (BC)* participa com 73% e *Serviços de Engenharia (SE)*, com 17%

- Os segmentos de transformação associados a atividades de mineração participam com 12,4%, sendo 9% em BC e 3,4% em SE.
- As cadeias de transformação metálica participam com 71,3%, sendo 51,8% em BC e 19,4% em SE.
- Do valor total de BC e SE estimado para as cadeias de transformação metálica, as de metais ferrosos participam com 52,5% e as de metais não ferrosos com 47,5%.
- As cadeias de transformação não-metálica participam com 16,3%, sendo 11,8% em BC e 4,4% em Serviços de Engenharia.

Embora os 29 RTs envolvidos no presente relatório de análise síntese, não tenham fornecido as informações sobre oferta e demanda de BC e SE, conforme requerido - pode-se tecer as seguintes considerações:

a) Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração:

- Acredita-se que o parque nacional de fornecedores poderá atender a pelo menos 70% do valor das demandas projetadas de BC e SE para o período 2010 a 2030.
- Determinados segmentos podem vir a manifestar uma certa dependência de importações de BC e SE, transitoriamente mais acentuada, a depender das rotas de desenvolvimento que venham adotar. Tal é o caso possivelmente do *Quartzo* e do *Titânio*.
- No que se refere ao potencial de exportação, seja pela tradição que o país acumula em certos segmentos de transformação como os de *Argila para Cerâmica Vermelha* ou de *Rochas Ornamentais*, seja pela dimensão de mercados de boa afinidade com o Brasil, onde tais segmentos se expandem, a exemplo de países sul-americanos, africanos e alguns asiáticos - pode-se indicar uma boa perspectiva de expansão de exportações brasileiras de BC e SE. Neste sentido, admite-se que, até 2030, as exportações de BC e SE, do presente grupo, possam alcançar 30% do valor consolidado de correspondentes demandas internas.

b) Cadeias de Transformação Metálica:

- Admite-se que os fornecedores nacionais de BC e SE poderão atender no mínimo a 60% das correspondentes demandas projetadas para o período 2010 a 2030.
- Determinadas cadeias devem continuar se notabilizando pelo nível de excelência que vêm conquistando, fruto de uma tradição industrial que se fundamenta em vocações fisiográficas e que remonta à própria história e processo de formação econômica do país. Tal é o caso das cadeias do *Aço*, *Ferro-Gusa*, *Ferroligas* e *Fundição*.
- Por outro lado, tendo em vista a atual dinâmica da cadeia do *Alumínio* e de previsíveis movimentos nas do *Cobre*, do *Níquel* e do *Zinco* - pode-se admitir que o país tenderá a convergir e sintonizar, ao longo dos próximos 20 anos, as forças de suas vocações geológicas e de sua capacitação tecnológica pré-existente, em termos de lavra, processamento e transformação, com as suas políticas, planos e programas de P&D&I de forma a melhor estimular os respectivos parques produtores de BC e SE.
- No que se refere ao potencial de exportação, em caráter meramente exploratório, pode-se indicar uma boa perspectiva de expansão das vendas externas de BC e SE. Neste sentido, admite-se que, até 2030, as exportações de BC e SE relacionadas às cadeias de transformação metálica possam alcançar a 30% do valor consolidado de correspondentes demandas internas.

c) Cadeias de Transformação Não-Metálica:

- Acredita-se que o parque nacional de fornecedores poderá atender a pelo menos 80% das demandas projetadas de BC e SE para o período 2010 a 2030.
- Neste grupo, verifica-se que a capacitação industrial associada à tradição produtiva é notavelmente consagrada no caso das cadeias de *Cimento* e *Cal*.
- Nos casos das cadeias de *Cerâmica de Revestimento*, *Colorifícios*, *Louças Sanitárias* e *Louças de Mesa* observa-se uma extraordinária dinâmica recente de acumulação de conhecimentos, expansão de capacidade produtiva e fortalecimento de posição competitiva. É interessante notar que tal dinâmica e o correspondente êxito tecnológico e mercadológico estão em boa parte fundamentados no *breakthrough* da tecnologia Via Seca, na intensa articulação produtor – fornecedor e nas demais vantagens competitivas desenvolvidas na interação entre agentes produtivos integrados a APLs, sobretudo nos de Santa Gertrudes - SP e de Criciúma - SC.
- Quanto à cadeia de *Fertilizantes*, os próximos 20 anos deverão assinalar uma extraordinária expansão do parque produtor de BC e SE, puxada por um inexorável esforço de políticas públicas que deverão ser implementadas buscando reverter a atual gigantesca dependência de importações.

Da análise consolidada dos aspectos relacionados a Bens de Capital e Serviços de Engenharia, nos 29 segmentos analisados, sobressaem as seguintes considerações gerais e comuns a determinadas cadeias produtivas:

a) O Desafio da Expansão do Parque Produtor de BC e SE

- É interessante observar que, em qualquer dos três grupos retro-apreciados, a participação da oferta interna sobre a demanda agregada de BC e SE poderá se alargar, na hipótese de implementação de ações coordenadas que superem certos conflitos de interesse entre produtores e consumidores, a exemplo do que vem ocorrendo como parte do parque fornecedor de máquinas e equipamentos para a cadeia de *Rochas Ornamentais*.
- A mediação de tais conflitos pode ser implementada através da boa interação entre produtores e fornecedores, com a participação das respectivas representações empresariais, buscando acenar o potencial de mercado interno a ser conquistado, com substituição de importações, e em contrapartida a um esforço de capacitação / expansão que pode ser apoiado pelas agências de fomento.
- Tal esforço de negociação de entendimentos deve ser fundamentado em um plano estratégico que projete, não apenas os cenários de demanda interna, como os de exportação, levando-se em consideração as sinergias que podem emergir em campanhas de promoção de exportações fundamentadas na tradição que o país acumula em respectivos segmentos/ cadeias de transformação, e nas identidades e facilidades de acesso do país a determinados mercados potenciais, tais como os de países sul-americanos, africanos e de determinadas nações asiáticas.

b) O Desafio da Escala de Mercado:

- Em determinados segmentos / cadeias de transformação mineral observa-se que a capacidade incipiente de oferta de máquinas e equipamentos, por parte do parque nacional de bens de capital, encontra-se associada à baixa dimensão da demanda nacional, a qual não estimula a mobilização de investimentos na ampliação de capacidade e no desenvolvimento de produtos e processos.
- Em certas situações, a “armadilha” de escassez de oferta é ocasionada pelos próprios demandantes / usuários de máquinas e equipamentos, ao optar pela produção de seus próprios equipamentos com ilusórias vantagens competitivas, que geralmente mascaram deficiências tecnológicas. Em outras situações, os demandantes / usuários bloqueiam os fornecedores domésticos, diante a vantagens de similares importados, em análises comparativas muitas vezes duvidosas, e que conduzem a conclusões de certa rigidez temporal.
- Em qualquer uma das situações assinaladas, verifica-se um **círculo vicioso**, que pode ser revertido para **processo virtuoso**, mediante uma melhor articulação entre os segmentos de oferta e demanda, suportados por diagnósticos lúcidos, realizados sob auspícios de entidades representativas das empresas e em que sejam identificadas e propostas as medidas de estímulo para eliminação da “armadilha” de escassez da oferta.
- Como exemplo, no segmento *Gemas Coradas*, a fabricação de máquinas para lapidação é muito incipiente, principalmente por problemas de escala; isto porque muitas indústrias fabricam ou montam suas próprias máquinas.

c) O Desafio da Inadequação Tecnológica da Oferta

- Em diferentes segmentos produtivos, a expansão e modernização do parque de processamento exige aquisições de máquinas e equipamentos, com deficiências de suprimento interno e, conseqüentemente, requerendo medidas de fortalecimento da oferta doméstica e/ou regimes especiais de importações (ex-tarifários).
- Durante o longo período em que vigoravam as barreiras de mercado que “protegem” a indústria nacional de bens de capital, o setor de *Rochas Ornamentais* praticamente não tinha acesso às modernas tecnologias de processamento embutidas em equipamentos importados, sobretudo da Itália. Conseqüentemente, o país exportava predominantemente rocha em bruto (blocos), já que o produto processado não alcançava padrões competitivos para exportação. Com a abertura de mercado, a partir de inícios da década de 90, e com o imediato acesso a equipamentos / tecnologias avançadas, o país expandiu rapidamente as suas exportações de processados.
- Ao mesmo tempo, os produtores de equipamentos nacionais passaram a modernizar os seus produtos e processos, num processo virtuoso, lado a lado. Entretanto, como resíduo da cultura que prevalecia

anteriormente, os produtores nacionais continuaram clamando proteção de mercado, mediante imposto de importação. Os produtores de rochas ornamentais reivindicam a isenção de imposto de importação, pela aplicação de ex-tarifário, para máquinas e equipamentos de interesse setorial, o que tem sido objeto de calorosas polêmicas.

d) O Desafio do Desenvolvimento de Novos Equipamentos:

- Dentre os casos recentes de destaque em termos de desenvolvimentos de equipamentos de largo impacto na melhoria das condições de competitividade e sustentabilidade, destacam-se, no segmento de *Rochas Ornamentais e de Revestimento*, o ECOTEAR, e no de *Gemas Coradas*, novas máquinas de lapidação em desenvolvimento, em parceria com empresas de mecatrônica e robótica.

1.5. Incentivos

A projeção consolidada dos valores estimados relativos aos 29 segmentos e cadeias de transformação (metálica e não metálica), no período 2010 a 2030, evidenciou valores da ordem de R\$ 127 milhões, para Financiamentos e de R\$ 13 milhões para Incentivos.

Retomando as considerações assinaladas no Capítulo 2 do RT-04 (“*Evolução do Mercado Mineral no Brasil a Longo Prazo*”), de 2009, bem como no Capítulo 10 de “*Planejamento Estratégico, Competitividade e Sustentabilidade na Indústria Mineral: Dois Casos de Não-Metálicos no Rio de Janeiro*” (Calaes, 2005/ 06) - assinalam-se as seguintes diretrizes gerais de política pública para o estabelecimento de Incentivos consentâneos com as características e demandas dos segmentos e cadeias de transformação mineral:

- Intensificação da geração de conhecimento e inovação relacionados à base de recursos naturais;
- Difusão das vocações e oportunidades oferecidas pelos ambientes geo-mineiros do país;
- Atração de investimentos e apoio a projetos sintonizados com o desenvolvimento sustentável;
- Estimulação de investimentos em sintonia com modelos de referência, no que se refere a:
 - . **novos sistemas de organização da produção**, com destaque para a implementação de APLs;
 - . **novos padrões de estruturação financeira**, enfatizando: a) alocação de capitais de risco em PMEs, em atividades de pesquisa e inovação voltadas ao conhecimento e aproveitamento de recursos naturais; e b) mecanismos de financiamento lastreados no valor de ativos intangíveis ou produto da atividade mínero-industrial.

No que se refere aos APLs, deve-se considerar a perspectiva de transformação de determinados pólos de atividade mínero-industrial, de forma a propiciar a aglutinação e a sinergia entre os agentes de produção, objetivando a qualificação de mão de obra, a melhoria de desempenho tecnológico e gerencial, o aumento da produtividade e a redução de custos e riscos operacionais, com decorrentes efeitos para a competitividade e para o desenvolvimento regional sustentável.

Cabe também assinalar a necessidade de estruturar um sistema de atração de capitais para as atividades de pesquisa e de inovação, de desenvolvimento e de produção (extração, processamento e transformação mineral), que contemple não apenas a introdução de mecanismos de promoção de investimentos em atividades geradoras de conhecimento (pesquisa e inovação), como também a utilização de ativos intangíveis (propriedades minerais e direitos tecnológicos) como instrumentos para a estruturação financeira de novos empreendimentos, seja na atração de capitais de risco ou no estabelecimento de garantias para a contratação de financiamentos.

Obviamente, para viabilização de tais objetivos, é necessário promover a padronização, segundo as melhores práticas internacionais, de procedimentos de auditoria técnica, de análise e de avaliação de ativos intangíveis, bem como de projetos e empreendimentos relacionados à extração, processamento e transformação mineral.

É também necessário estabelecer programas continuados de treinamento orientados para técnicas, procedimentos e melhores práticas de planejamento e gestão nas atividades de pesquisa, inovação e aproveitamento de recursos naturais. Tal programa deverá ser prioritariamente orientado para PMEs e PAs, visando facilitar o acesso dos mesmos, às novas oportunidades de estruturação financeira, a partir do consistente conhecimento e avaliação econômica de seus ativos intangíveis.

a) Programa de Estímulos a Investimentos em Pesquisa e Inovação

Para assegurar o desenvolvimento das atividades de pesquisa, inovação e aproveitamento de recursos territoriais, propõem-se a adoção de um conjunto de medidas, estruturadas através de um **Programa de Estímulos a Investimentos em Pesquisa e Inovação**, o qual deverá ser orientado segundo cinco objetivos específicos:

- Fortalecer a competitividade na atração de investimentos;
- Estimular o surgimento de novos empreendedores;
- Promover a dinamização do fluxo de conhecimento e inovação associado aos recursos territoriais;
- Ampliar a eficiência econômica, tecnológica e ambiental do aproveitamento de recursos territoriais;
- Articular o conhecimento e o aproveitamento de recursos territoriais com a redução da pobreza.

Com objetivos e processos de gestão claramente definidos, tal programa deverá contemplar os três segmentos da cadeia econômica dos recursos territoriais: **pesquisa e inovação** (geração de conhecimento), **desenvolvimento** (preparação para o aproveitamento) e **aproveitamento** (extração, processamento e transformação).

b) Estímulos Financeiros

Recomenda-se a implementação dos seguintes mecanismos de apoio financeiro a projetos e empreendimentos relacionados ao conhecimento e aproveitamento de recursos territoriais:

- Financiamento com opção de risco, para atividades de pesquisa e inovação;
- Financiamentos indexados a volume físico de produto;
- Constituição de *Fundos Setoriais de Investimento* orientados para a captação de recursos de investidores individuais e institucionais, nacionais e estrangeiros;
- Adequação de mecanismos de acesso aos mercados de capitais, às peculiaridades de projetos e empreendimentos de recursos territoriais, com ênfase nas PMEs;
- Promoção, junto às PMEs, dos fundos de investimento e demais programas de formação de capital de risco orientados para a pesquisa, a inovação e a produção; e
- Promoção do Programa de Crédito Produtivo Popular ("micro-financiamentos"), do Sistema BNDES junto aos pólos de PMEs e de PAs.

c) Estímulos a Investimentos em Pesquisa e Inovação

- Permissão para abatimento como despesa - para efeito de cálculo de imposto de renda - do valor de aquisição de ações em empresas que investem no conhecimento e aproveitamento de recursos territoriais; e
- Permissão para abatimento como despesa - para efeito de cálculo de imposto de renda - do valor de aquisição de cotas em *Fundos Setoriais de Investimento em Recursos Territoriais*.

d) Estímulos a Investimentos na Incorporação de Ativos Intangíveis durante a Fase de Desenvolvimento de Empreendimentos de Aproveitamento de Recursos Territoriais

- Isenção de Imposto de Renda sobre lucros conseqüentes à incorporação de ativos intangíveis;
- Permissão para capitalização de até 50% do valor econômico de ativos intangíveis, sem qualquer efeito fiscal, destinando-se o valor remanescente a reserva de reavaliação.

e) Estímulos a Investimentos Durante a Fase de Extração, Processamento e Transformação de Recursos Naturais

- Permissão para que as despesas de capital no desenvolvimento do empreendimento sejam deduzidas no mesmo exercício ou submetidas à depreciação acelerada; e
- Redução de até 5% do imposto de renda a pagar, desde que o correspondente valor seja destinado à aquisição de cotas de *Fundos Setoriais de Investimento em Recursos Territoriais*, ou à formação de reserva para cobertura de gastos com: i) pesquisa e inovação; ii) formação e aperfeiçoamento de pessoal; e iii) recuperação ambiental.

Por último, cabe assinalar que o programa recomendado tem por referência modelos institucionais em vigor em outros países, sobressaindo o apoio á captação de capital de risco, em mercado de capitais. No Canadá, tal modelo favorece as empresas emergentes (*junior companies*) que atuam em exploração (pesquisa) mineral, petróleo, florestas e desenvolvimento de P&D&I.

Cabe também ressaltar que o modelo recomendado encontra-se concebido de acordo com uma abordagem sistêmica, buscando integrar o conhecimento e o aproveitamento de recursos territoriais segundo uma lógica de desenvolvimento das vocações e potencialidades regionais, assim como da verticalização e da geração de efeitos de encadeamento.

1.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes

Da análise consolidada dos aspectos relacionados à Energia e Transporte, sobressaem considerações estratégicas que devem nortear, de forma geral, as políticas e planos de ação para as cadeias de transformação mineral:

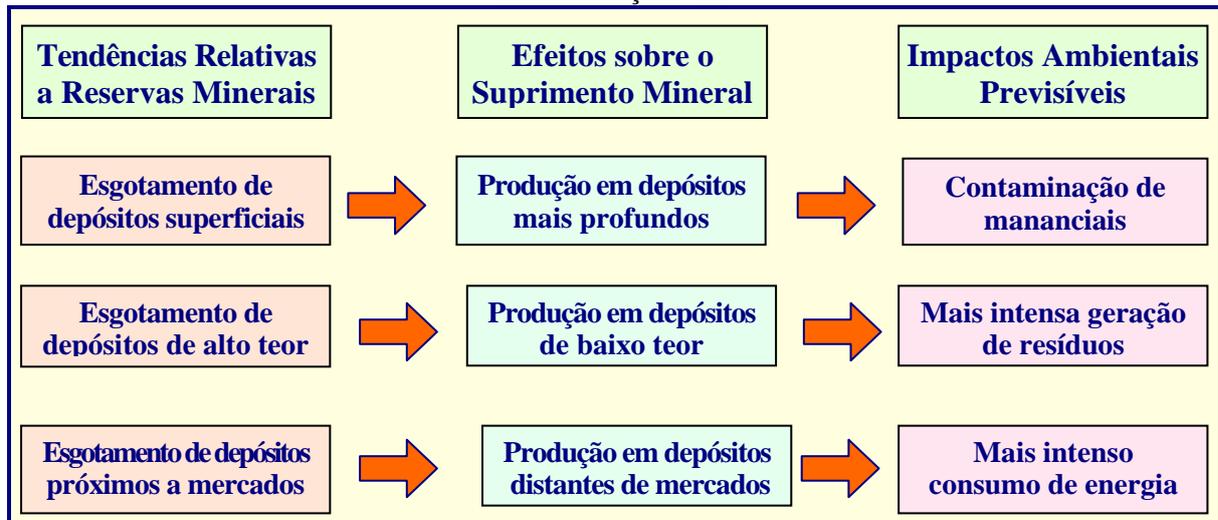
a) Participação do Custo de Energia no Custo de Produção:

Em diferentes segmentos de transformação mineral, as despesas com energia participam significativamente do custo total de produção, sobressaindo, conseqüentemente, a constatação de que o fortalecimento da posição competitiva de tais segmentos necessita, por um lado, de uma eficiente gestão empresarial - em prol do uso racional e da economia de energia - e, por outro, de um posicionamento de políticas públicas fundamentadas na garantia de suprimento e na adoção de mecanismos diferenciados de tarifação que atendam às peculiaridades setoriais e que reconheçam se tratar de atividades situadas na base das grandes cadeias produtivas da economia e que, portanto, possuem um grande poder de propagar os benefícios de eficiências estruturais, assim como de reverberar efeitos de ineficiências e de impactos inflacionários.

b) P&D&I e Eficiência Energética / Logística:

Esforços concentrados de P&D&I na busca incessante por otimizações de desempenho energético e logístico nas cadeias de transformação mineral tende a se afirmar, cada vez mais, como fator decisivo para a competitividade e a sustentabilidade de seus produtos, notadamente mediante a superação de efeitos e impactos associados a três expressivas e inexoráveis tendências a seguir assinaladas:

TENDÊNCIAS, EFEITOS E IMPACTOS AMBIENTAIS PREVISÍVEIS
ILUSTRAÇÃO 1.1



Fonte: Calaes (2005), a partir de Pimiento (2000).

- **Logística e Competitividade:** Por se tratar essencialmente de fornecedora de insumos básicos e devido às suas características de rigidez locacional e de exaustão progressiva de depósitos mais ricos e mais próximos a mercados - a indústria mineral lida, fundamentalmente, com deslocamentos de grandes e crescentes volumes, a distâncias cada vez mais acentuadas. Consequentemente, a busca de soluções logísticas de eficiência crescente e custos decrescentes reflete uma das diretrizes de ação para o planejamento estratégico competitivo e sustentável das cadeias de transformação mineral.
- **Energia e Competitividade:** Além de incorporar o impacto energético implícito no desafio da logística, o planejamento energético torna-se, a cada dia, um vetor mais decisivo para a competitividade, não apenas em razão de seu crescente custo específico, mas principalmente, da tendência que se alarga nas cadeias da indústria mineral, de uma utilização mais intensiva de energia - em consequência à queda progressiva de teores médios dos depósitos minerais, ao aprofundamento dos trabalhos mineiros e às exigências cada vez mais severas em padrões de qualidade de produtos, inclusive no que se refere à minimização de teores de elementos nocivos / deletérios.

2. Recomendações

O presente capítulo reúne, sistematiza e consolida as recomendações assinaladas nos Relatórios Técnicos (RTs) correspondentes a 29 segmentos/ cadeias produtivas, estando assim compreendido:

- Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração: 9 segmentos, também abordados no RT-78
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos: 10 cadeias produtivas
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos: 10 cadeias produtivas

As recomendações expressas nos 29 RTs encontram-se sistematizadas nos Quadros 2.1 a 2.3, relativos a cada um dos três grupos de segmentos/ cadeias de transformação, e estão classificadas segundo os cinco tópicos elencados no Termo de Referência (Investimentos, Recursos humanos, P&D&I, Bens de capital e serviços e Incentivos), aos quais foi acrescentado um sexto tópico: Infra-estrutura de Energia e Transporte. Em cada um dos três quadros, as recomendações encontram-se também classificadas segundo os segmentos/ cadeias que integram o correspondente grupo.

Em cada um dos quadros, encontram-se assinaladas com (x) as recomendações originadas nos RTs, sendo acrescidas de interseções marcadas com (a) para destacar conexões adicionais entre as recomendações e os segmentos/ cadeias de transformação, conforme percepções desenvolvidas com a elaboração do presente relatório RT-79.

2.1. Segmentos de Transformação Associados às Atividades de Mineração

Em relação às recomendações apresentadas no Quadro 2.1, cabe acrescentar os seguintes comentários:

Investimentos:

- Promoção de investimentos em adequação ambiental, processamento mineral e substituição de equipamentos são recomendações associadas a *Rochas Ornamentais* e *Quartzo*.
- Promoção de melhorias no clima de investimentos é recomendação associada a *Crisotila - Fibrocimento*

Recursos Humanos:

- Adequação de currículos de cursos técnico e superior é recomendação associada a *Rochas Ornamentais, Gemas e Diamantes*
- Programas de capacitação: Com ênfase em mão-de-obra operacional e gerencial, recomendações relativas a capacitação de pessoal encontram-se associadas a todos os segmentos, à exceção de *Crisotila e Titânio*.
- Criação de escolas profissionalizantes: Recomendação associada a *Gemas e Diamantes*

P&D&I: Destacam-se i) Assistência técnica, gerencial e financeira: *Argila para Cerâmica Vermelha e Rochas Ornamentais*; ii) Formalização de MAs, em Cooperativas, APLs e/ou MPEs: *Argila para Cerâmica Vermelha, Gemas e Diamantes*; iii) Fortalecimento de entidade setorial representativa: *Crisotila*; iv) Melhoria de articulação DNPM/ órgãos ambientais: *Rochas Ornamentais*; v) Promoção de campanhas de educação ambiental: *Crisotila*; e vi) Promoção de OTGM em pólos de produção: *Argila para Cerâmica Vermelha*

Bens de Capital e Serviços de Engenharia: As recomendações i) Estímulo ao atendimento de demandas específicas; ii) Promoção de estímulo à comercialização pioneira; e iii) Promoção de expansão do parque de bens de capital – encontram-se associadas a *Rochas Ornamentais* (principalmente), a *Gemas e Água Mineral*.

RECOMENDAÇÕES - SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO
ASSOCIADOS ÀS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO
QUADRO 2.1

Tópicos	Recomendações	Segmentos de Transformação / Relatórios Técnicos (RTs)								
		RT-32	RT-33	RT-34	RT-35	RT-36	RT-37	RT-56	RT-56A	RT-57
		Arglap ^a Cá:Ver.	Rochas Omam	Gipsita	Crisófil/ Fibroc.	Titânio	Quartzo	Gemas Corats	Diam. G&Ind	Água Miner.
Invest.	Promoção de investimentos em adequação ambiental		a							
	Promoção de investimentos em processamento mineral						x			
	Promoção de investimentos/ substituição de equipamentos		a							
	Promoção de melhorias no clima de investimentos				a					
R.Hum.	Adequação de currículos de cursos técnicos e superior		a					a	a	
	Capacitação de empreendedores/ Visão de mercado						x			
	Capacitação de empreendedores/ Visão de processo						x			
	Capacitação de pessoal – operação e gestão	a	a	a			a	a	a	
	Criação de escolas profissionalizantes							x	x	
P&D&I	Adequação de estrutura empresarial				x					
	Adequação de normas de classificação do produto							x	x	
	Adequação de normas técnicas			x						
	Articulação com países produtores/ consumidores				x				a	
	Assistência técnica, gerencial e financeira	x	x							
	Catálogos de produtos; Guias de especificação/ aplicação		x							
	Criação de centros de artesanato mineral							x		
	Criação de rede de laboratórios credenciados							x		
	Criação de selo de qualidade			x						
	Desenvolvimento de processos/rotas para minérios específicos					x				
	Desenvolvimento de usos e aplicações				x					
	Estruturação e fortalecimento de APLs	x	x							
	Fomalização de MAs, em Cooperat., APLs e/ou MPEs	x						x	x	
	Fortalecimento de entidade setorial representativa				x					
	Harmonização com a legislação da UE								x	
	Implantação de Centrais de Massa Cerâmica	x								
	Melhoria de aproveitamento de rejeitos		x	x						
	Melhoria de articulação DNPM/ órgãos ambientais		x							
	Promoção de campanhas de educação ambiental				x					
	Promoção de OTGM em pólos de produção	x								
BC/ SE¹	Estímulo ao atendimento de demandas específicas		a						a	
	Promoção de estímulo à comercialização pioneira		a					a		
	Promoção de expansão do parque de bens de capital		a							
Incentivos	Isenção de Imposto de Importação, via ex-tarifários		x							
	Foco em barreiras tarifária e não tarifárias		x							
	Fortalecimento dos programas de apoio às exportações		x							
	Promoção de ajustes de caráter fiscal e tributário				a			x	x	
	Promoção de estímulo financeiro à agregação de valor							x	x	
En&Tr:²	Adequação de complexos portuários		x							
	Melhoria de frequência/oferta de navios e containers		x							
	Melhoria de logística de distribuição de produtos			x						
	Melhorias em reflorestamento e carvoejamento	a		x						
	Racionalização do uso de energia	a		x						
	Utilização de crédito carbono/ MDL	a		x						

Obs.: ¹Bens de Capital e Serviços de Engenharia; ²Infra-estrutura de Energia e Transporte
(x) – recomendações expressas nos RTs; (a) – recomendações do RT-79

Incentivos: Destacam-se i) Fortalecimento dos programas de apoio às exportações: *Rochas Ornamentais*; e ii) Promoção de estímulo financeiro à agregação de valor: *Gemas e Diamantes*

Energia e Transporte: Destacam-se i) Adequação de complexos portuários: *Rochas Ornamentais*; e ii) Melhorias em reflorestamento e carvoejamento: *Gipsita*.

2.2. Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos

Em relação às recomendações apresentadas no Quadro 2.2, cabe acrescentar os seguintes comentários:

Investimentos: Destacam-se: i) Estímulo à captação de recursos em mercado de capitais: *Cobre e Níquel*; ii) Estímulo a investimentos na expansão de reflorestamentos: *Gusa*; e iii) Manutenção do marco regulatório: *Todos*.

Recursos Humanos: Destacam-se: i) Ampliação da oferta de profissionais de nível médio: *Cobre e Níquel*; ii) Difusão da relação entre sustentabilidade e competitividade: *Aço e Gusa*; iii) Estímulo à formação de engenheiros e técnicos metalúrgicos: *Aço e Gusa*.

P&D&I: Destacam-se: i) Melhoria de aproveitamento de rejeitos: *Aço e Gusa*; ii) Promoção do aproveitamento de sub-produtos: *Aço*; iii) Acesso aos meios de atualização tecnológica e gerencial: *Fundição*.

Bens de Capital e Serviços de Engenharia: A única recomendação associada ao presente tópico do segundo grupo (Promoção de expansão do parque de bens de capital) aplica-se praticamente a todos os segmentos compreendidos.

Incentivos: Destacam-se: i) Financiamentos condicionados a geração de valor sustentável: *Aço, Gusa e Fundição*; ii) Incentivos condicionados a responsabilidade social: *Gusa, Fundição, Chumbo e Estanho*; iii) Revisão do sistema tributário em cadeias alongadas: *Aço, Fundição e Alumínio*.

Energia e Transporte: Destacam-se i) Apoio a programas de racionalização do uso de energia: *Aço, Gusa e Cobre*; ii) Garantia de suprimento e de estabilidade da tarifa de energia: *Alumínio*; e iii) Promoção do uso do modal ferroviário: *Gusa, Fundição e Níquel*.

RECOMENDAÇÕES - CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO
DE RECURSOS MINERAIS METÁLICOS

QUADRO 2.2

Tópicos	Recomendações	Cadeias de Transformação / Relatórios Técnicos (RTs)									
		RT-58	RT-59	RT-60	RT-61	RT-62	RT-63	RT-64	RT-65	RT-66	RT-67
		Aço	Ferro -Gusa	Ferro -ligas	Fundi -ção	Alumí -nio	Cobre	Ní- quel	Zinco	Chum -bo	Estão
Invest.	Estímulo à captação de recursos em mercado de capitais	a	a	a	a	a	x	x	a	a	a
	Estímulo a investimentos na expansão de reflorestamentos	a	x								a
	Manutenção do marco regulatório: Clima de investimento	a	a	a	a	a	a	x	a	a	a
	Promoção de investimentos em adequação ambiental	x	x		a					a	
	Promoção de investimentos em melhoria de processo		a								x
	Promoção de investimentos/ substituição de equipamentos		a		x					a	
R. Hum.	Ampliação da oferta de profissionais de nível médio	a	a	a	a	a	x	x	a	a	a
	Conscientização quanto à responsabilidade social		x		a					a	
	Criação de cursos profissionalizantes	x	x		a	a	x	x	a	a	x
	Difusão da relação entre sustentabilidade e competitividade	x	x		a						
	Difusão de conceitos e técnicas de gestão do conhecimento	x	x		a						
	Estímulo à capacitação de estagiários e <i>trainees</i>	x	x		a						
	Estímulo à formação de engenheiros e técnicos metalúrgicos	x	x		a	a	a	a	a	a	a
P&D&I	Acesso aos meios de atualização tecnológica e gerencial		a		x					a	a
	Ajustes de processos às perspectivas de matérias primas	a	x								
	Apoio ao desenvolvimento de novos materiais	x									
	Apoio ao desenvolvimento de tecnologias emergentes	x	x								
	Apoio a programas de redução de emissões de GEE	x	x			a					
	Cadastramento do parque processador de sucata						a			x	
	Desenvolvimento de novos usos e aplicações							x	a	x	X
	Desenvolvimento de processos para minérios específicos						x	x	a		
	Desenvolvimento de tecnologias de carbonização	a	x								A
	Estabelecimento de uma estratégia de uso de redutores	x	x								
	Estruturação de controle ambiental na produção secundária						a			x	
	Melhoria de aproveitamento de rejeitos	x	x		a				a		
	Normatização de orientação e monitoramento ambiental.		a							x	
	Padronização de exigências para o licenciamento		a							x	
	Promoção do adequado descarte das areias usadas				x						
	Promoção do aproveitamento de sub-produtos	x	a				a		x		a
	Utilização de fornos elétricos bem instrumentados									x	
BC/ SE¹	Promoção de expansão do parque de bens de capital	a	a		a	a	a	a	a	a	a
Incentivos	Adequação de financiamento incentivado para PMEs		a		x					a	a
	Ajustes de financiamentos de florestas aos pequenos produtores		x								a
	Estabelecimento de incentivo “draw-back” verde e amarelo	a			x						
	Estímulos à produção nacional de carvão mineral e coque	a	a		x						
	Estímulos ao reprocessamento de sucata	a	a		x	a	a			a	
	Estímulos à transformação mineral na SUDENE e SUDAM		a			a	x	x	a		a
	Financiamentos condicionados a geração de valor sustentável	a	a		a						
	Financiamentos da geração de energia em projetos de não-ferrosos					a	a	a	x	a	a
	Fortalecimento dos programas de apoio às exportações	x	x		a	a	a	a			a
	Incentivos condicionados a responsabilidade social		a		a					a	a
	Promoção de ajustes de caráter fiscal e tributário	x	x			x					
	Revisão do ICMS no abastecimento de sucata	a	a		x						
	Revisão do sistema tributário em cadeias alongadas	x			a	a					
Suspensão de incentivos à importação em ES e SC						x				x	
En&Tr.²	Adequação de complexos portuários	x	a		x		a	a	a		a

QUADRO 2.2 (Continuação)

Tópicos	Recomendações	Cadeias de Transformação / Relatórios Técnicos (RTs)									
		RT-58	RT-59	RT-60	RT-61	RT-62	RT-63	RT-64	RT-65	RT-66	RT-67
		Aço	Ferro -Gusa	Ferro -ligas	Fundi -ção	Alumí -nio	Cobre	Ní- quel	Zinco	Chum -bo	Esta- nho
	Apoio a programas de racionalização do uso de energia	x	x		a	a	x	a	a	a	a
	Estímulo à có-geração de energia	x	x								
	Estímulo à expansão do auto-abastecimento de energia	a				x	a	a	a		x
	Garantia de suprimento e de estabilidade da tarifa de energia					x	a	a	a	a	a
	Melhorias em reflorestamento e carvoejamento	a	x								x
	Melhoria de logística de transporte e distribuição	x	x		a						
	Promoção do uso do modal ferroviário		x		x			x			
	Utilização de crédito carbono/ MDL	x	x								x

Obs.: ¹Bens de Capital e Serviços de Engenharia; ²Infra-estrutura de Energia e Transporte
(x) – recomendações expressas nos RTs; (a) – recomendações do RT-79

2.3. Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos

Em relação às recomendações apresentadas no Quadro 2.3, cabe acrescentar os seguintes comentários:

Investimentos: Destacam-se i) Estímulo à captação de recursos em mercado de capitais: *Cimento, Refratários, Fertilizantes e CMQs*; ii) Promoção de Oportunidade de Investimento no suprimento da demanda interna: *Fertilizantes e CMQs*; e iii) Promoção de investimentos em adequação ambiental: *Cimento*.

Recursos Humanos: Destacam-se i) Facilitação do acesso a cursos técnicos profissionalizantes: *Cerâmica de Revestimento, Colorifícios, Louça Sanitária e Louça de Mesa*; ii) Programas de capacitação de mão-de-obra em APLs: *Louça de Mesa*; e iii) Promoção de eventos de educação e capacitação ambiental: *Cal*.

P&D&I: Destacam-se i) Apoio à estruturação e consolidação de APLs: *Cal e Louça de Mesa*; ii) Articulação de Centros de P&D&I c/ empresas e investidores: *Cerâmica de Revestimento e CMQs*; e iii) Participação dos centros de P&D&I na agregação de valor a produtos: *Cerâmica de Revestimento, Colorifícios, Louça Sanitária e Louça de Mesa*.

Bens de Capital e Serviços de Engenharia: A única recomendação associada ao presente tópico do segundo grupo (Promoção de expansão do parque de bens de capital) aplica-se praticamente a todos os segmentos compreendidos.

Incentivos: Destacam-se i) Incentivos à exportação de elevado valor agregado: *CMQs*; ii) Divulgação de incentivos associados à Lei de inovação: *Abrasivos*; e iii) Incentivos para a Expansão e Verticalização da Oferta de Produtos: *Fertilizantes e CMQs*

Energia e Transporte: Destacam-se i) Racionalização de logística via regionalização de mercados: *Cimento*; ii) Promoção do Uso do Modal Ferroviário: *Fertilizantes*; e iii) Adequação de complexos portuários: *Fertilizantes*.

RECOMENDAÇÕES - CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO
DE RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS

QUADRO 2.3

Tópicos	Recomendações	Cadeias de Transformação / Relatórios Técnicos (RTs)									
		RT-68	RT-69	RT-70	RT-71	RT-72	RT-73	RT-74	RT-74A	RT-75	RT-76
		Cimento	Cerâm. Revest.	Coloríficos	Refratários	Cal	Abrasivos	Louça Sanitária	Louça /Mesa	Fertilizantes	CMQs
Invest.	Atração e estimulação de novos empreendedores									X	X
	Estímulo à captação de recursos em mercado de capitais	a			a					a	a
	Estímulo à elaboração de Planos Estratégicos de Investimento	a	a		a					a	X
	Manutenção do marco regulatório: Clima de investimento	a								a	
	Promoção de investimentos em adequação ambiental	X				a				a	
	Promoção de investimentos em automação de processo				X		a				a
	Promoção de investimentos em melhoria de produto			X			a				a
	Promoção de Oport.de Inv. na distribuição e comercialização									X	
	Promoção de Oport. de Inv. no suprimento da demanda interna									X	X
R.Hum.	Ampliação da oferta de profissionais de nível médio	a	a		a	a	a			a	a
	Capacitação para início da produção industrial de diamante sintético						X				
	Capacitação para a produção industrial de nitrato de boro cúbico						X				
	Difusão da relação entre sustentabilidade e competitividade	a				a				a	
	Estímulo à capacitação de estagiários e <i>trainees</i>	a	a			a				a	
	Facilitação do acesso a cursos técnicos profissionalizantes		X	X		a		X	X	a	
	Programas de capacitação de mão-de-obra em APLs					a			X		
	Programas de treinamento - funcionários s/ especialização		X	X		a		X	X		
	Promoção de eventos de educação e capacitação ambiental.	a				X				a	
P&D&I	Apoio a formulação de massas p ^a porcelanatos e prod. V.Seca		X								
	Apoio à caracterização de minerais cerâmicos de demanda crescente		a	X				a	a		
	Apoio à estruturação e consolidação de APLs					X			X		
	Apoio à formulação de massas a partir de matérias-primas regionais		a	a				X	X		
	Apoio à geração de estatísticas de produção e preços						X				a
	Apoio à melhoria de competitividade da cadeia produtiva				a	X				a	a
	Apoio à qualificação de matérias primas		X	a				a	a		
	Apoio ao desenvolvimento de empresas nacionais de classe mundial		a	a	X		a			a	a
	Apoio a práticas produtivas mais limpas					a		a	X		
	Apoio em estudos de melhoria de eficiência energética			X		a			a		
	Apoio no planejamento/ implementação de centrais de massas cerâmicas		a	X				X			
	Aprimoramento contínuo da qualidade dos produtos		X	a	a			a	a		
	Articulação de Centros de P&D&I c/ empresas e investidores		X			a				a	X
	Aumento de produtividade via utilização de fornos rotativos	X									
	Avaliação de modelos de organização de produção (ex: APLs)					a			a		X
	Consolidação da posição competitiva de 2 APLs		X								
	Constituição e articulação de uma ampla rede de pesquisa						a				X
	Constituição de pólos desenvolvedores de avanços tecnológicos						X				a
	Criação de centros de formação e capacitação tecnológica						X			a	a
	Definição de utilização para o fosfogesso									X	
	Desenvolvimento de design nacional		X					a	a		
	Desenvolvi.m. de modelo de planejamento e gestão de negócios						a		X	a	a
	Elaboração do catálogo de Matérias-Primas Cerâmicas		X	a				X	X		
	Estímulo à prod. de produtos acabados, de maior valor agregado		a		a		X	a	a	a	a
	Estímulos a P&D&I p/ novos produtos e práticas de adubação									X	
	Estímulo à consolidação de uma base de conhecimento						a			a	X
	Estímulo à criação de um Núcleo de Pesquisas						a			a	X

QUADRO 2.3 (Continuação)

Tópicos	Recomendações	Cadeias de Transformação / Relatórios Técnicos (RTs)								
		RT-68 Cimen- -to	RT-69 Cerâm. Revest.	RT-70 Colori- -fícios	RT-71 Refra- -tários	RT-72 Cal	RT-73 Abra- -sivos	RT-74 Louça Sanitária	RT-74A Louça /Mesa	RT-75 Ferti- -lizantes
	Divulgação de indicadores de emissão de poluentes e metas a atingir	x	a			a				
	Inserção/onsolidação de marcas brasileiras no mercado mundial		x		a		a	a	a	a
	Intensificação da automação dos processos produtivos	x	a		a	a				
	Participação dos centros de P&D&I na agregação de valor a produtos		x	x			a	x	x	a
	Particip. dos centros de P&D&I na melhoria competitiva da cadeia		a	x				x	x	
	Promoção de programas de gestão de resíduos	a	a		a					a x
	Promoção do aumento da queima de resíduos	x								
BC/ SE¹	Promoção de expansão do parque de bens de capital	a	x	x	a	a	a	x	x	a a
Incentivos	Apoio BNDES no financiamento da capacidade produtiva	x	a		a	a				a a
	Apoio da CEF no financiamento habitacional	x	a			a		a		
	Avaliação de eficácia de barreiras a Imp. para a competitividade									x a
	Avaliação do impacto do dumping imposto pela China								x	
	Divulgação de incentivos associados à Lei de inovação						x			a
	Divulgação do “drawback verde-amarelo”		a		a		x			a
	Divulgação dos demais financiamentos e incentivos a P&D&I		a		a		x	a		a a
	Estímulos à expansão de exportações		a		a		a	a	x	a
	Estímulos à transformação mineral na SUDENE e SUDAM	a	a			a		a	a	a
	Financiamentos a fundo perdido para inovação		x				a			a a
	Incentivos à exportação de elevado valor agregado				a		a			x
	Incentivos financeiros à estocagem reguladora de sazonalidade	a				a				x
	Incentivos à substituição de importações						a			a x
	Incentivos para expansão e verticalização da oferta de produtos						a			x x
En&Tr:²	Adequação de complexos portuários		a		a					x
	Melhoria de logística de transporte e distribuição	a	a							a
	Promoção do uso do modal ferroviário	a	a							x
	Racionalização de logística via regionalização de mercados	x	a							a
	Utilização de crédito carbono/ MDL	a					a			

Obs.: ¹Bens de Capital e Serviços de Engenharia; ²Infra-estrutura de Energia e Transporte
(x) – recomendações expressas nos RTs; (a) – recomendações do RT-79

3. Introdução

Conforme já assinalado anteriormente, o presente relatório técnico (RT-79) integra a Macro-Atividade 4.5 (*Estudos Consolidados sobre o Setor Mineral Brasileiro*) do Termo de Referência dos **Estudos para Elaboração do Plano Duodecanal (2010-2030)**. O substrato principal em que se fundamenta o RT-79 compreende os Relatórios Técnicos (RTs) 58 a 76, relacionados à Macro-Atividade 4.4 (*A Transformação Mineral do Brasil*).

Inicialmente, o substrato do RT-79 estava compreendido por 19 RTs, sendo 10 de cadeias de transformação de recursos minerais metálicos e 9, de não metálicos, passando a 20 RTs, uma vez que o autor do RT-74 (Cadeia de Louças) veio a verificar a necessidade e a conveniência de apreciar, separadamente, os segmentos de Louças Sanitária (RT-74) e o de Louças de Mesa (RT-74A).

Outro importante ajuste na metodologia preconizada no Edital, veio a ser introduzido no decorrer dos trabalhos, quando os responsáveis pelo RT-78 (*Análise Síntese da Mineração Brasileira*) e pelo RT-79 (*Análise Síntese da Transformação Mineral no País*), verificaram a necessidade de submeter à apreciação do RT-79, os segmentos de transformação associados a determinados produtos da atividade de mineração que, por suas características peculiares, não seriam abordados separadamente (mineração e transformação). Uma vez devidamente apreciada, a questão foi submetida à coordenação da J. Mendo e por esta, à coordenação da SGM/ MME, ficando decidida a implementação do correspondente ajuste.

Consequentemente o substrato de abordagem do RT-79 foi acrescido em 9 segmentos, passando a contemplar o total de 29 RTs assim compreendidos:

- 9 RTs relativos a Segmentos de Transformação Associados a Perfis de Produtos da Mineração
- 10 RTs relativos a Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos
- 10 RTs relativos a Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos

Além de suas unidades iniciais (Capítulos 1 a 3), o presente relatório encontra-se assim estruturado:

- **Capítulos 4 a 6:** Sinopses de análise sínteses de 29 segmentos / cadeia produtivas
- **Capítulos 7 a 12:** Apreciação dos tópicos essenciais que integram o objetivo do RT-79, conforme definido no correspondente detalhamento do Termo de Referência.
- **Capítulo 13:** Conclusões Gerais

Portanto, nos capítulos 4 a 6 encontram-se apresentadas as sinopses de análise síntese de cada um dos 29 segmentos / cadeias envolvidas no RT-79, a saber:

- **Capítulo 4:** Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração (9 segmentos)
- **Capítulo 5:** Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos (10 cadeias produtivas)
- **Capítulo 6:** Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos (10 cadeias produtivas)

Cumprе ressaltar que as sinopses resultam de correspondentes análises-sínteses elaboradas com a apreciação de respectivos RTs. As 29 análises-sínteses encontram-se apresentadas nos Volumes 2, 3 e 4, que contêm os Anexos (I, II e III) ao presente Volume Texto (Volume 1).

As análises sínteses foram elaboradas segundo um padrão relativamente homogêneo e compacto de abordagem, de forma a facilitar a compreensão e interpretação dos aspectos contemplados, como também agilizar as consolidações e análises constantes das sinopses apresentadas nos Capítulos 7 a 12, além das conclusões e recomendações de diretrizes de ação para o Plano Decenal.

Os tópicos constantes do escopo das análises-sínteses buscam refletir, a um só tempo, o resumo do detalhamento previsto para o item 4.4 do Termo de Referência e, principalmente, os tópicos I a V previstos no item 4.5 do referido documento. Verifica-se, portanto, que em seqüência às análises sínteses (contida nos Anexos), as sinopses apresentadas nos Capítulos 4 a 6 constituem um segundo nível de consolidação, segundo segmentos/ cadeias produtivas.

Invertendo o foco de abordagem, os Capítulos 7 a 12, por sua vez, buscam consolidar as apreciações resultantes das análises sínteses e sinopses, segundo os tópicos elencados no item 4.5 do Termo de Referência, a saber:

- **Investimentos:** em unidades produtivas de transformação mineral, consolidados por segmento/ cadeia produtiva, por ano e por períodos coincidentes com os PPAs;
- **Recursos humanos:** compreendendo a projeção de necessidades de engenheiros e técnicos metalúrgicos para os próximos 20 anos, assim como das demandas de outros profissionais de nível superior e de níveis básico e técnico;
- **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I):** caracterização e análise dos principais gargalos que inibem o investimento em P,D&I pelas empresas, bem como da disponibilidade de infra-estrutura para P,D&I (pública e privada), e de recursos humanos qualificados em P&D&I visando o desenvolvimento mais independente da indústria mineral brasileira;
- **Bens de capital e serviços:** análise crítica e sugestões para a maior participação da indústria brasileira de bens de capital (máquinas e equipamentos) e serviços (P&D, consultoria e engenharia) no atendimento das demandas dos segmentos de transformação mineral; análise do potencial de inserção/expansão na exportação de bens e serviços;
- **Incentivos:** análise crítica dos diversos aspectos comuns (fatores tributários, marcos legais, acesso a financiamento etc.) que podem inibir ou incentivar o desenvolvimento da indústria mineral brasileira, com ênfase nos segmentos de transformação mineral.

Tendo em vista a sua importância como condicionante das estratégias de desenvolvimento, assim como a sua íntima articulação com os cinco tópicos retro-assinalados – incluiu-se, no modelo de análise adotado, o fator Infra-estruturas de Energia e Transporte.

Finalizando o RT-79, o Capítulo 13 apresenta a consolidação das conclusões gerais que emergem das apreciações e análises empreendidas.

Cabe reafirmar que os subseqüentes capítulos 4, 5 e 6 apresentam as sinopses das análises sínteses elaboradas a partir dos 29 RTs que integram s segmentos / cadeias produtivas de transformação objeto do presente relatório. Em cada uma das análises sínteses e correspondentes sinopses, a abordagem empreendida busca caracterizar, para cada segmento / cadeia produtiva, as correspondentes projeções de mercado de produtos finais, no horizonte 2010 a 2030, assim como as respectivas implicações em termos de Investimentos, Recursos humanos, P&D&I, Bens de capital e serviços de engenharia, Incentivos (fatores tributários, marcos legais, financiamentos, etc.) e Infra-estrutura de Energia e Transporte.

É importante assinalar que as estimativas relacionadas a Investimentos e Recursos Humanos encontram-se fundamentadas em perspectivas de expansão de capacidade instalada (produtos finais), em conformidade com a visão de três cenários de futuro, conforme definido no item 7.2 do RT-01 (“Histórico e Perspectivas de Evolução Macroeconômica Setorial da Economia Brasileira a Longo Prazo”):

- Cenário Frágil,
- Cenário Vigoroso e
- Cenário Inovador.

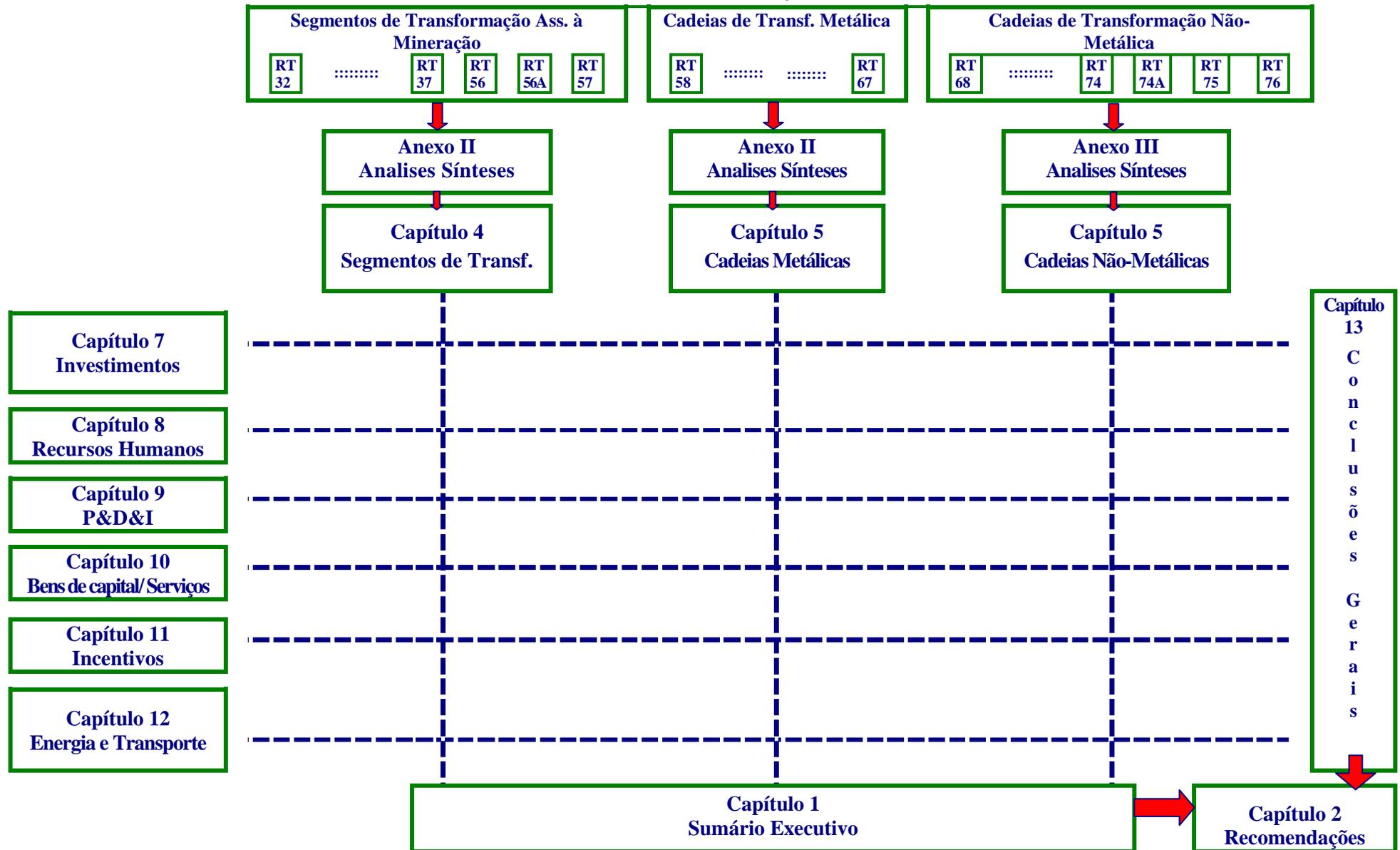
Cabe também assinalar que, em cada um dos 29 segmentos / cadeias produtivas, as estimativas relacionadas a demandas de Bens de Capital e Serviços de Engenharia, bem como de Incentivos encontram-se estruturadas a partir de correspondentes projeções de investimentos, tendo por base a aplicação dos seguintes critérios:

- Bens de Capital: 40% do valor de investimentos
- Serviços de Engenharia: 15% do valor dos investimentos
- Incentivos Financeiros: considera-se que 50% dos investimentos estimados sejam originários de programas / linhas de financiamento do BNDES.
- Incentivos Fiscais: considera-se a redução de 5% do valor dos investimentos mediante renúncias fiscais, correspondentes a reduções / isenções de impostos.

Cumpra ainda destacar que as informações fornecidas pelos RTs foram revisadas com os respectivos autores e, sempre que possível, foram complementadas com novos elementos informativos. Cabe finalmente reafirmar que os textos completos das 29 análises sínteses encontram-se apresentados nos Anexos I a III que integram os Volumes 2 a 4 do presente relatório.

A Ilustração 3.1 apresenta o diagrama ilustrativo da metodologia adotada.

DIAGRAMA INDICATIVO DA METODOLOGIA ADOTADA
ILUSTRAÇÃO 3.1



4. Segmentos de Transformação em Cadeias Produtivas de Mineração

O presente capítulo apresenta o perfil estratégico de 9 segmentos produtivos de transformação mineral também abordadas no RT-78 (Análise Síntese da Mineração Brasileira). As 9 correspondentes substâncias minerais possuem cadeias produtivas peculiares, com nuances que não recomendam separar as abordagens Mineração e Transformação. Por esta razão, o Termo de Referência estabeleceu que estas 9 substâncias / cadeias produtivas fossem integralmente abordadas no RT-78. Entretanto, devido a conveniências constatadas no decorrer dos trabalhos, os autores dos RTs 78 e 79 recomendaram, à Coordenação, uma abordagem compartilhada. Conseqüentemente, conforme decisão dos Coordenadores, nos 9 casos compreendidos, decidiu-se que as abordagens dos aspectos de Mineração sejam incorporadas ao RT-78 e as de Transformação, ao RT-79.

O capítulo aborda os aspectos pertinentes à Transformação Mineral, relativos aos seguintes segmentos de transformação / substâncias minerais:

- Argila para Cerâmica Vermelha (RT-32)
- Rochas Ornamentais e de Revestimento (RT-33)
- Gipsita (RT-34)
- Crisotila / Fibrocimento (RT-35A)
- Titânio (RT-36)
- Quartzo (RT-37)
- Gemas Coradas (RT-56)
- Diamantes – Gemas e Industriais (RT-56A / RT-50)
- Água Mineral (RT-57)

Partindo dos 9 correspondentes Relatórios Técnicos (RTs-32 a 37, 56, 56A/50 e 57), elaborados por consultores que integram a equipe de trabalho responsável pelos Estudos para Elaboração do Plano Decenal, buscou-se estabelecer um padrão relativamente homogêneo e compacto de abordagem de forma a facilitar não apenas a rápida compreensão e interpretação dos aspectos contemplados, como também as consolidações e análises constantes dos Capítulos 7 a 12, além das conclusões e recomendações de diretrizes de ação para o Plano Decenal.

Cabe assinalar que, em determinados segmentos, a abordagem relativa às atividades de processamento foi efetuada de forma menos aprofundada, devido a dificuldades encontradas pelos autores de correspondentes RTs, em caracterizar e dimensionar, separadamente, os segmentos de extração e de transformação. Tal é o caso dos segmentos relativos à Gipsita, Quartzo, Gemas Coradas e Diamantes.

Cabe também ressaltar que os subseqüentes itens 4.1 a 4.9 apresentam as sinopses das correspondentes análises sínteses dos 9 segmentos de transformação, objeto do presente capítulo. Os textos completos das mencionadas análises sínteses encontram-se apresentados no Anexo I - Volume 2 do presente relatório.

4.1. Argilas Para Cerâmica Vermelha

O RT-32 (Perfil de Argilas para Cerâmica Vermelha), de autoria do consultor José Mário Coelho, assinala que, o segmento de cerâmica vermelha brasileiro integra o ramo de produtos de minerais não metálicos da Indústria de Transformação, fazendo parte, juntamente com outras indústrias, como as de cerâmica de revestimento, sanitários, indústria cimenteira e vidreira, do conjunto de cadeias produtivas que compõem o Complexo da Construção Civil.

O Quadro 4.1 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

ARGILAS PARA CERÂMICA VERMELHA
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE - SEGMENTO DE TRANSFORMAÇÃO
QUADRO 4.1

Grupo:	Não Metálicos	Cadeia:	Argila p ^a Cerâmica Vermelha	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	peçasx10 ⁶	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção	78.000	5,1 s/ 2005	408	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	400.000
Importação				Produtividade da MO	mil peças/cooperador/ ano	240.000
Exportação				Capacidade Instalada	Milhões peças/ ano	100.000
Consumo Aparente	78.000	5,1 s/ 2005	408	Investimento	R\$/mil pç. de cap. instalada	167,00

Obs: *peças/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- milhões de peças/ ano	152.000	240.000	370.000
- % a.a.	2,6	4,6	6,9
- peças / habitante / ano	702	1.109	1.710
Produção			
- milhões de peças/ ano	152.000	240.000	370.000
- % a.a.	2,6	4,6	6,9
- peças / habitante / ano	702	1.109	1.710
Capacidade Instalada			
- Adicionada (milhões de peças/ ano)	52.000	140.000	270.000
- Total (milhões de peças/ ano)	152.000	240.000	370.000
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	167,00	167,00	167,00
- R\$ bilhões	8,7	23,4	45,1
Mão-de-obra			
- mil peças / cooperador/ ano	240.000	240.000	240.000
- mão-de-obra adicional	216.700	583.300	1.125.000
- mão-de-obra total	616.700	983.300	1.525.000

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-32 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo I:

4.1.1. Investimentos

- Adotou-se o indicador de R\$ 167,00/ 1.000 peças de capacidade instalada, com base no qual os investimentos totais para aumento da produção brasileira no período de 2010 a 2030 foram estimados em R\$ 8,7 bilhões (Cenário Frágil), R\$ 23,4 bilhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 45,1 bilhões (Cenário Inovador).

4.1.2. Recursos Humanos

- “Encontra-se previsto, para as próximas décadas, o fortalecimento dos principais aglomerados produtivos minero-cerâmicos”, com o que “haverá a necessidade de pelo menos 116 profissionais de nível superior, compreendendo geólogos e engenheiros de minas”.
- “A grande maioria das empresas do segmento minero-cerâmico é constituída por micro e pequenos empreendimentos e não dispõem de quadros técnicos especializados”.
- “Fator relevante para o aprimoramento da competitividade do setor minero-cerâmico é a melhoria da capacitação dos profissionais e proprietários dos empreendimentos”.
- “A falta de profissionais especializados e o baixo padrão da tecnologia utilizada nas operações de lavra são fatores que prejudicam a competitividade do setor minero-cerâmico brasileiro”.

4.1.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ **Caracterização:**

- O setor de cerâmica vermelha responde pela “produção de uma grande variedade de materiais, como blocos de vedação e estruturais, telhas, tijolos maciços, lajotas e tubos, além de produtos para fins diversos como argilas piroexpandidas, objetos ornamentais e utensílios domésticos”.

■ **Tecnologia:**

- “O setor de cerâmica vermelha utiliza a chamada massa monocomponente, cuja formulação é geralmente feita de forma empírica pelo ceramista, envolvendo a mistura de uma argila “gorda”, caracterizada pela alta plasticidade, granulometria fina e composição essencialmente de argilominerais, com uma argila “magra”, rica em quartzo e menos plástica, que pode ser caracterizada como um material redutor de plasticidade e que permite a drenagem adequada das peças nos processos de secagem e queima”.
- “No processo de fabricação, a massa é umidificada ... e processada em misturadores e homogeneizadores rústicos, sendo conformadas a seguir em extrusoras (marombas), quando adquirem as suas formas finais (blocos, lajes, lajotas, tubos) ou seguem para prensagem (telhas) ou tornearia (vasos)”.
- “Processo diferente é utilizado na obtenção de agregado leve cerâmico, em que o material argiloso ... é queimado em fornos rotativos, com altas temperaturas (1.100 a 1.200°C), propiciando a formação de grande quantidade de fase vítrea, que retém os gases gerados na queima, provocando a expansão do material cerâmico”.
- Verifica-se atualmente a tendência à instalação de centrais de massa nas etapas de preparação de misturas balanceadas para os diferentes processos e produtos cerâmicos, sobressaindo, como benefícios, a melhoria e maior controle de qualidade das matérias-primas e a simplificação e especialização das plantas industriais das unidades cerâmicas.

■ **Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:**

- “O segmento de cerâmica vermelha utiliza como combustível, principalmente, a lenha (de reflorestamento e nativa) e resíduos de madeira (cavacos, serragem, entre outros). As principais emissões do processo de queima referem-se aos efluentes gasosos (CO₂, H₂O) e aos particulados”.
- “Com relação à emissão de CO₂, a SGM (2008... fez uma estimativa ... utilizando ... o consumo específico de 485 mil kcal/t, obtendo o valor de 185 kg CO₂/t de peças (370 kg CO₂/mil peças)”.
- “Quanto aos rejeitos, estes correspondem às perdas que ocorrem durante o processo cerâmico. As perdas mais frequentes ocorrem ... entre o caixão alimentador e a maromba ... e após queima”.
- “As perdas no pós-queima podem variar de 5% (nas cerâmicas mais estruturadas e com tecnologia mais moderna) a 20% (nas cerâmicas mais desorganizadas e defasadas tecnologicamente).
- “Esses rejeitos são atualmente utilizados em cascalhamentos de estradas. Outras alternativas de aplicação vêm sendo testadas, como agregados para construção civil e para a fabricação de chamote (material cerâmico moído) para uso na massa de revestimento”.
- O consumo de água ocorre “no início do processo cerâmico para dar plasticidade às argilas e possibilitar a extrusão e moldagem das peças. No geral, estima-se uma média de 15% de adição de água no processo. Assim, para a fabricação de um milheiro de peças (2.000 toneladas de argila) utiliza-se cerca de 300 litros de água”.

■ **Visão de Futuro:**

- “Há uma série de resíduos minerais com possibilidades de serem agregados às massas cerâmicas, como por exemplo os rejeitos de serragem de rochas para revestimento e os finos de mineração (brita e areia para construção civil). Outros resíduos com aplicação em desenvolvimento correspondem aos detritos de natureza ... orgânica, como os sólidos finos derivados de biomassa (palha de arroz, casca e caroço de oleaginosas), borras de óleo mineral e finos de carvão vegetal e mineral”.

- “A implantação de uma central de massa é um avanço significativo na estrutura de produção de matérias-primas para o segmento de cerâmica vermelha. ... Deve vir acompanhada da instalação de um laboratório de caracterização tecnológica para ... ofertar ... um material mais qualificado. ... Haverá uma melhoria da qualidade ... aumentando a competitividade da indústria cerâmica”.
- A promoção do associativismo, se destaca como uma das ações prioritárias para o desenvolvimento do setor, cabendo ressaltar que a cooperação e interação dos empreendedores em busca de soluções comuns, estimulam a geração de laços de confiança e de sinergia que favorecem a inovação.

■ **Recomendações:**

- “Estudo para implantação de unidades de produção de massa cerâmica (central de massa) nos principais arranjos produtivos cerâmicos brasileiros”.
- “Apoio governamental para estruturação e organização dos arranjos produtivos minero-cerâmicos”.
- “Estabelecimento de mecanismos de apoio creditício para as MPEs do segmento minero-cerâmico”.
- “Incentivo à criação de cooperativas ... favorecendo a regularização dos empreendimentos, minimizando custos de produção, melhorando o padrão de qualidade, além da recuperação ambiental”.

4.1.4. Bens de Capital e Serviços

- “O mercado brasileiro encontra-se plenamente capacitado para atender às demandas internas. No tocante a máquinas e equipamentos, existem várias empresas, inclusive multinacionais, concentradas na região sudeste, que atendem o mercado doméstico e também exportam. Quanto aos serviços, a capacitação está mais disseminada e pode ser encontrada em diversas regiões do país, ligadas a instituições de pesquisas, universidade e empresas de consultoria”.

4.1.5. Incentivos

- **“Modernização tecnológica:** Apoio governamental na modernização do parque cerâmico brasileiro por meio de linhas de crédito específicas para MPEs para aquisição de máquinas e equipamentos,”.
- **“Programa de Qualidade:** Incentivo a ... Programas de Gestão da Qualidade, objetivando a adequação das empresas às atuais exigências do mercado, ... Normas ABNT e .. Programa Qualihab”.
- **“Novos produtos:** Apoio ... para desenvolvimento de novos produtos com maior valor agregado”.
- **“Laboratório de caracterização tecnológica:** Apoio governamental para a instalação de laboratório de caracterização tecnológica de matéria-prima e produtos cerâmicos ... permitindo ... às empresas produzir de acordo com as normas de qualidade ... e exigências do mercado consumidor”.

4.1.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- **“Eficiência energética:** Apoio governamental no estabelecimento de um programa de estímulo a eficiência energética de forma a diminuir os gastos de produção”.
- **“Combustível alternativo:** Apoio a projetos inovativos para a produção de energia alternativa para ... a indústria de cerâmica vermelha em substituição ao insumo atual (lenha de reflorestamento e nativa)”.

4.2. Rochas Ornamentais e de Revestimento

O RT-33 (Perfil de Rochas Ornamentais e de Revestimento), de autoria dos consultores Cid Chiodi Filho e Denize Kistemann Chiodi, assinala que, “as rochas ornamentais e de revestimento, também designadas pedras naturais, rochas lapídeas, rochas dimensionais e materiais de cantaria, compreendem os materiais geológicos naturais que podem ser extraídos em blocos ou placas, cortados em formas variadas e beneficiados por meio de esquadrejamento, polimento, lustro, etc. Seus principais campos de aplicação incluem tanto peças isoladas, como esculturas, tampos e pés de mesa, balcões, lápides e arte funerária em geral, quanto edificações, destacando-se, neste caso, os revestimentos internos e externos de paredes, pisos, pilares, colunas, soleiras, dentre outros”.

O Quadro 4.2 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra, para o horizonte 2010 a 2030.

ROCHAS ORNAMENTAIS E DE REVESTIMENTO
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE - SEGMENTO DE TRANSFORMAÇÃO
QUADRO 4.2

Grupo:	Não Metálicos	Cadeia:	Rochas Ornamentais/ Revest.	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	milhões m ²	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção	54,9		0,29	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	79.800
Importação	1,4		0,01	Produtividade da MO	m ² / cooperador/ ano	688
Exportação	13,4		0,07	Capacidade Instalada	milhões m ² / ano	70
Consumo Aparente	43,0		0,23	Investimento	R\$/t de capacid. Instalada	15,70/ m ²

Obs: *m²/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- milhões m ² / ano	101	126	151
- % a.a.	4,0	5,0	5,9
- m ² / habitante / ano	0,47	0,58	0,70
Produção			
- milhões m ² / ano	120	150	180
- % a.a.	3,6	4,7	4,7
- m ² / habitante / ano	0,55	0,69	0,83
Capacidade Instalada			
- Adicionada (milhões m ² / ano)	50	80	110
- Total (milhões m ² / ano)	120	150	180
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	15,70/ m ²	15,70/ m ²	15,70/ m ²
- R\$ bilhões	0,8	1,3	1,7
Mão-de-obra			
- m ² / cooperador/ ano	700	750	800
- mão-de-obra adicional	71.429	106.667	137.500
- mão-de-obra total	151.229	186.467	217.300

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-33 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo I:

4.2.1. Investimentos

- “A maior parte dos teares instalados no Brasil é ... antiga e de baixa produtividade. Mil teares mais modernos podem produzir o dobro dos 1.500 hoje operantes. Seriam ... substituídos 500 teares até 2030 e também 150 politrizes e 500 fresa-pontes, perfazendo investimentos totais de US\$ 250 milhões ...”.
- “Estima-se que o custo total de montagem de uma planta de beneficiamento, para serragem de blocos e polimento de chapas, seja, em média, o dobro ... do valor de aquisição dos bens de capital”.
- “Para o segmento das marmorarias, ou de acabamento em geral, os investimentos requeridos ... envolvem a obrigatoriedade de utilização de equipamentos individuais a úmido, quer sejam elétricos ou pneumáticos ... e também a incorporação de equipamentos automáticos de recorte de chapas, acabamentos de bordas/ tratamento de superfícies ... de torneamento de peças tridimensionadas”.
- “Para utilização comum de equipamentos e máquinas pode-se aventar a possibilidade de composição de 100 grupos de empresas até 2030, cada um deles compartilhando uma fresa-ponte automática, uma politriz/ acabadora de bordas automática e um torno multifuncional automático”.

4.2.2. Recursos Humanos

- “O CETEMAG, promove regularmente cursos de formação para as áreas de extração ... e serraria A Escola SENAI Mário Amato promove cursos técnicos sobre rochas ornamentais.
- “Não existem cadeiras específicas sobre rochas ornamentais ... nos cursos de graduação em Geologia, Engenharia e Arquitetura. Também não existe ... nos cursos que formam técnicos de mineração ...”.
- “No ... Espírito Santo, já são oferecidos ... cursos para formação de técnicos de nível médio e superior, ... especificamente para o setor de rochas”. ... “A Faculdade de Tecnologia São Francisco – UNESF, localizada em Barra do São Francisco (ES), está oferecendo o Curso Superior de Tecnologia em Rochas Ornamentais, para aplicação na área de lavra”.

4.2.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- As rochas ornamentais compreendem “granitos e mármore: como granitos enquadram-se ... as rochas silicáticas, enquanto os mármore englobam as rochas carbonáticas”. Compreendem também “alguns outros tipos litológicos, como quartzitos, serpentinitos, travertinos e ardósias”.

■ Tecnologia:

- “Os dois principais laboratórios comerciais de caracterização tecnológica de rochas para revestimento estão localizados no estado de São Paulo (IPT e Escola SENAI Mário Amato)”.
- “O CETEM está instalando o Campus Avançado de Cachoeiro de Itapemirim (CACI), para auditar e preparar laudos sobre consumo de insumos ... que podem receber os benefícios de isenção de imposto de importação, bem como para efetuar ensaios de caracterização tecnológica de rochas”.

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- “O Ministério do Trabalho determinou que, em um prazo de 18 meses, contados a partir de março de 2008, todas as operações de serrarias e marmorarias deverão ser efetuadas a partir de cortes a úmido”.
- “São tecnicamente conhecidas as diversas possibilidades de aproveitamento de rejeitos/ resíduos como matéria-prima de uso industrial”.
- “Na China, o aproveitamento de rejeitos ... em alguns pólos minero-industriais, já chega a 65% do total. ... A maior parte ... está ligada à produção de ... aglomerados, do tipo *marmoglass* e outros”.

■ Visão de Futuro:

- “As principais demandas ... do setor de rochas ornamentais e de revestimento no Brasil, envolvem ... adequação dos procedimentos para licenciamento ambiental ...; aproveitamento dos rejeitos do ... beneficiamento; modernização do parque de beneficiamento e acabamento; fortalecimento dos APLs; melhoria da infra-estrutura portuária; melhoria da oferta de transporte marítimo; fortalecimento do mercado interno; adequação da oferta de crédito para as MPes ...; fortalecimento dos programas de apoio e fomento às exportações; e, articulação de instituições governamentais frente às barreiras tarifárias e não-tarifárias hoje impostas ao Brasil no mercado internacional”.
- Segundo algumas das maiores seguradoras mundiais de crédito à exportação, o aumento registrado da inadimplência nos EUA trouxe uma alta de 10% no preço do seguro de crédito à exportação”.
- Alvos prioritários para promoção de exportações de produtos processados de rochas especiais: EUA, Alemanha, Itália. Holanda, Reino Unido, Bélgica, França Suíça, Espanha, Canadá.

■ Recomendações:

- “Elaboração, divulgação e atualização ... de catálogos de materiais produzidos no Brasil, guias de especificação e aplicação de rochas em revestimentos ... visando o fortalecimento do mercado interno”.

- “Incentivo a estudos e pesquisas visando a melhoria nos índices de aproveitamento de rejeitos, sobretudo das rochas de processamento simples (ardósias, quartzitos foliados, calcários plaqueados, etc.)”.
- “Fortalecimento dos arranjos produtivos locais”.
- “Linha de crédito especial para marmorarias, visando à sua adequação à nova legislação sobre emissão de poeira nos ambientes de trabalho, e à compra e utilização compartilhada de máquinas automáticas”.

4.2.4. Bens de Capital e Serviços

- “A expansão e modernização do parque ... de processamento de rochas ornamentais e de revestimento exigirá ... aquisições de máquinas e equipamentos, ... a maior parte dos quais ... não é fabricada no Brasil e nem atendida por ex-tarifários”.
- “No segmento de marmorarias, ... para o cumprimento de uma nova determinação do Ministério do Trabalho, exige-se a incorporação de furadeiras e cortadeiras manuais a úmido”. ... Tal exigência “enfrenta dificuldades ... devido à baixa capacidade instalada ... das empresas que fabricam equipamentos no Brasil”.
- “A modernização tecnológica do parque brasileiro de beneficiamento de rochas tem sido há mais de uma década obstaculizada por uma polêmica, relativa à concessão de ex-tarifários para importação de máquinas e equipamentos de interesse setorial”.
- “Na visão dos fabricantes brasileiros de máquinas e equipamentos, ... contrários à concessão de ex-tarifários, existiriam plenas condições para incorporação da tecnologia atualmente exigida no setor, desde que houvesse escala de demanda no Brasil. Essa tese ... esbarra em alguns obstáculos práticos de difícil superação: a tecnologia desejada já está disponível no exterior e pode ser aportada com a urgência necessária para o atendimento do setor”.
- O “ECOTEAR: máquina ... concebida há mais de seis anos por uma empresa capixaba, está até agora sem produção e oferta no mercado”.

4.2.5. Incentivos

- “Isenção de imposto de importação, pela aplicação de ex-tarifários, para máquinas e equipamentos”.
- “Concessão de linhas de crédito para adequação operacional das marmorarias”.
- “Fortalecimento dos programas de apoio e fomento às exportações, ... tipo ApexBrasil e SEBRAE”.
- “Adequação da oferta de crédito para as MPEs, visando adensamento tecnológico, capital de giro e operações de comércio exterior”.
- “Articulação de instituições governamentais, para fazer frente a barreiras tarifárias e não tarifárias”.

4.2.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “Em 2008, o porto de Vitória, ... continuou liderando as exportações brasileiras de rochas ornamentais. ... Contudo, ... os portos do estado do Rio de Janeiro ... estão incrementando sua participação.”
- É necessário ... “adequar o complexo portuário de Vitória, para operações de carga de rochas ornamentais”.
- É necessário ... “melhorar a oferta de navios e *containers*, para produtos de rochas ornamentais, principalmente nos portos do Espírito Santo e Rio de Janeiro”.

4.3. Gipsita

O RT-34 (Perfil da Gipsita), de autoria do consultor Marcelo Soares Bezerra, assinala que, a gipsita é um produto de baixo valor unitário ... utilizado nas cadeias da construção civil (cimento e manufaturas de gesso) e do agronegócio (condicionador e fertilizante de solo).

O Quadro 4.3 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

GIPSITA
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE - SEGMENTO DE TRANSFORMAÇÃO
QUADRO 4.3

Grupo:	Não Metálicos	Cadeia:	Gipsita	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção	1.900	7,1 s/ 1971	10,1	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	700
Importação	ps			Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	2.830
Exportação	ps			Capacidade Instalada	mil t/ ano	1.900
Consumo Aparente	1.900	7,1 s/ 1971	10,1	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	60

Obs: *kg/ habitante/ ano; ps = pouco significativo

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- milhões t/ ano	3,2	5,2	8,2
- % a.a.	2,3	4,5	6,6
- kg / habitante / ano	14,8	24,0	37,9
Produção			
- milhões t/ ano	3,2	5,2	8,2
- % a.a.	2,3	4,5	6,6
- kg / habitante / ano	14,8	24,0	37,9
Capacidade Instalada			
- Adicionada (milhões t/ ano)	1,3	3,3	6,3
- Total (milhões t/ ano)	3,2	5,2	8,2
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	60/ t	60/ t	60/ t
- R\$ bilhões	0,1	0,2	0,4
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	2.565	2.850	3.135
- mão-de-obra adicional	507	1.158	2.010
- mão-de-obra total	1.207	1.858	2.710

Obs: Na Gipsita (RT-34) não foi possível estimar Investimentos e RH para a transformação.

Em caráter meramente indicativo, adotou-se os valores estimados para a extração.

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-34 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo I:

4.3.1. Investimentos

- Segundo o RT-34 “o custo médio unitário de expansão da capacidade produtiva das minas de gipsita no Brasil é de US\$ 31,21 (R\$ 60,00)/ t de capacidade adicionada (empreendimentos *brownfield*)”.
- Não tendo sido possível estimar o Investimento requerido para a expansão da transformação de gipsita, em caráter meramente indicativo e em bases conservadoras, adotou-se o valor estimado para a extração.

4.1.2. Recursos Humanos

- Composição da mão-de-obra existente em 2005: i) Nível superior: 9%; ii) Nível médio: 5%; iii) Operários: 69%; e iv) Administrativos: 18%.
- Faz-se necessário estimular a formação de recursos humanos de nível superior, com ênfase nas áreas de “prospecção e lavra de gipsita e de calcinação de gesso”.

4.3.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ **Caracterização:**

- A gipsita é classificada ... segundo três tipos, com mercados característicos e preços diferenciados: “i) Tipo A (para gesso alfa)...; ii) Tipo B (para construção civil) ...; e iii) Tipo C (para cimento e agricultura) ...”.
- “Sob a forma calcinada a gipsita encontra seu maior mercado: i) construção civil: pré moldados ... e revestimento de paredes; e ii) indústrias diversas: fundição de peças cerâmicas e metalúrgicas, aglomerante do giz, moldes na ortopedia, prótese dental, obras artísticas e na fabricação de plásticos, além de outros usos potenciais ainda incipientes no Brasil, tais como isolante térmico e acústico ...”.
- Na indústria do cimento e na agricultura, a gipsita se depara com “a competição ... do dessulfogesso (resultante ... de gases efluentes) e do fosfogesso, rejeito ... na indústria do ácido fosfórico”.

■ **Tecnologia:**

- Após a extração e a britagem, “as empresas que atuam no mercado do gesso agrícola adicionam a operação de moagem na faixa granulométrica de 60 a 100 malhas”.
- “Na calcinação, a gipsita é aquecida a temperatura em torno de 160° C, perdendo até 25% da água combinada e transformando-se em um hemidrato, conhecido como gesso”.
- “No processo de calcinação que envolve a transformação da gipsita no gesso, são utilizados equipamentos diferenciados para a obtenção de duas variedades de hemidrato: i) o gesso beta, cujo produto é destinado ... à construção civil; e ii) o gesso alfa, destinado à ortopedia e à prótese dental”.
- “... nas pequenas empresas se utilizam fornos sem nenhum controle instrumental do processo. ... nas grandes empresas são encontradas tecnologias de calcinação que se comparam às melhores do mundo”.
- “Em 2006 foi implantado, em Araripina, o Centro Tecnológico do Gesso, com apoio ... do governo”, ... objetivando ... “formação profissional, inovação tecnológica e empreendedorismo ...”.

■ **Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:**

- “O principal problema ambiental na mineração de gipsita é o capeamento, cujo aproveitamento ainda não se encontra viabilizado. O Instituto Tecnológico de Pernambuco vem realizando ensaios”.
- “A calcinação do gesso, ... na zona produtora do semi árido, acarreta poluição do ar e devastação de matas”.
- “A transformação da gipsita para o gesso, ... tem ... exigido ações mais incisivas dos órgãos ambientais no sentido de utilização de equipamentos de controle ... nas atividades de queima e moagem do gesso”.
- “Estudos ... do órgão ambiental de Pernambuco, ... no Pólo Gesseiro do Araripe, revelam a emissão de 51.323 kg/ hora de CO₂”.

■ **Visão de Futuro:**

- “A ampliação do mercado interno da gipsita vem ocorrendo ... com a introdução de processos tecnologicamente mais evoluídos na indústria do gesso, em busca de produtos de melhor qualidade ...”.
- “Em médio prazo, deverá ocorrer a ... exportação de chapas de gesso ... como reflexo da atuação ... das transnacionais no mercado brasileiro, e também da mobilização do Sindusgesso com apoio da APEX”.

■ **Recomendações:**

- “Adequar as normas técnicas e promover a criação de um selo de qualidade para o gesso ...”.
- “Equacionar a matriz energética do principal pólo produtor de gesso (Araripe) ... e promover o manejo florestal e o reflorestamento, usando ... a venda de créditos de carbono”.
- “Melhorar a logística de distribuição da gipsita e seus produtos”, ... promovendo a interligação ferroviária “do Pólo Gesseiro do Araripe (PE, PI e CE) com os portos de Suape (PE) e Pecém (CE)”.

4.3.4. Incentivos

- Acesso ao crédito com juros e prazos mais acessíveis.
- Ativação ... do centro tecnológico do gesso para formação de mão-de-obra e difusão de ... tecnologias.
- Reposicionamento do gesso na regulação 307 do CONAMA - reciclagem de desperdícios da construção civil.
- Concessão de incentivos ... para reflorestamento das áreas fornecedoras de lenha para a calcinação do gesso.

4.3.5. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “A demanda de energia elétrica se restringe ao acionamento dos equipamentos de beneficiamento. Na lavra predomina o uso do óleo diesel e na calcinação predomina a lenha”.
- Na operação de calcinação verificam-se os seguintes consumos específicos de energia por tonelada de gesso: i) Eletricidade; 0,26 kWhora/ t; ii) Óleo diesel: 0,64 l/ t; iii) Lenha: 0,25 t/ t; iv) Coque: 22,6 t/ t; e v) Óleo BPF: 0,0036 t/ t.
- “Na Espanha, um dos grandes produtores mundiais ... verifica-se um consumo unitário próximo a 1 kwh/ t de gipsita”.

4.4. Crisotila / Fibrocimento

O RT-35 (Perfil do Crisotila / Fibrocimento), de autoria dos consultores José Jaime Sznelwar e Remos Scalabrin, assinala que “a indústria de transformação de crisotila no país está praticamente vinculada à produção de produtos de fibrocimento ... e que o momento ... é de grande incerteza em face ... da forte movimentação nacional e internacional para a proibição do uso de crisotila. ... Vigoram em conflito uma legislação federal definindo o uso seguro de crisotila, legislações de alguns estados e municípios, e recentes portarias ministeriais, todas ... estabelecendo a proibição do uso de amianto. ... O motivo desta pressão tem razões de ordem competitiva empresarial; tecnológica; de posições científicas embasadas em históricos epidemiológicos; de posições políticas que se sustentam na percepção ... de ameaça do crisotila (e demais tipos de amianto) à saúde dos trabalhadores e da população; juristas, escritórios de advocacia e empreiteiros interessados na venda de serviços ligados á proibição do amianto”. ... Destaca ainda que “a defesa do crisotila é apoiada pelos governos dos países produtores e utilizadores, sindicatos de trabalhadores, ... pelo Estado de Goiás e por ... todos que sustentam a tese do Uso Controlado do Crisotila”.

O Quadro 4.4 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CRISOTILA - FIBROCIMENTO
 SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE - SEGMENTO DE TRANSFORMAÇÃO
 QUADRO 4.4

Grupo:	Não Metálicos	Cadeia:	Crisotila	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t ¹	% a.a.	per capita ³	Indicadores	Unidade	Valor
Produção	2.440	17,3 s/2005	12,8	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	19.500
Importação	ps ²			Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	100
Exportação	ps ²			Capacidade Instalada	mil t/ ano	2.000
Consumo Aparente	2.000	0,4 s/1985	10,5	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	425

Obs: ¹ Produtos de fibro-cimento; ² ps = pouco significativo; ³ kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil		Cenário Vigoroso		Cenário Inovador	
	Uso control.	Indefinição	Uso control.	Indefinição	Uso control.	Indefinição
Demanda						
- mil t/ ano	6.020	3.010	7.974	3.987	9.927	4.963
- % a.a.	5,4	2,0	6,4	3,1	7,9	4,4
- kg / habitante / ano	27,8	13,9	36,8	18,4	45,9	22,9
Produção						
- mil t/ ano	6.020	3.010	7.974	3.987	9.927	4.963
- % a.a.	4,2	1,0	5,5	2,3	6,6	3,3
- kg / habitante / ano	27,8	13,9	36,8	18,4	45,9	22,9
Capacidade Instalada						
- Adicionada (mil t/ ano)	4.020	1.010	5.974	1.987	7.927	2.963
- Total (mil t/ ano)	6.020	3.010	7.974	3.987	9.927	4.963
Investimento						
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	425/ t	425/ t	425/ t	425/ t	425/ t	425/ t
- R\$ bilhões	1,7	0,4	2,5	0,8	3,4	1,3
Mão-de-obra						
- t / cooperador/ ano	90	90	100	100	110	110
- mão-de-obra adicional	44.667	11.222	59.740	19.870	72.064	26.936
- mão-de-obra total	64.167	30.722	79.240	39.370	91.564	46.436

Obs: Na Crisotila (RT-35) foram adotados para Investimentos e RH, os valores médios referentes aos resultados das Hipóteses "Uso Seguro" e "Indefinição".

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-35 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo I:

4.4.1. Investimentos

- “Antes da crise ... de 2008, as empresas do setor ... já .. trabalhavam ... próximo de suas ... capacidades produtivas. No começo de 2009, surgem expectativas de reaquecimento ...da construção civil, principalmente ... moradias para população de baixa renda, e infra-estrutura industrial e logística”.
- “Um ambiente de incerteza ... inibe investimentos e é caracterizado pelo ... endividamento de algumas empresas ..., resultante da oscilação cambial e dívidas de fornecimento de matéria prima importada”.

4.4.2. Recursos Humanos

- Segundo a FGV, em estudo para a FIESP, o setor industrial de transformação de crisotila contava, em 2007, com 19.529 postos de trabalho, incluindo pessoal de administração, logística, força de venda, etc.
- A projeção da demanda de mão-de-obra no horizonte 2010 a 2030, considera a produtividade de 100 t/ cooperador/ ano (Cenário Vigoroso), com variações de -10% (Cenário Frágil) e +10% (Cenário Inovador).

4.4.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ **Caracterização:**

- “Telhas onduladas ... representam mais 90% de produção, as estruturais e calhetões completam o mercado. Telhas de 4 mm, representam ... 45% do mercado de telhas onduladas”.

■ **Tecnologia:**

- “A tecnologia do fibrocimento já esgotou sua capacidade de desenvolvimento, no entanto há muitas melhorias que podem ser introduzidas nas empresas, principalmente em termos de automação”.
- “Os desafios se concentram no desenvolvimento de tecnologias de substituição do crisotila na fabricação de telhas onduladas, ...”.
- “O Brasil investe muito pouco em novas tecnologias de fibrocimento contendo amianto, focando todos os esforços na substituição do amianto na fabricação de telhas onduladas”.
- “Atualmente apenas uma empresa oferece todos os seus produtos de fibrocimento com fibras sintéticas, a Brasilit” ... a qual ... “produz fios de polipropileno a partir de resina PP produzidos pela Braskem”.
- “Outras possibilidades de aplicação ... do crisotila em diferentes mercados deveriam ser objeto de pesquisa. Chama a atenção o fato dos EUA continuarem a utilizar em pequena escala o crisotila”.
- A produção de 1 t de fibrocimento requer 80 kg de crisotila, 500 kg de cimento, 200 kg de calcário e 25 kg de celulose.

■ **Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:**

- O consumo de água é da ordem de 195 l/ t de fibrocimento.... “A água nas plantas de fibrocimento é ... recolhida a jusante, tratada e reciclada”.
- “Todas as sobras, quebras de telhas no processo e no armazenamento são recolhidas e ... reutilizadas no processo. Os feltros utilizados nas máquinas ... depois de gastos, são destinados a aterros especiais”.
- “... todas as empresas certificadas no PSQ-crisotila são fiscalizadas por trabalhadores, pelo instituto e por auditores independentes, com o mesmo rigor que uma fiscalização para a ISO 9000 e ISO 14000”.

■ **Visão de Futuro:**

- “O segmento de fibro-cimento ... tem um papel ... importante a cumprir no desenvolvimento da construção de moradias para população de baixa renda, e infraestruturas logística e industrial”.
- “A proibição abrupta da produção de fibrocimento com crisotila irá afetar o preço das telhas utilizadas pela população de baixa renda, encarecendo o custo da casa popular na faixa de 5% a 9%”.

■ **Recomendações:**

- **Tecnologia:** Promover o “desenvolvimento tecnológico do uso do crisotila ... principalmente nas indústrias de produtos e serviços para controle ambiental; nuclear, química, aeronáutica e ... na busca de ... alternativas construtivas para habitações ... de baixa renda”.
- **Estrutura Empresarial e Logística:** Promover a ... “desconcentração da produção de fibrocimento com crisotila, tanto em termos empresariais como de localização geográfica de fábricas”.
- **Aspectos Regulatórios:** Promover a ... “implementação da Lei 9055/ 1995 ... em todos os órgãos da administração pública federal, e estadual, realizando todas as negociações necessárias à alteração das leis estaduais, municipais e portarias ministeriais que estão em desacordo com esta lei” .
- **Aspectos Institucionais:** Fortalecer “o Instituto do Crisotila Brasil “ICB”, tornando-o um reconhecido pólo de difusão científica e tecnológica, industrial e comercial do uso seguro do amianto”.
- **Aspectos Diplomáticos:** Estabelecer “acordos... com países produtores e utilizadores de amianto, principalmente ... os BRICs ..., além de Cazaquistão, Canadá, Tailândia, México e Irã, visando intercâmbio ... científico e tecnológico, e estabelecimento de políticas comuns ... de difusão do Uso Seguro do Crisotila”.

4.4.4. Incentivos

- “A questão legal condiciona atualmente todas as ações relacionadas à cadeia de produção do crisotila e sua transformação no país e no mundo”, e também o clima de investimento nesse setor.
- “No setor industrial do fibrocimento a carga tributária é substancialmente elevada, atingindo 37,3% um percentual muito superior ao verificado na média da cadeia de construção que é de 23,6%”.

4.4.5. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “O consumo de energia elétrica é ... de 50 kWh/ t de fibro-cimento ... (11 tep/ t), e participa com ... 3% do custo de produção. O setor de fibro-cimento com crisotila consumiu 22 milhões de tep em 2008”.
- “Os custos logísticos têm um impacto acentuado no preço ao consumidor final ...”.

4.5. Titânio

O RT-36 (Perfil do Titânio), de autoria do consultor Juarez Fontana dos Santos, assinala que, “a produção de dióxido de titânio no Brasil foi iniciada em 1971 com a inauguração da fábrica da ... Tibras, ... da Andrade Gutierrez (AG). Em 1971 a Tibras fez uma parceria ... com a Bayer que perdurou até a venda da fábrica para a *Millenium Inorganic Chemicals*. No período do acordo, a Bayer era responsável pela ... operação da fábrica e a AG pela comercialização do produto. Inicialmente o minério era importado da Austrália; ... a partir de 1975, com a descoberta ... de Mataraca - PB, a matéria prima (ilmenita) passou a ser produzida no país”.

O Quadro 4.5 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

TITÂNIO
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE - SEGMENTO DE TRANSFORMAÇÃO
QUADRO 4.5

Grupo:	Não Metálicos	Cadeia:	Titânio		Indicadores de Comportamento Atual	
Indicadores	mil t ¹	% a.a.	per capita ²	Indicadores	Unidade	Valor
Produção	55		0,29	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	900
Importação				Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	55
Exportação				Capacidade Instalada	mil t/ ano	60
Consumo Aparente	92	2,4 s/ 1978	0,48	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	9.250

Obs: ¹ TiO₂; ² kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	151	240	375
- % a.a.	2,3	4,4	6,6
- kg / habitante / ano	0,69	1,11	1,73
Produção			
- Relação Produção/ Consumo (%)	55%	55%	55%
- mil t/ ano	83	132	206
- % a.a.	1,9	4,1	6,2
- kg / habitante / ano	0,38	0,61	0,95
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	23	72	146
- Total (mil t/ ano)	83	132	206
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	9.250/ t	9.250/ t	9.250/ t
- R\$ bilhões	0,2	0,7	1,3
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	50	55	60
- mão-de-obra adicional	460	1.309	2.433
- mão-de-obra total	1.360	2.209	3.333

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-36 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo I:

4.5.1. Investimentos

- “Usinas de produção de dióxido de titânio com capacidade ... de 200 mil t/ ano exigem investimentos de US\$ 5.000/ t de capacidade anual”.
- Os investimentos totais para fazer frente ao aumento da produção brasileira no período de 2010 a 2030 foram estimados em R\$ 213 milhões (Cenário Frágil), R\$ 666 milhões (Cenário Vigoroso) e R\$ 1.351 milhões (Cenário Inovador).

4.5.2. Recursos Humanos

- Considerando a produtividade de 55 t/ cooperador/ ano (Cenário Vigoroso), o número de novos postos de trabalho a serem gerados no horizonte 2010 a 2030, foi estimado em 1.309, projetando, para 2030, um contingente total de mão-de-obra da ordem de 2.209 cooperadores.

4.5.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ **Caracterização:**

- “...95% do titânio são absorvidos pela produção de dióxido de titânio (TiO₂) empregado na fabricação de tintas e ... também na produção de papel, pasta de dente, plásticos, etc. ... Os restantes 5% são empregados na produção de titânio metálico e na forma de ligas diversas.
- “Cerca de 60% do titânio metálico são utilizados nas indústrias aeronáuticas e aeroespaciais. O restante é utilizado em outros segmentos industriais”:

■ **Tecnologia:**

- “O pigmento de TiO₂ pode ser obtido industrialmente através de dois processos: rota sulfato e rota cloreto (Kroll)”.
- A usina de Arembepé “adota o processo sulfato que utiliza ácido sulfúrico para extrair o titânio do concentrado. Cerca de 50% das necessidades da planta são atendidas por uma unidade integrada de ácido sulfúrico. Outro produto da fábrica é o sulfato ferroso heptahidratado, utilizado no tratamento de água e efluentes”, assim como na fabricação de ração animal e outros produtos químicos”.
- Para a “fabricação do titânio metálico, existem ... seis tipos de processo”, destacando-se o “processo Kroll, ... responsável ... pela maioria do titânio metálico produzido no mundo ocidental.

■ **Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:**

- “Nas usinas com rota sulfato, o resíduo é composto basicamente de sulfato ferroso, facilmente convertido em sulfato férrico, ... utilizado em ... indústrias, na alimentação animal e no tratamento de água”.
- “A unidade de Arembepé mantém acordo com a Kewater que aproveita ... o resíduo para tratamento de água”.
- “As emissões atmosféricas têm sido reduzidas ..., por meio ... da substituição de óleo por gás natural, instalação de ... unidade de oxidação úmida e utilização de um novo catalisador na planta de ácido sulfúrico”.
- “A fábrica da Bahia recebeu o prêmio Pólo de Segurança Ambiental nas edições 2003, 2004, 2005, 2007, ... conferido pelo Comitê de Fomento Industrial do Pólo de Camaçari”.
- “A atividade da Millenium no país é baseada nas melhores práticas sociais e técnicas a exemplo do que é desempenhado nos países líderes de produção de dióxido de titânio”.

■ **Visão de Futuro:**

- Com relação às perspectivas de expansão da produção brasileira de dióxido de titânio, cabe assinalar que “o mercado mundial é ofertante” e, por outro lado, “as novas fábricas tendem a adotar a rota cloreto, para o qual a ilmenita não constitui a matéria prima desejável. Há ainda que se considerar ... que existem importantes reservas de rutilo ... particularmente na África, além de abundante escória de rutilo sintético no mercado ... favorecendo a implantação de fábricas da rota cloreto”.
- “O cenário internacional do mercado de titânio sugere que dificilmente será implantada, no médio e curto prazo, nova usina produtora de dióxido de titânio no país”.
- “No futuro, o TiO₂ terá novas aplicações, algumas delas revolucionárias, a exemplo do dióxido de titânio ultrafino, na escala nanométrica, que opera como catalisador da quebra de compostos de NO_x. A idéia é utilizar tais pigmentos em revestimentos de obras civis e fachadas de prédios, transformando-os em grandes catalisadores ambientalmente corretos”.

■ **Recomendações:**

- “Considerando o expressivo volume de reservas minerais de anatásio no país, fonte potencial de titânio ..., caberia promover projetos específicos de desenvolvimento de rotas tecnológicas para o seu aproveitamento. O sucesso da iniciativa poderá atrair investimentos em novas unidades de titânio.”

4.5.4. Incentivos

- As atividades de extração, concentração e transformação mineral da Millenium encontram-se localizadas em região sujeita ao regime de incentivos da SUDENE.

4.5.5. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “Um programa de melhoria da eficiência energética resultou na instalação de um turbo gerador na unidade de Arembepe, o qual supre 20% da energia demandada, com diminuição de 13% do consumo de energia.
- “Com o objetivo de atenuar o grande consumo de energia requerido pelo processo Kroll (1,7 vezes maior que o necessário para a produção de alumínio), estão em desenvolvimento procedimentos de eletrólise com sais fundidos”.

4.6. Quartzo

O RT-37 (Perfil do Quartzo), de autoria do consultor Emílio Lobato, assinala que, “o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de silício metalúrgico, mas importa todo o silício de grau eletrônico que consome. Apesar de maior produtor de quartzo, é dependente de produtos de quartzo manufaturado (ex: cristais piezoelétricos montados e suas partes)”.

O Quadro 4.6 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

QUARTZO
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE - SEGMENTO DE TRANSFORMAÇÃO
QUADRO 4.6

Grupo:	Não Metálicos	Cadeia:	Quartzo	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita	Indicadores	Unidade	Valor
Produção	ND			Mão-de-obra	Nº de cooperadores	ND
Importação	1,5 ¹			Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	ND
Exportação	17,7 ²			Capacidade Instalada	mil t/ ano	ND
Consumo Aparente	0,222 ³			Investimento	R\$/t de capacid. instalada	ND

Obs: ¹Principalmente cristais piezoelétricos para a indústria eletrônica; ²Principalmente lascas; ³ Cristal de quartzo cultivado

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	ND	ND	ND
- % a.a.	ND	ND	ND
- kg / habitante / ano	ND	ND	ND
Produção			
- mil t/ ano	ND	ND	ND
- % a.a.	ND	ND	ND
- kg / habitante / ano	ND	ND	ND
Capacidade Projetada (quartzo processado)			
- Número de unidades presumidas	10	15	20
Investimento (unidades de quartzo processado)			
- R\$ milhões/ unidade de processamento	37	37	37
- R\$ milhões	370	740	1.110
Mão-de-obra (unidades de quartzo processado)			
- Nº de cooperadores/ unidade de processamento	50	50	50
- mão-de-obra adicional	500	1.000	1.500

Obs: No Quartzo (RT-37) as estimativas de investimentos e de mão-de-obra, no horizonte 2010 a 2030, foram efetuadas de forma diferenciada, em caráter meramente indicativo.

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-37 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo I:

4.6.1. Investimentos

- Os investimentos para fazer frente ao aumento da produção brasileira no período de 2010 a 2030 são estimados em R\$ 370 milhões (Cenário Frágil), R\$ 740 milhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 1.119 milhões (Cenário Inovador).

4.6.2. Recursos Humanos

- A geração de novos postos de trabalho no período 2010 a 2030, na produção de produtos processados de quartzo, deverá se situar entre 500 (Cenário Frágil) e 1.500 (Cenário Inovador).

4.6.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “O quartzo pode ser natural ou cultivado. O primeiro é extraído da natureza e o segundo é produzido a partir do crescimento hidrotérmico, em autoclave”.
- “O emprego do quartzo na indústria é função do conteúdo de impurezas, defeitos no cristal e outras normas específicas que cada segmento industrial requer. Os cristais de melhor qualidade são destinados à indústria óptica, eletrônica e de instrumentação, enquanto os de qualidade inferior destinam-se à indústria em geral (abrasivos, cerâmica, metalúrgica)”.
- “O cristal natural, embora tenha sido substituído, desde o início da década de setenta, pelo quartzo cultivado em autoclave, ainda é utilizado na confecção de sementes-mães para o crescimento do quartzo cultivado”.
- “Para uso no segmento eletro-eletrônico, vidros ópticos, tubos para lâmpadas halógenas ou fibras ópticas, têm sido utilizadas, como matéria prima, lascas de alta pureza ou pó de quartzo. Este é obtido a partir do beneficiamento de lascas de quartzo de qualidade inferior ou do beneficiamento de pegmatito ou alaskito”.
- “As lascas de quartzo de alta pureza são usadas diretamente na produção de quartzo cultivado, quartzo fundido, cerâmicas especiais, e *filler* para microcircuitos”.
- “A partir do pó de quartzo obtido de lascas variadas ou da concentração de quartzo de pegmatitos, produz-se o quartzo fundido. Este é um material não cristalino, transparente e que retém muitas das propriedades ópticas e de resistência química do quartzo, mas que não possui mais a sua propriedade piezométrica, perdida após o processo de fusão”.
- “O quartzo fundido possui um mercado bastante sofisticado, compreendendo uma linha de produtos da maior relevância: indústria óptica, indústria de equipamentos elétricos, indústria química de base, equipamentos e aparelhagem científica e de precisão, fibra óptica”.

■ Tecnologia:

- “A partir do final da década de 70, a “tecnologia de produção do quartzo cultivado em autoclave, a partir de lascas de quartzo usadas como nutriente, ... permitiu a obtenção de um quartzo piezométrico com as mesmas propriedades do quartzo natural, o que afetou ... a demanda por quartzo natural no mercado internacional e, conseqüentemente, seu consumo e produção”.
- “No final da década de 80, com o advento dos semicondutores e à medida que se tornavam mais baratos, as técnicas de processamento de dados se disseminaram e com isto a comunicação digital também passou a ser utilizada. Dessa forma, passou-se a substituir os circuitos analógicos pelos circuitos digitais, afetando com isso a indústria do quartzo piezoelétrico”.
- “Nos circuitos analógicos, o quartzo é utilizado como ressonador, onde a frequência (rádio, televisão, telefone etc.) é submetida a uma modulação para outro sinal imposto. A transmissão de informação via sistema digitalizado (base sistema binário - zero e um) é mais eficiente, menos sujeita a erro e mais barata do que a transmissão analógica”.

■ **Visão de Futuro:**

- “O principal uso da lasca de quartzo tem sido como nutriente para a produção de quartzo cultivado. Como os equipamentos eletrônicos estão cada vez mais sendo construídos em miniaturas, verifica-se uma redução da intensidade de consumo de lasca de quartzo, como nutriente”.
- “A produção do pó de quartzo de alta pureza, a partir de lascas de quartzo, visando competir com os produtos da UNIMIM, universalmente utilizados pelos fabricantes de quartzo fundido, até o momento não foi viabilizada comercialmente no Brasil”.
- “Face às mudanças nos sistemas de telefonia, do padrão analógico para o digital, o mercado de fibra óptica encontra-se em plena expansão e, dessa forma, parece mais vantajoso viabilizar o uso das lascas de quartzo para este segmento, ao invés de utilizar apenas como nutriente para quartzo cultivado, cujo consumo vem caindo consideravelmente”.

■ **Recomendações:**

- “É necessário um maior investimento das grandes empresas em tecnologia, para diminuir a dependência dos produtos manufaturados de quartzo, como o silício de grau eletrônico”.
- “É necessária a aplicação ... de uma política de estímulo à industrialização interna visando agregação de valor a matéria prima mineral e solução da dependência externa de produtos industrializados”.
- “É necessário ... um programa de capacitação tecnológica para a maioria dos mineradores, visando ... principalmente, ... o entendimento do mercado”.

4.6.4. Incentivos

- “Permanecem vigentes as taxas de 4% *ad valorem* para importações de quartzo piezelétricos (TEC 25 06.10 00) e de tubos de quartzo ou fundidos de quartzo (TEC. 70 02.31 00) para o Brasil”.
- “As importações de areia de alta pureza, quartzo (blocos piezelétricos e lascas) continuam livres de taxas de importação pelos EUA. Somente a importação de quartzo piezelétrico cultivado (*cultured quartz*) continua taxada com 3,0% *ad valorem*”.

4.7. Gemas Coradas

O RT-56 (Perfil de Gemas Coradas) é de coordenação do consultor Jeffrey M. Watkins e de autoria de equipe dos consultores Jeffrey M. Watkins, Afonso Ferreira da Silva Filho, Júlio César Mendes e Rogério Silvestre Pereira. Este relatório foi originalmente designado como “Perfil de Gemas – Diamantes e Gemas de Cor”. Entretanto, considerando-se que a indústria de diamantes e a sua cadeia produtiva são completamente distintos daqueles de gemas coradas, foi recomendada à Coordenação uma abordagem distinta para estes estudos. Por outro lado, devido à terminologia mais adotada na indústria, foi recomendada a utilização de termo “Gemas Coradas” em vez de “Gemas de Cor”. Estas recomendações foram aprovadas pela Coordenação. O RT-56 assinala que, “privilegiado pela diversidade, beleza e quantidade de suas gemas coradas”, o Brasil se notabiliza como importante exportador de gemas em bruto, não se apropriando de notáveis benefícios sócio-econômicos transferidos para os países que importam e processam suas pedras coradas. Ressalta também a afirmativa do SEBRAE, de que “nos últimos anos, o setor de gemas e jóias cresceu 250% nas exportações, sendo responsável por mais de 500 mil postos de trabalho”.

O Quadro 4.7 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

GEMAS CORADAS
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE - SEGMENTO DE TRANSFORMAÇÃO
QUADRO 4.7

Grupo:	Não Metálicos	Cadeia:	Gemas de Cor	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	R\$ milhões	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	366		1,95	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	500 mil
Importação	ND			Produtividade da MO	R\$/ cooperador/ ano	732
Exportação (2007)	292		1,55	Capacidade Instalada	R\$ milhões/ ano	366
Consumo Aparente	74		0,40	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	ND

Obs: *R\$/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda (gemas coradas brutas e lapidadas)			
- R\$ milhões/ ano	390	555	640
- % a.a.	7,5	9,2	9,8
- R\$ / habitante / ano	1,80	2,56	2,96
Produção (gemas coradas brutas e lapidadas)			
- R\$ milhões/ ano	1.950	2.780	3.200
- % a.a.	7,5	9,2	9,9
- R\$ / habitante / ano	9,01	12,85	14,79
Capacidade Projetada (lapidação de gemas coradas)			
- Número de unidades de lapidação presumidas	20	35	50
Investimento (unidades de lapidação de gemas)			
- R\$ milhões/ unidade de lapidação	5	5	5
- R\$ milhões	100	175	250
Mão-de-obra (unidades de lapidação de gemas)			
- Nº de cooperadores/ unidade de lapidação	30	30	30
- mão-de-obra adicional	600	1.050	1.500

Obs: Nas Gemas Coradas (RT-56) as estimativas de investimentos e de mão-de-obra, no horizonte 2010 a 2030, foram efetuadas de forma diferenciada, em caráter meramente indicativo.

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-56 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo I:

4.7.1. Investimentos

- Os investimentos para fazer frente ao aumento da produção brasileira de gemas coradas lapidadas, no período de 2010 a 2030, são estimados em R\$ 100 milhões (Cenário Frágil), R\$ 175 milhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 250 milhões (Cenário Inovador).

4.7.2. Recursos Humanos

- A geração de novos postos de trabalho, no período 2010 a 2030, na produção brasileira de gemas coradas lapidadas, deverá se situar entre 600 (Cenário Frágil) e 1.500 (Cenário Inovador).
- “A capacitação da mão-de-obra é falha, inclusive no conhecimento de gemologia e de técnicas gerenciais”.
- “Os principais pólos de lapidação encontram-se localizados em Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul. A formação dos lapidários ocorre na própria indústria, ou através de “pai para filho”, sendo que poucos possuem conhecimento de gemologia”.
- “A falta de qualificação da mão-de-obra é um fator crítico no desenvolvimento da atividade sendo necessário implementar programas de capacitação de pessoal”.

- “No Brasil, existe um curso de pós-graduação em Gemologia, na Escola de Minas da UFOP. Dois outros centros foram criados, na UFCE e na UFRGS”.
- “A Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG) dispõem de um Curso de Pós-Graduação em *Design* - outro fator importantíssimo para agregação de valor à produção do setor”.

4.7.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ **Tecnologia:**

- “Na arte da lapidação são empregados desde equipamentos primitivos até equipamentos de última geração, como o *laser*, mas não se pode desprezar a experiência e a capacidade técnica de um grande lapidário”.
- “Como principais tendências tecnológicas, cabe assinalar o processo de separação por raios x, já adotado no segmento da esmeralda”..
- “Outra técnica que será amplamente divulgada e aplicada no setor de gemas coradas é a de melhoramento (*enhancement*), principalmente em quartzo, através de irradiação de raios gama”.
- “Na área de lapidação de gemas coradas, verifica-se uma tendência de substituição de equipamentos pelas máquinas de catraca e principalmente mais automatizadas, do tipo *Robot Gems*, fabricada pela Lapidart”.
- “A lapidação artesanal e a criatividade do lapidário brasileiro é bastante respeitada no mercado mundial, mas poderia ser muito melhor reconhecida se existisse uma melhor formação desses profissionais, incluindo conhecimentos de mineralogia, além de *design* e técnicas de lapidação”.

■ **Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:**

- “No que se refere à exploração de gemas, o controle ambiental mais rigoroso se verifica principalmente sobre as empresas que atuam na exploração de esmeralda e topázio”.
- “A maioria da exploração de minerais gemas ocorre em pegmatitos que não ultrapassam algumas centenas de metros. Além do tamanho reduzido da área de lavra não são utilizadas substâncias químicas nocivas ao meio ambiente. Da mesma forma, nos rejeitos, não se verifica a presença de produtos tóxicos”.
- “No caso da lavra de pegmatitos o “estéril” deve ser tratado como produto - ex: feldspato para a indústria cerâmica e vidreira”.
- “Nos garimpos mecanizados o reaproveitamento da água deve ser cada vez mais enfatizado”.
- “A recuperação de passivos ambientais causados por operações clandestinas ao longo de vários anos constitui um desafio para os órgãos responsáveis pelo meio ambiente”.

■ **Visão de Futuro:**

- “O setor de lapidação brasileiro precisa investir na padronização da produção através de pedras calibradas pois esta adequação é essencial para o atendimento à demanda da indústria joalheira e tem forte impacto nas exportações”.

■ **Recomendações:**

- “Criar escolas profissionalizantes, em cidades-pólo, visando a formação profissional de nível técnico, envolvendo conhecimentos de mineralogia, gemologia, *design*, artesanato mineral e lapidação”.
- “Fomentar a criação de cooperativas garimpeiras”.
- “Implantação de centros de artesanato mineral e lapidação”.
- “Implantação de uma rede de laboratórios credenciados visando emitir certificados gemológicos”.
- “Adequação fiscal e tributária”.
- “Financiamento visando a aquisição de equipamento”..

4.7.4. Bens de Capital e Serviços

- “A fabricação de máquinas para lapidação é muito incipiente, principalmente por problemas de escala; isto porque muitas indústrias fabricam ou montam suas próprias máquinas”.
- “Recente pesquisa realizada pelo SEBRAE (2007), na área de lapidação, mostra que o país caminha para dotar o setor de novos equipamentos que possibilitarão o aumento da competitividade no mercado internacional”.
- “Encontra-se em desenvolvimento uma nova máquina para lapidação de cabochão, com capacidade para 1,5 mil gemas por dia, calibradas e padronizadas. Com essa máquina a indústria de lapidação brasileira torna-se mais competitiva”.
- “Outra máquina em desenvolvimento - de lapidação facetada, com Controle Numérico Computadorizado e capacidade de produção de 150 peças/ dia - deverá revolucionar o mercado de gemas no Brasil. Foi desenvolvida pela Lapidart, em parceria com empresas especializadas em mecânica e robótica. Utiliza *softwares* que lêem e interpretam programas específicos, executando a lapidação sem interferência humana”.

4.7.5. Incentivos

- “O setor de gemas e jóias apresenta uma crescente informalidade, que se deve, em grande parte, à necessidade de compensar a elevada tributação com a redução de custos”.

4.7.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “O consumo de energia é diferente para cada tipo de gema. Salvo exceções, o consumo de energia não é controlado pelas poucas empresas legalmente constituídas e muito menos nos garimpos, onde a maioria das gemas são extraídas”.

4.8. Diamantes - Gemas e Industrial

Sob coordenação do consultor Jeffrey M. Watkins, o RT-56A (Perfil do Diamante: Gema e Industrial), é de autoria de uma equipe de 8 consultores, especialistas em diamantes. O relatório assinala que “o mercado mundial de jóias de diamantes movimenta cerca de US\$ 70 bilhões por ano e o Brasil representa menos de 1% deste total”. Ressalta que as “reservas globais de diamantes estão caindo e, na ausência de novas minas em produção, o crescimento em volume produzido deverá ser apenas marginal nos próximos cinco anos”.

O Quadro 4.8 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

DIAMANTE - GEMA E INDUSTRIAL
 SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE - SEGMENTO DE TRANSFORMAÇÃO
 QUADRO 4.8

Grupo:	Não Metálicos	Cadeia:	Diamante: Gemas e Industrial	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil ct	% a.a.	per capita	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	80			Mão-de-obra	Nº de cooperadores	727
Importação (2008)	38			Produtividade da MO	ct/ cooperador/ ano	110
Exportação (2008)	107			Capacidade Instalada	mil ct/ ano	300
Consumo Aparente	11			Investimento	R\$/t de capacid. instalada	ND

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil ct/ ano	142	196	268
- % a.a.	6,7	8,3	9,8
- Relação consumo / produção (%)	18%	20%	22%
Produção			
- mil ct/ ano	789	982	1.218
- % a.a.	5%	6%	7%
- ct / habitante / ano	3,65	4,54	5,63
Capacidade Projetada (lapidação de diamantes)			
- Número de unidades de lapidação presumidas	5	15	25
Investimento (unidades de lapidação de diamantes)			
- R\$ milhões/ unidade de lapidação	20	20	20
- R\$ milhões	100	300	500
Mão-de-obra (unidades de lapidação de diamantes)			
- Nº de cooperadores/ unidade de lapidação	50	50	50
- mão-de-obra adicional	250	750	1.250

Obs: Nos Diamantes (RT-56A) as estimativas de investimentos e de mão-de-obra, no horizonte 2010 a 2030, foram efetuadas de forma diferenciada, em caráter meramente indicativo.

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-56A e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo I:

4.8.1. Investimentos

- Os investimentos totais para fazer frente ao aumento da produção brasileira de diamantes lapidados, no período de 2010 a 2030, são estimados em R\$ 100 milhões (Cenário Frágil), R\$ 300 milhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 500 milhões (Cenário Inovador).

4.8.2. Recursos Humanos

- A geração de novos postos de trabalho no período 2010 a 2030, na produção brasileira de diamantes lapidados, deverá se situar entre 250 (Cenário Frágil) e 1.250 (Cenário Inovador).
- “Em 2006, a mão de obra utilizada na produção brasileira de diamantes era composta de 598 pessoas, sendo 31 engenheiros de minas, 12 geólogos de mina, 9 funcionários de nível superior, 4 funcionários de nível médio, 42 funcionários administrativos e 488 operários nas frentes de lavra”.

4.8.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “Graças aos elevados índices de refração e reflexão interna, o diamante adquire, após a lapidação, efeitos ópticos inigualáveis. Quanto à coloração, pode ser incolor, branco, amarelo, vermelho, alaranjado, verde, azul, marrom ou negro”.

- “**Gemas:** são aqueles diamantes cujos tamanhos, forma, cor e pureza correspondem às exigências do processo de lapidação e aplicação em jóias”.
- “**Quase-gemas (*near-gems*):** são aqueles com impurezas substanciais ou defeitos que, em função das condições de mercado e dos custos de lapidação, podem tanto ser usados como gemas de custo mais baixo ou como diamantes industriais”.
- “**Industriais:** São diamantes comuns, monocristalinos, por vezes de grandes dimensões e beleza, porém com defeitos, sendo utilizados - depois de moídos, somente na indústria de ferramentas ou pastas diamantadas. São classificados como, Natural, Sintético e Nitreto de Boro Cúbico CBN (Borazon)”.
- “O diamante gemológico tem, em média, um valor cerca de dez vezes superior ao de um *near-gem* e o deste é, cerca de 10 vezes superior ao de um industrial”.
- “O uso principal para o diamante industrial natural é como “super-abrasivo”, em ferramentas para corte, perfuração, desbaste e polimento”.
- “O diamante sintético sendo um material fabricado por processos tecnológicos pode ser produzido com características bem afinadas, destinadas a uma imensa faixa de aplicações”.

■ **Tecnologia:**

- “A produção de diamantes se baseia em dois sistemas principais: concentração gravimétrica por meio de jiges, ou por meio de líquido pesado (ferro silício - FeSi). Para a recuperação dos diamantes o sistema clássico de peneiramento do concentrado final, ainda é o mais usado na grande maioria das operações de pequeno porte, tipicamente garimpeiras. Contudo as operações de médio porte começaram a usar as mesas de graxa, sistema mecanizado que usa as propriedades físicas do diamante para fixação na graxa”.
- “Algumas operações de porte grande e médio já usam no Brasil o sistema eletrônico de separação de diamantes usando a propriedade ótica dos mesmos: a fluorescência”.
- “As empresas produtoras de diamante têm, em geral, uma estrutura relativamente fechada, e não possuem certificações relativas à qualidade e ao meio ambiente (ISO 9001 e ISO 14.001)”.
- “Em 2004, a Universidade Norte Fluminense declarou ter dominado a tecnologia de produção de diamante sintético”.
- “Para a fabricação de diamante sintético, desenvolveram-se vários processos industriais. Os principais são o sistema BELT e o sistema BARS”.
- “Existe também o processo “CVD – Deposição de Vapor Químico, no qual um substrato de diamante é exposto a um gás de hidrocarboneto (por exemplo, o metano, CH₄). O resultado é que um carbono sob forma de grafite e diamante é depositado no substrato”.
- “Em meados dos anos 1970, cientistas japoneses do NIRIM encontraram uma solução para acelerar o crescimento desta camada de CVD, indicando o caminho para fabricação comercial da nova substância”.
- “O Diamante CVD possui uma larga gama de propriedades materiais extraordinárias que possibilitam obter performance excepcional em aplicações muito diversificadas”.
- “Novas aplicações estão em desenvolvimento intensivo, tais como eletrônica para supercomputadores, óptica quântica, coberturas resistentes a erosão para reatores de fusão nuclear”.

■ **Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:**

- “O consumo de água em operações aluvionares de médio porte é de 123 m³/ t processada e em operações de pequeno porte de 11m³/ t. O efluente líquido recebe um tratamento com floculante e após decantação em tanques separados e impermeabilizados ele pode ser reutilizado ou simplesmente absorvido para o lençol freático”.
- “A água utilizada nos processos é na sua grande maioria reutilizada (90%)”.
- “Dependendo da operação e do material a ser tratado, se mais argiloso ou menos, a quantidade de floculante varia; contudo a média é de 200 gramas/ t de material tratado”.

■ **Visão de Futuro:**

- “A ausência de descobertas significativas de novos depósitos na última década e a necessidade de pelo menos oito anos para o estabelecimento de uma nova mina, levam à previsão de um desequilíbrio entre oferta e demanda no mercado mundial de diamantes na próxima década”.
- “Apesar de pouco representativo em termos mundiais, o Brasil tem expressivo potencial geológico não explorado no que se refere a diamantes. Investimentos sistemáticos por mais de 30 anos pela De Beers, pela Rio Tinto e por outras empresas levaram a formação de uma sólida base de conhecimento e à formação de profissionais locais com capacidade técnica reconhecida internacionalmente”.
- “A evolução dos produtos superabrasivos tem revolucionado a indústria, criando possibilidades para tendências tecnológicas nunca antes vistas”.
- “Surgiram materiais que antes da introdução dos superabrasivos não podiam ser usados devido a sua resistência à abrasão e dureza”.
- “Superligas e revestimentos térmicos, agora amplamente usados na indústria aeroespacial e automobilística, podem ser retificados e usinados com eficiência com abrasivos de CBN”.
- “A diversidade dos usos industriais, historicamente apontados para o Diamante Natural, têm se reduzido drasticamente, a favor da expansão dos usos do diamante sintético. Em alguns raríssimos usos, o diamante gema, incolor e transparente, encontra uso tecnológico”.

■ **Recomendações:**

- “Criar mecanismos de incentivo para o beneficiamento (lapidação) e produção de jóias”.
- “Revisar o sistema atual de taxaço sobre diamantes brutos, lapidados e em forma de jóia, pois aparentemente o sistema atual penaliza a exportação de diamantes beneficiados, o que representa um contra-senso, pois no beneficiamento, além da criação de empregos, o valor agregado é muito grande”.
- “Criar incentivos para a comercialização de jóias montadas no Brasil, utilizando pedras brasileiras”.
- “Separar claramente nas estatísticas governamentais o diamante gema, diamante industrial e diamante sintético, pois embora sejam diamantes, têm mercados completamente distintos balisados por fatores completamente diferentes”.
- “Definir com critérios e com participação de especialistas, tipos de diamantes passíveis de exportação e a partir daí enquadrar todos os diamantes exportados nestes tipos, tornando as estatísticas governamentais mais fáceis de ser pesquisadas e compreendidas, fato este que não ocorre hoje, onde de acordo com a necessidade se criam outros tipos o que compromete a comparação com os anos anteriores”.

4.8.4. Bens de Capital e Serviços

- “O padrão tecnológico brasileiro melhorou consideravelmente nos últimos anos com a modernização dos equipamentos para a produção do diamante”.
- “Em termos de plantas de tratamento para aluviões, no Brasil, ainda se encontra o tradicional jig que faz a separação densimétrica dos cascalhos após uma classificação granulométrica para facilitar o funcionamento dos jigs e minimizar as perdas de diamantes”.

4.8.5. Incentivos

- “Implantado no Brasil em 2003, o Sistema de Certificação do Processo de Kimberley (SCPK) é um mecanismo internacional que visa evitar que diamantes ilegais possam financiar conflitos armados e desacreditar o mercado legítimo de diamantes brutos”.
- “Para atender aos objetivos do SCPK, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) instituiu o monitoramento e o controle do comércio e da produção de diamantes brutos em território nacional por meio do Cadastro Nacional do Comércio de Diamantes (CNCD) e do Relatório de Transações Comerciais (RTC)”.
- “O sistema CNCD visa o cadastramento de produtores e comerciantes de diamantes brutos em território nacional, o controle das declarações de produção e venda no mercado interno e o gerenciamento dos requerimentos de Certificado do Processo de Kimberley (CPK)”.

4.8.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “O consumo energético para o tratamento de cascalhos diamantíferos quer de origem kimberlítica ou de origem aluvionar, é semelhante, sendo um pouco maior para os de origem kimberlítica face à necessidade muitas vezes de se triturar os blocos de rocha intemperizada, que podem envolver diamantes”.
- “Operações aluvionares oscilam em torno de 1,2 KW h/tonelada enquanto em operações kimberlíticas oscilam em torno de 1,6 KW h/tonelada”.
- “O combustível principal usado nas operações quer sejam de pequeno médio ou grande porte é o óleo diesel. Algumas plantas de tratamento já usam a energia elétrica da rede pública”.

4.9. Água Mineral

O RT-57 (Perfil da Água Mineral), de autoria do consultor Lucio Carramillo Caetano, assinala que a indústria de águas minerais apresenta-se em vigoroso crescimento, seja no plano nacional ou no internacional.

O Quadro 4.9 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

ÁGUA MINERAL
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE - SEGMENTO DE TRANSFORMAÇÃO
QUADRO 4.9

Grupo:	Não Metálicos		Cadeia:	Água Mineral		Indicadores de Comportamento Atual	
Indicadores	litros x 10 ⁹	% a.a.	per capita ¹	Indicadores	Unidade	Valor	
Produção (2008)	5		26,3	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	12.000	
Importação	ps ²			Produtividade da MO	mil litros/ cooperador/ ano	417	
Exportação	ps ²			Capacidade Instalada	Bilhões litros/ ano	5	
Consumo Aparente	5		26,3	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	0,59	

Obs: ¹litro/ habitante/ ano; ² ps = pouco significativo

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- bilhões de litros/ ano	8,8	11,3	13,3
- % a.a.	2,6	3,8	5,0
- litro / habitante / ano	41	52	61
Produção			
- bilhões de litros/ ano	8,8	11,3	13,3
- % a.a.	2,6	3,8	5,0
- litro / habitante / ano	41	52	61
Capacidade Instalada			
- Adicionada (bilhões de litros/ ano)	3,8	6,3	8,3
- Total (bilhões de litros/ ano)	8,8	11,3	13,3
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	0,50/ litro	0,50/ litro	0,50/ litro
- R\$ bilhões	1,9	3,1	4,1
Mão-de-obra			
- mil litros/ cooperador/ ano	378	420	462
- mão-de-obra adicional	10.053	15.000	17.965
- mão-de-obra total	22.053	27.000	29.965

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-57 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo I:

4.9.1. Investimentos

- Em 2005, os investimentos totais das indústrias de água mineral ou potável de mesa alcançaram mais de R\$ 109 milhões, com a seguinte distribuição aproximada: Aquisição e/ou reforma de equipamentos (33%); Infra-estrutura (13%); Instalações balneárias ou hotelaria (10%); Instalações de engarrafamento (21%) e Pesquisas geológicas e outros (23%).

4.9.2. Recursos Humanos

- “A mão-de-obra do setor (12.000 cooperadores) apresenta a seguinte composição aproximada: 293 profissionais de nível superior, 516 de nível médio, 9.261 operários e 1.968 da área administrativa”.
- Ao contrário das “linhas de copinho e descartáveis, a linha de garrações” é mais intensiva em mão-de-obra e menos exigente em especialização.
- “Diversos cursos de geologia existentes no país qualificam o geólogo para os trabalhos de pesquisa mineral, perfuração de poços e sua manutenção. Cursos de engenharia de minas preparam os graduados para exercer a responsabilidade técnica pela indústria de água mineral e potável de mesa, como exigido pela legislação brasileira”.
- “Além de geólogos e engenheiros de minas, o setor de água mineral e potável de mesa necessita de profissionais da área de alimentos, assim como profissionais de química, biologia e de engenharia de alimentos, todos perfeitamente capazes de responder tecnicamente pelas atividades desta indústria, notadamente no que se refere à produção, higienização, padrões de qualidade e saúde de seus funcionários”.
- “A ANVISA preconiza, em sua legislação, a necessidade de profissional com curso de qualificação de pelo menos 40 horas, na área de produção de alimentos. O SENAI administra diversos cursos voltados para a área de alimentos e bebidas em diversos pontos do país”.
- “O mais importante centro de ensino da área de alimentos do SENAI está sediado no município de Vassouras – RJ, onde são oferecidos cursos específicos, inclusive, um direcionado, unicamente, para a indústria da água mineral e potável de mesa. Esse curso tem a duração de 40 horas e capacita o formando a responder tecnicamente pela indústria de água mineral perante ANVISA”.

4.9.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- As águas minerais brasileiras são definidas como: *“aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuem composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distinta das águas comuns, com características que lhes conferem uma ação medicamentosa”* - Código de Águas Minerais (Decreto-Lei nº 7.841, de 08/08/1945).
- “Águas potáveis de mesa são definidas como *“as águas de composição normal provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas, que preencham tão somente as condições de potabilidade para a região”* - Código de Águas Minerais (Decreto-Lei nº 7.841, de 08/08/1945).

■ Tecnologia:

- “Segundo o INMETRO, nenhuma empresa de envase de água mineral ou potável de mesa possui a Certificação ISO 14.001 e apenas quatro empresas possuem a ISO 9.001: Indaiá, Minalba, Mineração Cunha Comércio Ltda., J. Cruz Indústria e Comércio Ltda. e SPAL Indústrias Brasileiras de Bebidas S.A.”.

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- “O tipo de equipamento escolhido, sua regulagem e manutenção bem como a capacidade de reaproveitamento da água serão os fatores determinantes para o maior ou menor consumo de água”.

- “Numa linha de descartáveis onde o enxague é feito através de um processo contínuo, há uma perda, em média de 30% do volume envasado. Se a linha de descartáveis utilizar um equipamento de enxague rotativo essa perda cai para 20%. Na linha de garrações retornáveis a perda pode atingir de 40 a 60% do total envasado. Por outro lado, na linha de copinhos, com o equipamento bem regulado, praticamente, não existem perdas”.
- “A indústria de envase de água mineral ou potável de mesa gera resíduos líquidos no processo de sanificação; resíduos sólidos, como restos de embalagens plásticas ou de vidro, restos de papel de rótulos, restos de papelão de caixas, etc. e ainda resíduos gasosos, como o CO₂ gerado pela queima da lenha utilizada em caldeiras e/ou do óleo diesel utilizado em geradores”.
- “As unidades produtoras de água mineral ou potável de mesa buscam usualmente implementar reflorestamento de mata nativa no seu entorno e na zona de recarga do aquífero, quando possível”.

■ **Visão de Futuro:**

- “O Brasil tem um bom potencial de crescimento na produção e consumo de água mineral envasada, embora em termos de consumo per capita, o país ainda esteja distante de outros mercados”.

■ **Recomendações:**

- “A legislação e o processo de instalação de novas unidades industriais de água mineral ou potável de mesa envasada no Brasil, deve ser revista com a finalidade de homogeneizar definições, procedimentos e o arcabouço legal entre as instituições brasileiras que exercem funções reguladoras e fiscalizadoras no setor”.
- “É importante harmonizar a legislação brasileira do setor de água mineral e potável de mesa envasadas com a da União Européia, visando não apenas estimular a constituição de novas empresas, como também abrir as portas do mercado externo, que é regido, basicamente, pela legislação européia”.

4.9.4. Bens de Capital e Serviços

- “A indústria brasileira de equipamentos e insumos para a indústria de envase de água mineral ou potável de mesa só não fabrica ainda, em território nacional, as injetoras e sopradoras, responsáveis pela fabricação das pré-formas e das garrafas descartáveis de PET”.
- “A indústria nacional não investiu o suficiente para a fabricação de máquinas Injetora/ Sopradora e Rotuladora de descartáveis, que são equipamentos ainda importados, respectivamente do Japão (NISSEI ASB) e da Alemanha (KRONES)”.

4.9.5. Incentivos

- “Para o funcionamento de uma indústria de água mineral no Brasil, são necessários ... cerca de 17 documentos fornecidos por diferentes entidades”.
- “A elevada carga tributária da cadeia produtiva de água mineral - cerca de 45% do preço final do produto - compromete a capacidade empreendedora dessa indústria e inibe novos investimentos”.
- “Além dos impostos comuns aos outros setores, a tributação do ICMS é baseada em valor de pauta, mediante pesquisa de preços ao consumidor, encomendada a cada quatro meses pelas Secretarias de Fazenda dos estados. Vigora também o sistema de substituição tributária, cabendo ao envasador arcar com seu imposto e antecipar ao Estado o imposto devido pelo distribuidor”.
- “Existem ainda os impostos como a Compensação Financeira pela Exploração Mineral- CFEM, que incide não apenas sobre o produto explorado, mas sobre todo o processo de produção, além do IPI para insumos básicos, boa parte dos quais importados e cotados em dólar”.

4.9.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “Segundo o DNPM (RAL/ 2009), o consumo médio de energia para o envase de água mineral ou potável de mesa é de 0,035 kWh/ano/L, para empresas que não utilizam equipamentos Injetores/Sopradores, Sopradores e Transportador por ar”.
- “Já o consumo médio das empresas, que além do processo de envase possuem os equipamentos Injetores/Sopradores, é 10 vezes maior (0,35 kWh/ano/L), devido à necessidade do equipamento trabalhar a elevadas temperaturas, bem como pela necessidade de resfriamento rápido, para que a embalagem possa adquirir a resistência necessária para o seu transporte até a linha de enxágüe e envase”.
- “Com a intenção de reduzir custos ... de energia, muitas empresas vêm implantando geradores a óleo diesel, para uso principalmente em horários de pico”.

5. Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos

O presente capítulo apresenta o perfil estratégico das seguintes 10 cadeias produtivas de transformação de recursos minerais metálicos, buscando caracterizar as correspondentes projeções de mercado no horizonte 2010 a 2030, assim como as respectivas implicações em termos de Investimentos, Recursos humanos, P&D&I, Bens de capital e serviços de engenharia e Incentivos:

- Aço (RT-58)
- Ferro-Gusa (RT-59)
- Ferroligas (RT-60)
- Fundição (RT-61)
- Alumínio (RT-62)
- Cobre (RT-63)
- Níquel (RT-64)
- Zinco (RT-65)
- Chumbo (RT-66)
- Estanho (RT-67)

Partindo dos 10 correspondentes Relatório Técnicos (RT-58 a RT-67), elaborados por consultores que integram a equipe de trabalho responsável pelos Estudos para Elaboração do Plano Duocenal, buscou-se estabelecer um padrão relativamente homogêneo e compacto de abordagem que facilite não apenas a rápida compreensão e interpretação dos aspectos contemplados, como também as consolidações e análises constantes dos Capítulos 7 a 12, além das conclusões e recomendações de diretrizes de ação para o Plano Duocenal.

Cabe ressaltar que os subseqüentes itens 5.1 a 5.10 apresentam as sinopses das correspondentes análises sínteses de cada uma das 10 cadeias de transformação de recursos minerais metálicos objeto do presente capítulo. Os textos completos das mencionadas análises sínteses encontram-se apresentados no Anexo II, que integra o Volume III do presente relatório.

5.1. Cadeia do Aço

O RT-58 (Perfil do Aço), de autoria do consultor Luiz Felipe Quaresma, ressalta que, no Brasil, o surgimento e a evolução do setor siderúrgico, se confunde com a história política e econômica do país. O RT-04 (Calaes, 2009) assinala que “o Brasil possui forte tradição siderúrgica que começou a ser formada no século XVIII, a partir das grandes descobertas de ouro na região de Vila Rica e da subseqüente identificação de grandes depósitos de minério de ferro, objeto de conjecturas dos inconfindentes de 1789, que já almejavam a construção de unidades siderúrgicas”.

“Com a transferência da família real para o Brasil, em 1808, a fusão do ferro que era realizada de forma clandestina, passou a ser autorizada, ficando o Barão de Eschwege celebrizado como o pioneiro da siderurgia brasileira, por ter sido o responsável pela implantação da fábrica de ferro “Patriótica” (1811), em Congonhas do Campo, assim como pela extração de ferro por “malho hidráulico”(1812), em Itabira”.

“Destacam-se também os movimentos precursores ocorridos no século XIX, sob liderança de Monlevade e de Varnhagen, com a instalação de forjas catalãs, nos atuais municípios de João Monlevade e Ipanema. Os eventos precursores assim como a instalação da Acesita, Açominas, Belgo Mineira, CSN, CST, Mannesmann e Usiminas, no século XX, ou ainda da CSA, na presente década, exercem importante papel na disseminação do processo de industrialização do país, fazendo do setor mineiro-metalúrgico e das indústrias de bens de capital e de bens de consumo durável a ele associadas, atividades fundamentais da economia brasileira”.

O Quadro 5.1 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DO AÇO
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 5.1

Grupo:	Metálicos	Cadeia:	Aço	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	34.000	-	-	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	119.000
Importação (2007)	1.616	-	-	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	300
Exportação (2007)	10.311	-	-	Capacidade Instalada	mil t/ ano	41.000
Consumo Aparente	25.000	5,2	120 kg	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	1.850

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	35.801	47.540	65.147
- % a.a.	1,6	2,8	4,3
- kg / habitante / ano	165	220	301
Produção			
- mil t/ ano	61.000	81000	111.000
- % a.a.	2,6	3,8	5,3
- kg / habitante / ano	282	374	513
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	20.000	40.000	60.000
- Total (mil t/ ano)	61.000	81.000	111.000
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	1.850	1.850	1.850
- R\$ bilhões	37	74	111
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	270	300	330
- mão-de-obra adicionada (x 1.000)	74	133	182
- mão-de-obra total (x 1.000)	193	252	301

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-58 e na correspondente Análise Síntese apresentada no Anexo II:

5.1.1. Investimentos

- Na década de 70, 35% dos investimentos programados pelos dois Planos Nacionais de Desenvolvimento (Iº PND / 1972-74 e o IIº PND / 1975-79) foram destinados aos setores de siderurgia e metalurgia de não ferrosos.
- Com a constituição da Siderbrás, que se tornou “a *holding* estatal para o controle e coordenação do setor siderúrgico” a ela foram incorporadas “as ações que o BNDES detinha nas usinas siderúrgicas”.
- Entre 1975 e 1999, os investimentos totais realizados na siderurgia nacional foram da ordem de R\$ 72 bilhões, a preços de 2007, dos quais 28% oriundos do Sistema BNDES.
- Até 2016, encontram-se previstos investimentos da ordem de US\$ 40 bilhões, para expansão da capacidade de produção de aço das atuais 41 milhões t/ ano, para 81 milhões t/ ano. Se tomados somente os empreendimentos de Novos Entrantes e os Projetos em Estudo, os investimentos totais serão da ordem de US\$ 18,6 bilhões e o adicional de capacidade será de 24,3 milhões t/ ano.

5.1.2. Recursos Humanos

- “Entre 2000 e 2007, o contingente de mão-de-obra do setor siderúrgico nacional aumentou de 63 mil trabalhadores, para 118 mil (61 mil de efetivo próprio e 57 mil terceirizados)”. Segundo o IBS, “pelo menos 85% do efetivo próprio das empresas associadas ao instituto tinham no mínimo o ensino médio completo em 2007 e 14,5% possuíam o curso superior completo”.

- A capacitação em programas de estagiários e *trainees* tem sido usual na siderurgia brasileira, destacando-se, em 2007, a participação de 2.180 pessoas entre estagiários e *trainees*, além de outros 870 aprendizes.
- O setor considera que as exigências de competitividade demandam maior flexibilidade e simplificação das relações de trabalhos (IBS, 2006).
- O setor evidencia baixa taxa de rotatividade e possui 45% do efetivo com mais de 11 anos de trabalho.
- O setor se preocupa com a baixa formação de engenheiros, especialmente metalurgistas (CGEE, 2008).
- A ABM diagnostica a “necessidade de 500 engenheiros metalurgistas /ano, no entanto, somente 160 saem das universidades” apontando um déficit de profissionais em diversas categorias (ABM,2008).

5.1.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “O aço é o mais importante metal utilizado pelo mundo. Usado tanto na construção de equipamentos de transporte quanto na construção civil, incorpora-se, aos bens finais, em diferentes formas e composições estruturais, além de oferecer a possibilidade de sucessivas reciclagens (CGEE, 2008).
- “Um dos usos mais significativos do aço é no setor automotivo, dada a diversidade de aplicações como chapas e componentes. Estudos do IPT/USP avaliam que o aço participa com 50% do peso de veículos populares, representando algo entre 500 e 594 quilos de componentes por veículo”.

■ Tecnologia:

- “O padrão tecnológico existente no país acompanha as melhores práticas internacionais de produção do aço, cujas propriedades dependem, dentre outros parâmetros, do teor de carbono e de outros elementos de liga, os quais, segundo o IBS, indicam duas grandes categorias: os Aços Carbono e os Aços Ligados / Especiais. A segunda categoria, também de acordo com o IBS, subdivide-se em Aços de construção mecânica (de baixa liga) e os Aços ferramenta (de alta liga)”.
- “Os investimentos em modernização tecnológica propiciaram significativa evolução da produtividade na siderurgia nacional, de 155 t/ homem/ ano, em 1990, para 438 t/ homem/ ano, em 2001. (BNDES, 2001)”.
- “Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico – que vem sendo realizados pelo CGEE, em cooperação com a AMB e o IBS, além de outras entidades governamentais, empresas siderúrgicas, e instituições acadêmicas – busca traçar estratégias para o desenvolvimento sustentável e competitivo do setor. Palestra de Fernando Rizzo, Diretor do CGEE, no 64º Congresso da ABM, em julho/09, ressaltou, dentre os 22 temas relevantes estudados, os seguintes focos para ação:
 - **Inovação Tecnológica:** Novas tecnologias com baixos valores líquidos de consumo; Alianças estratégicas com empresas de insumos e equipamentos; Programas cooperativos com clientes para inovação em produtos; Estabelecimento de um observatório tecnológico.
 - **Eficiência Energética:** Implantação de programas de eficiência energética; Utilização de fontes renováveis; Melhor aproveitamento do gás produzido durante a fabricação do carvão vegetal; Injeção de carvão e de resíduos plásticos nos altos-fornos; Aproveitamento de produtos no consumo global de energia; Oportunidades de reciclagem para eficiência energética; Uso das normas ISO 9.000 e ISO 14.000 pelas associações setoriais para gestão aprimorada de energia na indústria.
 - **Quadros Técnicos:** Revisão dos currículos universitários com fomento de intercâmbio empresa/ academia buscando a economia baseada no conhecimento; Construção de um sistema nacional de capacitação de pessoas para a siderurgia a partir de um mapa de RH.
 - **Carvão de Biomassa:** Adequação da legislação florestal às especificações da siderurgia; Ajustes dos mecanismos de financiamentos de florestas aos pequenos e médios produtores; Desenvolvimento de tecnologias de carbonização e aproveitamento da energia de co-produtos voláteis.
 - **Aço no conceito MDL:** Fomento do conceito de disposição “zero de resíduos” (escórias e portadores de ferro e carbono); Fomento da atividade de P&D para reciclagem e recuperação de produtos.
 - **Aumento do consumo interno de aço:** Estratégias tecnológicas para redução de custos de produção; Estratégias educativas para estabelecimento de uma cultura do aço”.

■ **Visão de Futuro:**

- “O GGEE (2008) define como fato portador de futuro: *é possível uma siderurgia com maior utilização do carvão nacional*”, ... e assinala ... que “o carvão vegetal de floresta plantada pode ser a alternativa energética para a siderurgia brasileira”.
- O CGEE também ressalta, como fato portador de futuro: *a carga tributária pode ser um entrave para o desenvolvimento da siderurgia*.

■ **Recomendações:**

- “... implantação imediata de uma política de desenvolvimento tecnológico acelerado. E, como fato portador de futuro conclui ; *“existe a necessidade de uma nova engenharia para dar sustentação ao desenvolvimento do país”* (CGEE, 2009)”.

5.1.4. Bens de Capital e Serviços

- “Os maiores produtores mundiais de aço “possuem domínio tecnológico ou estão em vias de possuírem, através de maciços investimentos em formação de pessoal, pesquisa e desenvolvimento”.
- “Este exemplo ... é patente em países ... asiáticos que desenvolveram sua indústria de forma espetacular”.
- “No Brasil, os investimentos neste sentido situam-se a níveis abaixo dos grandes produtores de aço”.
- “O apoio do BNDES a fábricas de bens de capital oferece condições especiais para estimular a competitividade do setor. Indústrias brasileiras também podem receber apoio financeiro para a importação de máquinas e equipamentos novos. A política do Banco é orientada pelas diretrizes da Política de Desenvolvimento Produtivo - PDP, do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC. (BNDES, site, 2009)”.

5.1.5. Incentivos

- “Entre entraves ao desenvolvimento da indústria siderúrgica o CGEE destaca a carga tributária elevada e a complexidade do sistema tributário. Assinala que a indústria siderúrgica é grande geradora de tributos, especialmente os chamados indiretos (ICMS, IPI, PIS e COFINS), em razão do significativo valor agregado de seus produtos. Portanto, incentivos fiscais para fomentar novos investimentos não prejudicam a arrecadação, ao contrário, podem representar crescimento no volume de tributos ... em períodos futuros.”.
- “A busca de financiamentos, via bancos de fomento (BNDES e instituições de repasse estaduais), são as fontes tradicionais de recursos à indústria siderúrgica. Programas de apoio do BNDES à indústria são fundamentais para desenvolver, ampliar e diversificar as fontes de recursos no país e no exterior, além de aquecer a economia e gerar empregos e renda.

5.1.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “Quanto aos aspectos energéticos relacionados à redução - seja pela rota do forno elétrico (FEA) ou pela rota do alto forno a carvão mineral / coque (BOF) - o CGEE assinala que no Brasil, assim como no restante do mundo, o consumo de energia e a emissão de CO₂ são questões ... acopladas na siderurgia”.
- “Tendo em vista a baixa possibilidade de contrair o consumo de energia e a emissão de gás de efeito estufa, nas rotas convencionais de produção de aço - existe hoje um entendimento quase consensual de que contrações acentuadas só poderão ocorrer com a adoção de novas tecnologias de redução”.
- “No que se refere à questão do transporte, assinala-se que as vias rodoviárias e ferroviárias - de ligação das siderúrgicas às fontes de minério, ao mercado consumidor e aos portos para recebimento do carvão mineral e escoamento dos produtos siderúrgicos - estão hoje relativamente adequadas aos atuais volumes deslocados”.
- “A expansão da produção siderúrgica para 80 milhões t, em 2030, exigirá modernização dos atuais sistemas de transporte, assim como novas construções para adequar a logística às demandas futuras. Por outro lado, as perspectivas de novas unidades siderúrgicas nos estados da região Norte e Nordeste, também exigirão novas infra-estruturas de transporte”.

- Cabe também assinalar “a possibilidade de ligação ferroviária com o Oceano Pacífico - vislumbrada mediante o possível projeto consorciado entre a VALE, Rio Tinto Mineração, Cargill, Odebrecht, Braskem, Ferrovia Oriental da Bolívia e Brasil Ferrovias - com extensão de 4,2 mil km, tendo, como um dos maiores atrativos, o aumento do intercâmbio com a China”.

5.2. Cadeia do Ferro-Gusa

O RT-59 (Perfil do Ferro-Gusa), de autoria do consultor Luiz Felipe Quaresma, assinala que o gusa de mercado compreende o gusa de aciaria e o gusa de fundição. O gusa de aciaria é a matéria prima para a fabricação do aço. O gusa de fundição pode ser cinzento ou nodular, em função de sua maior ou menor resistência, e é utilizado nas fundições para a produção de peças fundidas de ferro. Como insumo na produção de aço nas aciarias elétricas, o gusa de mercado concorre no mercado interno e no mercado internacional com a sucata e o ferro esponja (processo DRI ou HBI). Destaca ainda que o gusa de mercado é utilizado na composição da carga metálica nos seguintes processos:

- Fornos Elétricos a Arco - FEA (*Electric Arc Furnace* - EAF), em complementação ou substituição à sucata;
- Fornos de Fundição para produção de peças fundidas de ferro, em complementação e/ou substituição à sucata;
- Carga metálica complementar dos convertedores das aciarias tradicionais das usinas integradas a carvão mineral (coque) ou carvão vegetal (AF-BOF).

Em sequência ao processo histórico que marca a iniciação das atividades siderúrgicas no Brasil – conforme assinalado no ítem 5.1 – o marco substancial da produção industrial de ferro gusa no Brasil ocorre em 1888, com a instalação do primeiro alto-forno da Usina Esperança em Itabirito, Minas Gerais. No início do século XX, o Brasil produzia, segundo Pandiá Calógeras, 2.100 toneladas anuais de gusa de alto-forno e 2.000 toneladas de ferro em barra, em cerca de 100 forjas (Cronologia da Siderurgia Brasileira, 1971).

O Quadro 5.2 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DE FERRO-GUSA: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 5.2

Grupo:	Metálicos	Cadeia:	Ferro-Gusa	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	9.628	6,6 s/ 2000	-	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	30.000
Importação	-	-	-	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	300
Exportação (2007)	5.953	6,6 s/ 2000	-	Capacidade Instalada	mil t/ ano	14.200
Consumo Aparente	3.675	6,6 s/ 2000	17,0 kg	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	158,57

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	5.890	7.600	10.450
- relação demanda / produção (%)	38	38	38
- % a.a.	2,1	3,2	4,6
- kg / habitante / ano	27,2	35,1	48,3
Produção			
- mil t/ ano	15.500	20.000	27.500
- % a.a.	2,1	3,2	4,6
- kg / habitante / ano	71,6	92,4	127,1
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	1.300	5.800	13.300
- Total (mil t/ ano)	15.500	20.000	27.500
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	158,57	158,57	158,57
- R\$ bilhões	0,2	0,9	2,1
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	270	300	330
- mão-de-obra adicionada (x 1.000)	5	19	40
- mão-de-obra total (x 1.000)	35	49	70

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-59 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo II:

5.2.1. Investimentos

- “Os investimentos para a expansão da capacidade brasileira de produção de gusa de mercado, no horizonte 2010 a 2030, oscilarão entre o mínimo de R\$ 206 milhões e o máximo de R\$ 2.109 milhões”.

5.2.2. Recursos Humanos

- “O setor tem sido alvo de denúncias de “trabalho escravo” no carvoejamento, o que intensificou a fiscalização para o encerramento desta prática. Esta questão afeta mais diretamente as empresas localizadas nos 2 pólos produtivos do Norte, as quais estão empenhadas na melhoria das condições de trabalho nas carvoarias da região do Pólo Siderúrgico de Carajás. Muitas delas já apresentam resultados positivos, evidenciando uma mudança de atitude para enfrentar o problema”.
- “Os resultados de pesquisas efetuadas evidenciam elevado índice de inadimplemento dos encargos sociais, assim como denúncias de não pagamento de horas-extras e de adicionais. Estudos do Instituto Observatório Social destaca o esforço que as empresas siderúrgicas do Pará vêm realizando para melhorar a situação do trabalho nas carvoarias, em grande parte, incentivadas pela presença da VALE na região”.
- “A possível alteração da matriz energética do carvão vegetal, para o gás natural, ocasionaria substancial transformação do atual perfil da mão-de-obra do setor, cabendo ressaltar que as demais mudanças tecnológicas previsíveis na cadeia do ferro-gusa deverão exigir sensíveis alterações no perfil de capacitação profissional do setor”.

5.2.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ **Caracterização:**

- “A indústria de gusa de mercado consome em média 1,68 t de minério de ferro/ t de gusa. Nos últimos anos, o consumo total de minério de ferro para produção de gusa de mercado tem se mantido na faixa de 16 milhões t/ ano de minério granulado (hematitinha)”.
- “Recentes mudanças no mix das empresas produtoras de minério de ferro, e a tendência crescente de produção de minérios finos (*sinter-feed* e *pellet-feed*) para aglomeração (sinterização e pelletização), devem alertar os guseiros independentes para a futura escassez do minério granulado, até porque o granulado tem melhor preço para exportação”.
- “Os produtores de gusa de mercado deverão também considerar a possibilidade de substituir, em seus processos produtivos, o minério granulado pelo aglomerado. Dentre as soluções alternativas, destaca-se a possibilidade de aproveitamento dos finos gerados ao longo dos anos na região de Serra do Azul, seja para aglomeração e/ou para consumo direto de minérios finos, mediante alteração do processo produtivo”.

■ **Tecnologia:**

- “Dentre novas tecnologias que indicam possibilidades de utilização de materiais alternativos, o processo TecnoRed já produz, experimentalmente, gusa a partir de finos de minério de ferro, sem o emprego de carvão vegetal ou coque. A TecnoRed já patenteou a tecnologia em 25 países”.
- “Para países sem suprimento de carvão e com possibilidade de uso do gás natural como redutor, plantas de redução direta podem constituir alternativa promissora ao método clássico de fabricação de aço por alto-forno”.
- “Uma alternativa mais concreta para os guseiros independentes seria a possibilidade do uso do gás natural como redutor do minério de ferro, com o aproveitamento de finos de minério em processos alternativos (tecnologia Corex, TecnoRed ou outras)”.

■ **Carvão Vegetal:**

- “Uma tonelada de madeira com umidade média em torno de 15% produz cerca de 346 kg de carvão vegetal de boa qualidade. No Brasil, onde a maior parte da produção é realizada por métodos e tecnologias rudimentares, este rendimento médio situa-se em torno de 250 a 300 kg”.
- “O Sindicato das Indústrias de Ferro Gusa do Estado do Pará (Sindiferpa) propõe a substituição do carvão vegetal pelo gás natural na produção do gusa. Por sua vez, a Fundação Gorceix aponta a possibilidade de redução do corte de milhões de árvores se pudesse ser utilizado o gás natural”.
- “Minas Gerais consome cerca de 60% do carvão vegetal destinado à produção do gusa de mercado no país, ou 65% se considerada a produção de gusa das usinas integradas a carvão vegetal. O estudo CGEE / ABM considera que a utilização do carvão vegetal no alto-forno tem importantes vantagens perante o carvão mineral”.

■ **Reflorestamento:**

- “Na fabricação do gusa são necessários em torno de 3 m³ de carvão de vegetal / t de produto. O Brasil possui a maior área de florestas artificiais de eucaliptos, com cerca 5 milhões ha plantados em Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia e Espírito Santo. A maior parte dos plantios destina-se à siderurgia a carvão vegetal e à produção de celulose. No Brasil, as espécies mais comuns podem atingir 30 metros em cerca de 7 anos e, por tolerar cortes sucessivos, o eucalipto é a árvore cultivada, visando a produção siderúrgica”.
- “Considerando-se a tecnologia genética adquirida, é possível ampliar as áreas de plantação florestal, sem competir com a produção de alimentos. Por outro lado, com linhas de financiamento específicas (ex: Programa de Plantio Comercial de Floresta - Propflora e PRONAF Florestal), o plantio futuro de florestas, para o uso industrial, parece estar garantido”.
- “O reflorestamento para uso industrial, além de contribuir para a fixação da mão de obra no interior do país, protege as matas nativas ainda existentes. A Associação Mineira de Silvicultura (AMS), estima que somente 0,6% do território brasileiro é utilizado nesta atividade e há espaço para a expansão em áreas não produtivas alimentares e fora das áreas de proteção ambiental”.

■ **Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:**

- “Para a produção de cada metro cúbico de carvão vegetal pode-se utilizar no máximo 12 árvores (IN 01/96 do MMA) equivalente a 80 m³ de gás natural”. ... Os empreendimentos florestais inserem-se no MDL do Protocolo de Kyoto e, segundo a ASICA, “cada tonelada de ferro-gusa produzida com carvão vegetal captura 890 kg de gás carbônico e deixa na atmosfera um saldo de 203 kg de oxigênio”.
- “Os rejeitos (escória) dos fornos produtores de gusa de mercado são destinados à indústria de cimento e de fertilizantes. A água de lavagem dos altos-fornos é reutilizada”.
- “Modernos fornos industriais com tecnologia DPC (*Drying Pyrolysis Cooling*) vêm produzindo carvão vegetal com o uso de reatores que carbonizam a madeira, utilizando os gases nocivos como fonte de energia, o que evita a queima parcial da madeira enfiada pois, com a queima de 100% do gás metano, toda a fumaça que normalmente acompanha as carvoarias é eliminada.(site IBÉRICA -PA)”.

■ **Visão de Futuro:**

- Novas tecnologias siderúrgicas associadas a alternativas energéticas, podem favorecer o fortalecimento da vocação siderúrgica do país, desde que as condicionantes do “custo Brasil” (infra-estrutura e tributação) sejam diligente e eficientemente aperfeiçoadas.

5.2.4. Incentivos

- “O diferimento de ICMS é prática comum entre os estados produtores de gusa, sendo o imposto cobrado na etapa seguinte quando o gusa é consumido dentro das fronteiras estaduais. Nas operações intra-estaduais a alíquota é de 18% e nas inter-estaduais, de 12% (para estados do sul e sudeste) e de 7% (para estados do norte, nordeste, centro-oeste e Espírito Santo)”.
- “O estado do Pará concede crédito presumido de forma a que a carga tributária fique reduzida para as empresas que tiveram o benefício concedido pelo governo estadual”.
- “A desoneração do ICMS permitida pela Lei Complementar n° 87/96, além da Cofins e do PIS deixa o gusa isento de impostos sobre a produção exportada”.
- “Para o setor de gusa de mercado a carga tributária ascende a 38,6% sobre as vendas internas”.
- “O Imposto sobre Produtos Industrializados incide à alíquota de 5% sobre o preço de venda”.
- “Visando minorar os efeitos da atual crise internacional, Minas Gerais vem adotando medidas para incentivar o setor de gusa:
 - Inclusão de materiais incorporados à produção de gusa, na lista de geradores de crédito de ICMS;
 - Redução ou diferimento das contas de energia, mediante solicitação à CEMIG;
 - Prorrogação do prazo para pagamento do IPVA dos caminhoneiros”.

5.2.5. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “Em muitas unidades industriais, a energia elétrica é fornecida por usinas termoelétricas próprias, com aproveitamento dos gases de alto-forno. O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), do MME, deve ser considerado como dispositivo de suporte às iniciativas de aproveitamento energético associado à carbonização da madeira, bem como à instalação de sistemas de co-geração”.
- “A oferta de gás natural nacional ainda não é suficiente para o abastecimento do mercado, estando condicionada às perspectivas dos campos das bacias de Santos (SP) e de Campos (RJ) e do *pré-sal* ou ainda do gasoduto da Venezuela, para atender a região norte, ou o da Bolívia. para a região sudeste”.

5.3. Cadeia de Ferroligas

O RT-60 (Perfil de Ferroligas), de autoria dos consultores Adelmo Melgaço e Paulo von Kruger, assinala que, a produção brasileira de ferroligas foi iniciada “em 1906, na Escola de Minas de Ouro Preto em um forno de 12 kW que produziu ferromanganes”. Ressalta que “a fase pioneira dessa indústria é caracterizada pela instalação de pequenas unidades em Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, geralmente conjugadas a pequenas usinas hidroelétricas” e que “o desenvolvimento maior ... iniciou-se na década de 1960 quando o Brasil construiu grandes usinas hidroelétricas – Três Marias, Furnas e Sobradinho, entre outras.”

O Quadro 5.3 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DO FERROLIGAS
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 5.3

Grupo:	Metálicos	Cadeia:	Ferroligas	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	933	6,2 s/ 1970	5,0	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	18.320
Importação (2007)	88	11,0 s/ 1970	0,5	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	51
Exportação (2007)	311	8,0 s/ 1970	1,7	Capacidade Instalada	mil t/ ano	1.300
Consumo Aparente	519	5,1 s/ 1970	2,8	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	2.775

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- milhões t/ ano	1,1	1,4	1,7
- % a.a.	3,4	4,6	5,6
- kg / habitante / ano	5,1	6,5	7,9
Produção			
- milhões t/ ano	1,6	2,0	2,4
- % a.a.	2,5	3,5	4,4
- kg / habitante / ano	7,4	9,2	11,1
Capacidade Instalada			
- Adicionada (milhões t/ ano)	0,3	0,7	1,1
- Total (milhões t/ ano)	1,6	2,0	2,4
Investimento			
- R\$ / unidade de capacidade adicionada	2.775/ t	2.775/ t	2.775/ t
- R\$ bilhões	0,8	1,9	3,1
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	45	50	57
- mão-de-obra adicionada	6.667	14.000	19.298
- mão-de-obra total	24.987	32.320	37.618

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-60 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo II:

5.3.1. Investimentos

- “Para aumentar sua capacidade instalada em 600 mil t/ ano o setor de ferroligas deverá investir, somente nas usinas, cerca de US\$ 900 milhões, nos próximos 20 anos”, do que resulta o indicador de US\$ 1.500/ t de capacidade adicionada.

- Adotando-se o indicador de R\$ 2.775/ t adicionada, os investimentos necessários para a expansão da produção brasileira de ferroligas oscilarão entre o mínimo de R\$ 0,8 bilhões e o máximo de R\$ 3,1 bilhões.

5.3.2. Recursos Humanos

- “Em 2007, o setor de ferroligas empregava 18.320 pessoas em suas usinas e escritórios, sendo cerca de 10% de nível superior, com predominância de engenheiros metalúrgicos, químicos e florestais. A produtividade nesse ano foi de 51 t/ cooperador / ano”.
- Na projeção das necessidades de mão-de-obra para fazer face à expansão da produção prevista para 2030, considerou-se, no Cenário Vigoroso, a produtividade de 50 t/ cooperador/ ano, no Cenário Frágil, uma redução de 5% e, no Cenário Inovador, um aumento de 14%.

5.3.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “Ferroligas são ligas de ferro com outros metais que tem como objetivo incorporar esses outros metais – elementos de liga – ao aço e aos produtos fundidos de ferro e aço. Essas incorporações conferem a elas qualidades específicas”.

■ Tecnologia:

- “A produção de ferroligas é realizada em fornos elétricos a arco submerso, com exceção para certas ligas especiais – ferro titânio, ferro molibdênio, ferro tungstênio e ferro vanádio e, em alguns casos ferro-nióbio – cuja produção se dá pelo processo de aluminotermia, onde os minérios e pó de alumínio são misturados e a oxidação do alumínio libera energia obtendo-se assim a ferroliga em processo descontínuo”.
- “No forno elétrico a arco submerso são carregados os minérios, redutores – carvão vegetal e/ou coque e carvão mineral – e pela passagem da corrente elétrica resulta na ferroliga e alguma escória”.

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- “As empresas desse setor já fizeram acordos com órgãos ambientais dos estados onde elas se localizam para instalar filtros nas chaminés para reter o material particulado desprendido nas chaminés”.
- “A vasta área de reflorestamento” vinculada ao setor de ferroligas, “aliada às melhorias na capacidade de plantio e aumento da produtividade do solo proporcionam um benefício de redução de CO2 para a atmosfera que pode chegar até 52 milhões t de CO2, em 20 anos”.

■ Visão de Futuro:

- “Sem a garantia de uma política consistente de abastecimento de energia a preços competitivos internacionalmente as metas de expansão não só não serão atingidas como irão também comprometer a atual capacidade instalada”.

5.3.4. Bens de Capital e Serviços

- O Brasil conta com boa estrutura de suprimentos de bens de capital e serviços de engenharia demandados pela indústria de ferroligas.

5.3.5. Incentivos

- Verifica-se a existência de significativa produção de ferroligas em regiões sujeita aos incentivos da SUDENE e SUDAM, caracterizando-se também excelentes oportunidades de expansão de produção em áreas sujeitas ao referidos regimes incentivados, notadamente na área do Programa Grande Carajás e nos eixos logísticos da Estrada de Ferro Carajás (EFC) e Hidrovia de Tucuruí.

5.3.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “As empresas brasileiras têm hoje, em seus fornos, uma capacidade instalada de cerca de 650 MW. A produção própria de energia corresponde a menos de 5% dessa capacidade”.
- No período 1998 a 2007, o consumo de energia elétrica na indústria de ferroligas cresceu à taxa de 3,2% a.a., de 5,7 milhões MWh, para 7,6 milhões MWh.
- A energia elétrica participa com 35% dos custos de produção, sendo “o principal insumo utilizado para a produção de ferroligas”.
- Considerando-se a expansão da atual capacidade instalada de 1,3 milhões t/ ano para 2 milhões t/ ano, em 2030, o consumo de energia deverá se situar em 11 milhões de MWh/ ano.
- “As tarifas de energia no Brasil nos últimos 20 anos subiram muito acima das praticadas nos principais países concorrentes do Brasil no mercado internacional de ferroligas”.

5.4. Cadeia de Fundição

O RT-61 (Perfil da Fundição), de autoria do consultor Boaventura Mendonça d’Ávila Filho, assinala que, “a fundição no Brasil é um setor exemplo da convivência de grandes unidades de produção seriada de peças, por exemplo, para a indústria automobilística, com fundições de pequeno e médio portes que produzem peças sob encomenda ou por desenho”.

O Quadro 5.4 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DE FUNDIÇÃO
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 5.4

Grupo:	Metálicos	Cadeia:	Fundição	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	3.350	9,5 s/2001	17,7	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	59.721
Importação	-	-	-	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	56,2
Exportação (2008)	610	-	-	Capacidade Instalada	mil t/ ano	3.900
Consumo Aparente	2.740		14,7 kg	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	3.000

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	5.100	7.600	10.800
- relação demanda / produção (%)	75	75	75
- % a.a.	2,9	4,7	6,4
- kg / habitante / ano	23,6	35,1	49,9
Produção			
- mil t/ ano	6.800	10.100	14.400
- % a.a.	3,3	5,1	6,9
- kg / habitante / ano	31,4	46,7	66,5
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	2.900	6.200	10.500
- Total (mil t/ ano)	6.800	10.100	14.400
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	3.000	3.000	3.000
- R\$ bilhões	8,7	18,6	31,5
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	77	119	138
- mão-de-obra adicionada (x 1.000)	38	52	76
- mão-de-obra total (x 1.000)	99	112	136

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-61 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo II:

5.4.1. Investimentos

- “Entre 2002 e 2005, ... o setor ... investiu cerca de R\$ 1 bilhão, adicionando 340 mil t à capacidade instalada de produção de fundidos. Na média, verifica-se um custo de investimento de R\$ 2.941 por tonelada adicionada, valor que condiz com a expectativa da ABIFA de custo médio de investimento na faixa de US\$ 1.500/ t adicionada de peças à capacidade de produção”.
- “O setor projetava um aumento de capacidade anual instalada de 850 mil t, entre 2008 e 2012, prevendo investir cerca de US\$ 930 milhões no período. Na média, resulta investimento unitário de US\$ 1.100/ t de peças, índice representativo para expansão das fundições” ... “Projetos de novas unidades de fundição, divulgados pela imprensa e analisados pela ABIFA, contemplam investimentos médios na casa dos US\$ 1.800/ t de capacidade anual”.

5.4.2. Recursos Humanos

- O índice de produtividade da indústria brasileira de fundidos, que era de 30,7 t/ homem/ ano, em 1995, apresenta-se continuamente crescente, já superando o de países como Rússia e França e já se aproximando do atual patamar do Canadá.

- A produtividade na produção nacional de fundidos apresenta-se diretamente associada ao porte da fundição. Porém, aparentemente, não está condicionada exclusivamente ao efeito da escala, mas ao padrão tecnológico e de gestão de mais fácil acesso pelas empresas de maior porte. Constata-se, portanto, assim como em outros segmentos e cadeias produtivas minero-industriais, a importância de se promover o acesso aos meios de atualização tecnológica e gerencial.
- Quanto ao nível de escolaridade da mão-de-obra do setor, evidencia-se que 79% possuem o 1º grau completo, 47%, o 2º grau completo, 9% são técnicos de nível médio, 5% possuem curso de nível superior e 1,3% tiveram acesso à pós-graduação.

5.4.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- Da análise dos investimentos realizados em P&D&I na indústria brasileira de fundição, verifica-se a participação predominante de desenvolvimento de processos.

■ Tecnologia:

- “O padrão tecnológico da fundição brasileira, mormente nas unidades de maior porte e exportadoras, é suficientemente avançado” e, no horizonte das projeções efetuadas, “não se prevê radical evolução da tecnologia produtiva de peças fundidas.”
- “O acabamento das peças fundidas é ponto de destaque no parque brasileiro, que vem evoluindo do suprimento de peças brutas, só rebarbadas, para as peças acabadas (usinadas) e mais recentemente para a produção de subconjuntos, acompanhando a desverticalização em curso nas indústrias consumidoras, produtoras de bens finais, como o setor automobilístico”.
- Da análise das atividades inovadoras no setor de fundição, ressaltam-se as seguintes principais manifestações relativas à soma de mediana e intensa atividade praticada pelas empresas do setor:
 - Aquisição de conhecimentos externos: 12% das empresas
 - Aquisição externa de P&D: 22% das empresas
 - Atividades internas de P&D: 39% das empresas
 - Inovações na comercialização: 39% das empresas
 - Treinamento interno orientado: 59% das empresas
 - Novos produtos e processos: 58% das empresas
 - Aquisição de máquinas e equipamentos: 62% das empresas

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- “A ABIFA participa do Programa P + L (Produção mais Limpa) e consolida grupo de empresas fundidoras para, com o apoio do meio acadêmico, estudar e operacionalizar utilizações e/ ou formas adequadas de descarte das areias usadas, dado o volume significativo de sua utilização, conforme comprovam as relações em peso areia/ metal na produção de peças: **Ferro:** 3 de areia para 1 metal; **Aço:** 5 para 1; e **Alumínio:** 12 para 1”

■ Visão de Futuro:

- A indústria brasileira de fundição apresenta forte potencial de consolidação de sua posição competitiva, pois “constitui um destacado setor de transformação mineral, atendendo a exigentes consumidores no mercado doméstico e também a exportação para países como os do NAFTA e Comunidade Européia, ainda mais exigentes quanto à qualidade do produto.”

5.4.4. Bens de Capital e Serviços

- “Na sua maior parte, a indústria nacional de bens de capital supre as encomendas de novos equipamentos para o setor de fundição, a partir de projetos desenvolvidos pela engenharia brasileira”.

5.4.5. Incentivos

- A “cadeia de fundição..., no Brasil, congrega mais de 1.300 unidades fundidoras, a maioria classificada como PMEs. Destaca-se, portanto, a necessidade de se adotar uma cuidadosa gestão das políticas de tributação e de financiamentos, de forma a manter e ampliar o clima de atratividade a investimentos e de melhoria de competitividade e da sustentabilidade do setor. As seguintes recomendações devem ser consideradas:
- Revisão da cobrança de ICMS no abastecimento de sucata ferrosa e de alumínio, pois a tributação destes materiais nas transações interestaduais diminui a competitividade da produção de fundidos, especialmente nas regiões menos desenvolvidas, onde é menor a geração de sucata e a atividade de reciclagem.
- Estabelecimento de incentivos tipo “draw-back” verde e amarelo, uma vez que a gusa tem elevada participação no preço final da peça fundida ferrosa e os produtores independentes desta matéria prima, em sua maioria localizados em Minas Gerais, têm por prática nivelar seu preço para as fundições nacionais ao valor obtido no mercado externo, acarretando perda de competitividade para o setor de fundição.
- Adequação das linhas de financiamento incentivado para investimentos, para as PMEs, uma vez que os montantes envolvidos, na maioria das vezes, não possibilitam acesso às fontes mais favorecidas (BNDES, financiamentos externos).

5.4.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “O Setor de Fundição é intensivo no consumo de energia elétrica. Em 2008 para uma produção de 3,350 milhões de toneladas de peças, consumiu 3,28 milhões de MWh, numa média bem próxima de 1.000 kWh por tonelada produzida”.
- “Em relação à infra-estrutura de transportes, os fluxos mais relevantes compreendem: **i) Gusa:** de Minas Gerais para São Paulo e Sul; **ii) Sucata:** do sudeste para o Sul; e **iii) Peças Fundidas:** do Sul e de Minas para São Paulo das fundições para exportação (portos)”.
- “O uso predominante do modal rodoviário nestas movimentações acarreta custos elevados, mas praticamente não pode o Setor contar com as ferrovias para seu transporte de materiais e de produtos, pois não há oferta competitiva em prazo de entrega neste segundo modal”.
- “Preocupa ainda a ineficiência da maioria dos portos brasileiros no manuseio dos produtos e dos materiais da Cadeia de Fundição. O porto de São Francisco do Sul – SC atende de forma satisfatória às exportações da TUPY, maior fundição do país, mas, por exemplo, não se mostra adequado ao recebimento de gusa, que poderia advir dos portos do Maranhão e do Pará, nem para o manuseio de sucata.”

5.5. Cadeia do Alumínio

O RT-62 (Perfil do Alumínio), de autoria do consultor Luiz Felipe Quaresma, assinala que o Brasil iniciou a sua produção de alumínio primário na década de 50, através de sua primeira unidade instalada em Ouro Preto. Nas décadas seguintes foram surgindo unidades de produção de bauxita, de alumina, além de novas unidades de alumínio metálico, expandindo e consolidando a estrutura de produção verticalizada hoje existente. A partir dos anos 90, o Brasil ultrapassou a barreira de 1 milhão t produzidas de alumínio primário

O Quadro 5.5 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DO ALUMÍNIO
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 5.5

Grupo:	Metálicos	Cadeia:	Alumínio	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	1.900**	6,5 s/ 2001	10,1 kg	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	18.000
Importação (2007)	212		1,1 kg	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	89
Exportação (2007)	1.045		5,6 kg	Capacidade Instalada	mil t/ ano	1.685
Consumo Aparente	1.067		5,6 kg	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	18.500

Obs: *kg/ habitante/ ano; **Produção primária (1.600 mil t) + secundária (300 mil t)

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	2.200	3.200	4.300
- % a.a.	3,2	4,9	6,2
- kg / habitante / ano	10	15	20
Produção			
- mil t/ ano	4.100	5.100	6.200
- % a.a.	3,1	4,1	5,0
- kg / habitante / ano	18,9	23,6	28,7
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	2.400	3.400	4.500
- Total (mil t/ ano)	4.100	5.100	6.200
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	18.500/ t	18.500/ t	18.500/ t
- R\$ bilhões	44	63	83
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	81	90	99
- mão-de-obra adicionada (x 1.000)	30	38	45
- mão-de-obra total (x 1.000)	48	56	63

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-62 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo II:

5.5.1. Investimentos

- Segundo a ABAL, a CBA investiu cerca de R\$ 2,5 bilhões (US\$ 1,4 bilhão) para aumentar sua capacidade em 95 mil toneladas, ao custo médio de US\$ 14.470/ t de capacidade instalada.
- Partindo de tal parâmetro e considerando a projeção de capacidade instalada para 6,2 milhões de alumínio em 2030 (acrécimo de 4,5 milhões t) o RT-62 estimou investimentos da ordem de US\$ 65 bilhões na expansão da capacidade produtiva de alumínio primário, no período 2010 a 2030. Admitindo-se que tal expansão da capacidade de produção do metal primário seja acompanhada de correspondente acréscimo de capacidade instalada de alumina e de bauxita, ter-se-ia:
 - **Alumina:** Expansão de 9 milhões t/ ano, com investimentos de US\$ 10,8 bilhões (US\$ 1.200/ t)
 - **Bauxita:** Expansão de 18 milhões t/ ano, com investimentos de US\$ 1,2 bilhões (US\$ 65/ t)
- As estimativas adotadas no RT-79 consideram os seguintes indicadores de investimento por unidade de capacidades instalada: i) Alumínio: US\$ 7 a 8 mil/ t; e ii) Alumina: US\$ 1.200/ t. Considerando-se a necessidade de 2 t de alumina por tonelada de alumínio, admite-se o investimento de US\$ 10.000/ t de alumínio e alumina equivalente, ou seja R\$ 18.500/ t.

- Os investimentos aqui assinalados para sustentar a expansão da capacidade produtiva da cadeia do alumínio não consideram a necessidade de capital para fazer face à expansão da capacidade de geração própria de energia, das empresas produtores de alumínio, admitindo-se que as mesmas pelo menos mantenham a atual participação geração própria/ demanda total de energia.

5.5.2. Recursos Humanos

- A mão-de-obra direta alocada na cadeia de produção de alumínio primário, no Brasil, é da ordem de 20 mil pessoas (bauxita, alumina e metal primário), expandindo-se para cerca de 63 mil, quando adicionados cerca de 2 mil pessoas alocadas na produção secundária e aproximadamente 41 mil alocadas nas empresas transformadoras. Ao se considerar a mão-de-obra indireta ao longo de toda a cadeia produtiva, o total de postos de trabalho ascende a 130 mil pessoas ou a 300 mil, se considerada a reciclagem.
- “Em 2007, a área de recursos humanos na cadeia do alumínio apresentou o seguinte comportamento:
 - Saldo líquido de 1.071 novos postos de trabalho.
 - 27% dos postos de trabalho preenchidos por trabalhadores terceirizados
 - Do total de efetivos, 8% só possuem o ensino fundamental; 70%, o ensino médio ou técnico de nível médio; 20%, nível superior; e 2%, pós graduação.
 - O número de acidentes de trabalho (segmentos de bauxita, alumina e metal primário) é de 1,48/ milhão de horas trabalhadas, 26% inferior à média mundial de 2 acidentes por milhão de horas trabalhadas.
 - Cerca de 2% do faturamento das empresas foi destinado a investimentos sociais, compreendendo: i) 1% em encargos compulsórios (INSS, FAT, etc.); ii) 0,6% em saúde, transporte e educação; e iii) 0,4% em capacitação tecnológica”.

5.5.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “Dentre as suas notáveis características, o alumínio possui ponto de fusão de 660°C (o do aço é 1.570°C), peso específico de 2,70 g/ cm³ (35% do peso do aço e 30% do peso do cobre), elevada resistência a corrosão, condutibilidade elétrica, condutibilidade térmica e a possibilidade de ser infinitamente reciclável”.
- O grande desafio do alumínio é concorrer com o aço, a madeira e o plástico. A sua grande vantagem é a reciclagem. Segundo a ABAL, *“a sofisticação ou a melhor qualificação, faz, do alumínio um concorrente mais nobre do que o ferro ou aço, menos nobre do que a madeira, mas mais funcional do que ambos os concorrentes”*.

■ Tecnologia:

- “A maioria dos materiais de alumínio e as suas ligas são produzidas segundo especificações das normas CB-35 da ABNT. Por sua vez, a ABAL publica uma série de guias técnicas com atualizações e aprimoramentos de interesse para toda cadeia de produção”.
- “No Brasil, as empresas produtoras de alumínio primário têm melhorado a eficiência energética de seus processos produtivos, principalmente, na etapa de redução. Com efeito, segundo a ABAL, nos últimos 10 anos, a média brasileira foi de 15 MWh/ t de alumínio enquanto a média mundial foi de 15,2 MWh / t”.

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- “Melhorias de eficiência vêm sendo verificadas também no consumo e reutilização de água. Como exemplo, a Alcoa (Poços de Caldas – MG), espera reutilizar toda a água usada no processo e, mediante a captação de água das chuvas, deverá interromper a captação a partir do rio que atualmente abastece a sua usina”.
- “Segundo a ABAL, o índice de emissões de gases de efeito estufa (GEE) na indústria brasileira do alumínio foi de 0,47 t de CO₂ equivalente por tonelada de alumínio produzido. A emissão de gases (GEE) na indústria do alumínio representa 1% do total mundial das emissões de todas as atividades econômicas”.

5.5.4. Bens de Capital e Serviços

- “O alumínio, por ser um alto condutor térmico e elétrico, reúne características ideais para a aplicação na transmissão de energia”.
- “Em 2007, foram aportados investimentos da ordem de R\$ 4,1 bilhões na indústria do alumínio, cerca de 50% acima do registrado no ano anterior. Esses investimentos foram, principalmente, em expansões da capacidade produtiva, melhorias e inovações tecnológicas e autogeração de energia elétrica”.
- “Parte desses investimentos visaram atender, segundo a ABAL, ao crescimento da demanda de vários setores, como embalagem, transporte, construção civil, e bens duráveis, além de desenvolver produtos de maior valor agregado para novas aplicações”.

5.5.5. Incentivos

- “Os produtos de alumínio destinados à construção civil tiveram a alíquota de 5% do IPI reduzidas a zero”.
- “A carga tributária do setor é de 37%, resultado da divisão do total de impostos, pela receita de mercado interno, já que a de exportação é isenta”.

5.5.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “Cerca de 1/3 do custo de produção do alumínio primário é devido à energia. Portanto a garantia de fornecimento deste insumo com tarifas estáveis é a base para a expansão da indústria. No Brasil, a matriz energética da indústria do alumínio está na hidroeletricidade, enquanto no resto do mundo são os combustíveis fósseis, que predominam no abastecimento da produção do metal”.
- “No país atualmente, 85% da matriz energética, é de origem hidroelétrica e a associação dos produtores (ABAL) informa que pelo menos 31% da energia usada na produção do alumínio são das próprias empresas de alumínio. O Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (PDEE) do governo federal pretende elevar a oferta de energia hidrelétrica em 4,4% a.a., até 2015”.
- “A existência de potencial hidroelétrico na região norte do país, representa uma vantagem comparativa, pois além de renovável é limpa e de menor custo, relativamente ao gás natural, óleo combustível ou carvão mineral. (ABAL, 2006/2007). Entretanto, tal vantagem comparativa necessita ser transformada em vantagem competitiva”.

5.6. Cadeia do Cobre

O RT-63 (Perfil do Cobre), de autoria do consultor José Osaél Gonçalves de Farias, assinala que “a indústria de transformação de cobre brasileira, concentra-se quase que exclusivamente na planta da Caraíba Metais S/A, instalada em Dias D`Ávila, ... no pólo de Camaçari - BA. ... Em 2008, a indústria de transformação de cobre brasileira ultrapassou o patamar de produção de 225 mil t/ ano de cobre primário. Com capacidade atual de 220 mil t/ ano de cobre eletrolítico, a planta da Caraíba Metais (98% da oferta interna), atende tão somente a pouco mais de 50% do cobre consumido no país, estimado em cerca de 409.000 t”.

O Quadro 5.6 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DO COBRE
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 5.6

Grupo:	Metálicos	Cadeia:	Cobre	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	250*	1,5 s/ 1988	1,32	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	1.000
Importação	252	7,4 s/ 1998	1,33	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	285
Exportação (2008)	93	6,4 s/ 1998	0,49	Capacidade Instalada	mil t/ ano	225
Consumo Aparente	409	3,2 s/ 1988	2,16	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	9.250

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	598	779	1.001
- % a.a.	1,7	3,0	4,2
- kg / habitante / ano	2,75	3,59	4,61
Produção			
- mil t/ ano	624*	744*	984*
- % a.a.	4,2	5,1	6,4
- kg / habitante / ano	2,88	3,44	4,55
Capacidade Instalada (Cu Primário)			
- Adicionada (mil t/ ano)	295	395	595
- Total (mil t/ ano)	520	620	820
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	9.250	9.250	9.250
- R\$ bilhões	2,7	3,7	5,5
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	260	285	300
- mão-de-obra adicionada	1.134	1.386	1.983
- mão-de-obra total	2.134	2.386	2.983

Obs: * Produção primária + secundária; Produção secundária = produção primária x 0,2

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-63 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo II:

5.6.1. Investimentos

“Projetos recém implantados e/ou com anúncio de implantação a curto e médio prazos”, apresentam os seguintes indicadores de investimentos para unidades metalúrgicas de cobre primário: i) Planta pirometalúrgica, com escala entre 250 e 300 mil t/ ano: Expansão (*brownfield*): US\$ 3.000 a 5.000/ t; Implantação (*greenfield*): US\$ 5.000 a 7.000/ t; e ii) Implantação de planta hidrometalúrgica, com escala entre 5 e 30 mil t/ ano: US\$ 2.500 a 4.500/ t.

5.6.2. Recursos Humanos

- “Sob o ponto de vista funcional, a mão-de-obra da Caraíba Metais apresenta a seguinte composição: 43% alocada à operação, 23% à manutenção, 30% à administração e 4% à comercialização”.
- “No período 1990 e 2009, a produtividade da Caraíba Metais apresenta crescimento à taxa de 4,4% a.a., de 114,7 t de metal/ cooperador/ ano, em 1990, para 257,8 t de metal/ cooperador/ ano, em 2009, como reflexo da contínua modernização da planta. O contingente de mão-de-obra da empresa, no referido período, apresenta contração de 1.370 para 800 cooperadores”.
- “Os efeitos das diferentes melhorias de processo e de gestão acumuladas pela empresa ..., podem ser aferidos através do indicador de ocupação de mão-de-obra que evidencia uma contração de 55%, entre os 8,7 cooperadores/ mil t produzidas, em 1990, e os 3,9 cooperadores / mil t produzida, em 2009”.

- Evidencia-se a necessidade de vigorosas ações de governo ... no sentido de “ampliar e consolidar a oferta de profissionais de nível médio com perfil ... para a mineração e a metalurgia do cobre”, fazendo-se também necessário “ampliar a rede de escolas profissionalizantes e criar centros de treinamento para qualificação de pessoal voltado à atividade mineiro-metalúrgica nas principais regiões de interesse do cobre”.

5.6.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “Em razão de suas excepcionais propriedades - alta resistência à corrosão, excelente condutividade elétrica e térmica, ótima maleabilidade e ductibilidade, excelente metal de liga, ótima durabilidade e reciclabilidade, essencial micronutriente, entre outras - o cobre detem a 3ª posição como o metal mais usado nos dias atuais, após o ferro e o alumínio”.

■ Tecnologia:

- “A indústria de cobre brasileira é moderna, atualizada e gerencialmente bem conduzida e ... caracteriza-se por ter custos competitivos”.
 - “O processo pirometalúrgico da Caraíba é convencional e compreende duas etapas de fundição (*smelting*) do concentrado sulfetado ... e ... de refino eletrolítico com a obtenção de cobre ... 99,9% (*refining*). A planta ... é dotada de uma unidade de laminação para produção de vergalhão de cobre de 8 mm. ... A partir do vergalhão, equipamentos da unidade de trefilação produzem os fios trefilados”.
 - “A planta ainda dispõe de uma unidade para obtenção do vergalhão *oxigen-free*, produto de maior valor agregado na laminação. As unidades mais críticas ... têm as seguintes capacidades instaladas: **i) refino eletrolítico:** 220 mil t/ ano de cobre eletrolítico ... 99,99%, com ... expansão para ... 270 mil t/ ano ... em 2013; **ii) laminação:** 211 mil t/ ano de vergalhão; **iii) trefilação:** 16 mil t/ ano de fio de cobre; e **iv) planta de ácido sulfúrico:** 570 mil t/ ano de H₂SO₄ e 70 mil t/ano de oleum”.
 - A planta da Caraíba Metais “é reconhecida pela sua escala de produção e pelos seus índices de desempenho entre as mais importantes metalurgias de cobre do mundo”.
 - “Segundo a Brook Hunt, em estudo sobre custo na indústria do cobre mundial, datado de 2003, a Caraíba situava-se ... entre os 6 *smelters* de mais baixo custo. O seu custo à época era de 14,21 cents/ libra-peso, ou US\$ 313,27/ t para um TC/RC médio de US\$ 187,39/ t”.
 - “A indústria de cobre primário brasileira ingressou ... no rota hidrometalúrgica com dois processos distintos. O primeiro foi introduzido pela Mineração Caraíba em sua planta de 5.000 toneladas de catodo de cobre com a tecnologia SX/EW, que visa tratar minério oxidado de cobre e obter catodo de cobre. Embora ... de pequena escala, a planta da Mineração Caraíba representa um avanço tecnológico na medida em que incorpora ... uma nova tecnologia de produção não convencional, mais amigável ambientalmente e de baixo CAPEX e OPEX, além de permitir escalas menores e flexibilidade operacional”.
 - “A tecnologia SX/EW, ... responsável por 25% da produção de metal no mundo, tem como desvantagem o não aproveitamento dos subprodutos como ouro e prata e, em alguns casos, não atingir a pureza 99,9%. Neste caso, o catodo SX/EW é submetido a refino”.
 - “O segundo processo hidrometalúrgico ... pode ser um novo *breakthrough* tecnológico, na medida em que criará uma alternativa à pirometalurgia no tratamento de concentrados sulfetados. Esse processo está consubstanciado” na UHC da VALE, a qual conta com “tecnologia canadense desenvolvida pela *Cominco Engineering Services Ltd.* (CESL), empresa de engenharia do grupo Teck-Cominco. Os investimentos na UHC montaram a mais de US\$ 90 milhões”.
 - “A área de P&D da indústria do cobre conta com centros de pesquisa de excelência no país, podendo ainda buscar alternativas no exterior”.
- #### ■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:
- “De acordo com a Caraíba Metais, os seus efluentes líquidos são gerados, coletados e tratados em regime de sistema separador, um para os orgânicos e outro para os inorgânicos, não havendo mistura entre eles”.

- “A empresa possui um Sistema de Gestão Ambiental voltado para a otimização do uso dos recursos naturais e a prevenção da poluição através dos princípios da produção mais limpa e do gerenciamento dos seus efluentes líquidos, sólidos e gasosos”.
- O consumo unitário de água na planta da Caraíba Metais evidenciou redução, entre 2003 e 2008, de 12 para 11 m³/ t de cobre produzido.
- A geração unitária de efluentes na planta da Caraíba Metais evidenciou redução, entre 2003 e 2008, de 9,6 para 7,8 m³/ t de cobre produzido
- A geração unitária de resíduos para disposição final, na planta da Caraíba Metais, evidenciou redução, entre 2003 e 2008, de 1,8 para 0,6 t/ t de cobre produzido

■ **Visão de Futuro:**

- “Caso se confirme a eficiência do processo hidrometalúrgico” ... com os testes em execução na UHC da VALE ... “todos os concentrados sulfetados de cobre produzidos pela VALE em Carajás destinar-se-ão à produção de catodo. Nesta hipótese, uma nova planta será implementada em escala maior e adequada à capacidade de geração de concentrados das minas de cobre da VALE (300.000 t/ano de cobre contido, na próxima década)”.
- “O desenvolvimento tecnológico trazido pela VALE poderá mudar e redirecionar a indústria do cobre no Brasil, em particular, e impactar a mundial, no geral”
- “No Brasil, os projetos de mineração de cobre da VALE, que pretende atingir a meta de produção de 1,0 milhão de t de concentrado (equivalente a 300 mil t de metal contido), até o final da próxima década, vem corroborar com a tese de que a indústria de mineração de cobre mundial se antecipa às perspectivas de aumento de demanda”.

5.6.4. Bens de Capital e Serviços

- “O segmento da produção de cobre primário tem plena liberdade e não sofre quaisquer restrições para acessar e adquirir tecnologias necessárias à modernização de suas unidades, comprar equipamentos e serviços de qualquer natureza, ou ainda adquirir outros fatores de produção, tanto interna quanto externamente”.
- “... a indústria nacional de bens de capital é hoje competitiva e está perfeita e globalmente integrada ...”.

5.6.5. Incentivos

- “Os estados do Espírito Santo e de Santa Catarina oferecem incentivos fiscais para importadores de cobre metálico e seus produtos, através de diferimento do ICMS e outras manobras fiscais, desde que as importações se façam pelos seus portos. Este tipo de incentivo tem criado sérias e danosas desvantagens competitivas para os produtores de cobre primário domésticos”.
- “A indústria do cobre dispõe de fontes internacionais de financiamento para seus projetos, seja através de bancos de investimentos (Banco Mundial, IFC, Eximbank e outros), bancos comerciais ou mercado de ações”.
- “O Sistema BNDES dispõe de “linhas de crédito para os mais diversificados setores da economia, inclusive a transformação mineral, podendo vir a participar no capital do empreendimento através da BNDESPAR, além de oferecer uma ampla gama de financiamentos diretos e indiretos (via fornecedores). O mercado de ações, embora apresente bom potencial, ainda é muito pouco utilizado no Brasil para alavancar projetos”.
- “Em relação ao desenvolvimento de estudos e projetos, o país ... conta com ... a FINEP ... a qual atua no apoio aos projetos de desenvolvimento tecnológico, inclusive no setor minero-metalúrgico, com financiamentos ... facilitados. A FINEP também dispõe de linhas de financiamentos a fundo perdido”.
- “O Banco da Amazônia S.A – BASA, o Banco do Nordeste S/A – BNB e as agências e bancos estaduais de desenvolvimento também estão disponíveis para negociações de financiamentos, inclusive, algumas delas, com incentivos financeiros”.
- “Com relação aos incentivos fiscais, os projetos da Amazônia gozam dos privilégios concedidos pela SUDAM e, do Nordeste, pela SUDENE, que inclui também o norte do Estado de Minas Gerais”.

5.6.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- O consumo unitário de energia elétrica na planta da Caraíba Metais evidenciou redução, entre 2003 e 2009, de 1.729 para 1.442 kWh/ t de cobre produzido.
- O consumo unitário de gás natural na planta da Caraíba Metais evidenciou redução, entre 2003 e 2009, de 181 para 152 mil m³/ t de cobre produzido.

5.7. Cadeia do Níquel

O RT-64 (Perfil do Níquel), de autoria do consultor José Osaél Gonçalves de Farias, assinala que, “a transformação de níquel é entendida como o conjunto de atividades metalúrgicas que objetivam extrair o metal de seus minerais, tanto pela via pirometalúrgica, quanto pela via hidrometalúrgica, indo desde a obtenção de produtos intermediários à extração do metal, ou seja desde o **matte** e o **carbonato de níquel**, até o refino eletrolítico, chegando-se ao **níquel metálico ou eletrolítico**. Na transformação inclui-se também a produção de **liga de Fe-Ni**, ou ainda **Fe-Ni**, obtida por processo pirometalúrgico (*ferrous-nickel smelting*)”. Ressalta também que o níquel tem no aço inoxidável o seu principal uso, vindo a ser “amplamente empregado em uma enorme gama de produtos nos setores de bens de consumo duráveis, industrial, militar, transporte, aeroespacial, marítimo, e aplicações arquitetônicas”.

O Quadro 5.7 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DO NÍQUEL
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 5.7

Grupo:	Metálicos	Cadeia:	Níquel	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	37,2	1,5% s/2000	0,20	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	1.000
Importação	-			Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	60,6
Exportação (2008)	14,3			Capacidade Instalada	mil t/ ano	64
Consumo Aparente	22,9	3,8% s/1988	0,12	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	89.393

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	51	64	78
- % a.a.	3,7	4,8	5,8
- kg / habitante / ano	0,23	0,29	0,36
Produção			
- mil t/ ano	224	224	224
- % a.a.	8,5	8,5	8,5
- kg / habitante / ano	1,04	1,04	1,04
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	160	160	160
- Total (mil t/ ano)	224	224	224
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	88.393	88.393	88.393
- R\$ bilhões	14,1	14,1	14,1
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	54,0	60,6	66,0
- mão-de-obra adicionada	2.963	2.640	2.424
- mão-de-obra total	3.963	3.640	3.424

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-64 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo II:

5.7.1. Investimentos

- O estudo assinala os seguintes indicadores de investimento relativos a implantação de novos empreendimentos metalúrgicos de níquel:
 - Unidade produtora de liga Fe-Ni: US\$ 49.900/ t de Ni contido
 - Unidade com processo H-PAL (*High pressure acid leach*): US\$ 53.400/ t de Ni contido
 - Unidade com processo *Heap leach*: US\$ 40.500/ t de Ni contido
- Supondo que a expansão projetada de 160 mil t/ ano, na atual capacidade instalada de níquel contido em produtos da transformação mineral, venha a compreender 50% em liga Fe-Ni, 20% em processo H-PAL e 30% em HL, admite-se que o custo médio ponderado será da ordem de US\$ 47.780 (R\$ 88.393)/ t de capacidade adicionada.

5.7.2. Recursos Humanos

- “As projeções de necessidades de mão de obra adicional decorrente da abertura de novas minas estão assim quantificadas: 4.400 empregados, sendo 300 profissionais de nível superior, 530 profissionais de nível médio e 3.570 profissionais dos mais diferentes níveis de escolaridade.”
- “Tomando-se como base as 2 principais empresas produtoras de níquel com dados disponíveis de pessoal, pode-se admitir que, em média, cerca de 77% trabalha em área fim (operacional) e 23% em área meio (administração). ... Admite-se, no geral, que uma média de 7% dos empregados são de nível superior e 12% de nível médio na indústria de níquel brasileira”.
- “Observa-se que, desde 1988, a produtividade na indústria vem melhorando continuamente, mantendo uma nítida tendência de crescimento”.
- “O contingente de pessoal diretamente vinculado à atividade minero-metalúrgica do níquel, tem decrescido desde 1983 (quando tiveram início os registros), vindo de um patamar de 2.000 empregados para 1.000 em 1996, fato este decorrente das melhorias de produtividade no segmento”.
- “O RT-64 ressalta a necessidade de que “a questão de formação e qualificação da mão-de-obra seja devida e seriamente tratada e equacionada pelos governos federal e estadual e ... municipal, como apoio efetivo à atividade industrial do níquel”. Recomenda:
 - no plano educacional, que os governos federal e estadual, notadamente, nos estados do Pará, Goiás e Bahia, busquem ampliar e consolidar a oferta de profissionais de nível médio com perfil próprio para o segmento minero-metalúrgico do níquel.
 - que o MME interceda junto ao Ministério da Educação para ampliar a rede de escolas profissionalizantes e criar centros de treinamento para qualificação de pessoal voltado ao segmento minero-metalúrgico do níquel nas principais regiões mineradoras do país”.

5.7.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “Os minérios lateríticos são classificados basicamente em função da composição dos teores de níquel, ferro, magnésio e cobalto”, a partir da qual é “selecionado o processo mais adequado para a obtenção do níquel, seja sob a forma de metal, seja sob a de liga Fe-Ni”.
- “Em razão de suas propriedades - alta resistência à corrosão e oxidação, moderada condutividade elétrica e térmica, elevada resistência e tenacidade a altas temperaturas, o níquel é um dos mais importantes metais de adição às ligas, sejam ferrosas, sejam não-ferrosas”.

■ Tecnologia:

- Sem exceção, todas as empresas produtoras de níquel em operação no país, realizam investimentos buscando melhorias operacionais, modernização de processos e equipamentos, o que se traduz em elevados índices de produtividade.
- “Na área de transformação mineral se concentram os aspectos mais críticos e determinantes do sucesso da indústria do níquel notadamente na extração do metal de minérios lateríticos, já que para os minérios sulfetados a tecnologia é convencional ... sem muitas variações qualquer que seja o tipo de minério”.
- “No caso dos minérios lateríticos, muitas opções de rotas tecnológicas existem para utilização. Contudo, a escolha do melhor processo ... depende em grande parte do minério a ser tratado, que requererá ... uma criteriosa pesquisa básica de processo antes de se partir para o projeto de engenharia da planta industrial”.
- “Outros critérios, além do minério laterítico, devem ser contemplados e, em alguns casos chegam a ser determinantes, como, por exemplo, a disponibilidade de energia e seu custo, visto que os processos de tratamento de lateritas são, normalmente, intensivos em energia. Os aspectos ambientais também podem ser determinantes na seleção do processo, já que alguns processos têm forte impacto ambiental, que pode inviabilizar sua utilização em determinadas regiões”.

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- “Além de ... licenciadas em conformidade com ... a Legislação Ambiental vigente ... e atenderem os condicionantes estabelecidos por suas licenças de operação, tanto as minas quanto as plantas hidrometalúrgicas e pirometalúrgicas, empregam o que de mais moderno existe em termos de equipamentos, instalações e técnicas operacionais” para mitigar impactos ambientais resultantes da atividade minero-metalúrgica.
- “Programas de gestão e controle ambiental, ... de qualidade das águas de processo e efluentes, ... de controle de emissões atmosféricas, ... de preservação e conservação ambiental de áreas circunvizinhas à mina, ... de áreas degradadas e mineradas, ... de gestão de resíduos industriais ... e ... de redução de consumo de água e energia, bem como de combustíveis, dentre outros - já estão implantados ou em implantação nas minas de níquel brasileiras”.
- “Ainda na questão ambiental, cabe mencionar o trabalho de integração da empresa mineradora de níquel com a comunidade. ... Os exemplos da Votorantim e Anglo American em Niquelândia, da Vale Inco em Carajás, bem como da Votorantim em Fortaleza de Minas, mostram claramente uma nova e avançada visão empresarial da questão ambiental, no seu aspecto socioeconômico”.
- “Programas de gerenciamento de resíduos sólidos estão implantados em todas as minas e plantas”.

■ Visão de Futuro:

- “Independentemente ao cenário, as reservas brasileiras são mais que suficientes para suportar um projeto nacional de auto-suficiência com simultânea geração de excedente exportável”.
- “A indústria de níquel tem condições, no horizonte de 2010-2030, de manter o país abastecido e torná-lo um *player* de porte médio no mercado mundial de níquel”.

■ Recomendações:

- “A manutenção do marco regulatório da atividade de mineração do país constitui um dos mais importantes fatores na tomada de decisão de se investir na mineração do níquel brasileira. Há muitos anos, as regras legais na mineração são claras, propiciando um ambiente de confiança e de garantia aos investimentos que ora estão sendo realizados pelas mineradoras”.

5.7.4. Bens de Capital e Serviços

- “A indústria de níquel não sofre quaisquer restrições para acessar e adquirir tecnologias necessárias à modernização de suas unidades, comprar equipamentos e serviços de qualquer natureza, seja para lavra, seja para a concentração, ou ainda adquirir outros fatores de produção, tanto interna quanto externamente. A indústria de bens de capital brasileira é hoje competitiva e está perfeita e globalmente integrada”.

- “A área de P&D da mineração do níquel conta com centros de pesquisa de excelência no país para o aproveitamento de seus recursos, podendo ainda buscar alternativas no exterior, notadamente, naqueles países de tradição mineira”.

5.7.5. Incentivos

- Os “projetos da Amazônia têm acesso a incentivos fiscais concedidos pela SUDAM e, do Nordeste, pela SUDENE, que inclui também o norte do Estado de Minas Gerais”.

5.7.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “A logística de escoamento dos produtos de níquel está baseada essencialmente no modal rodoviário:
 - **Complexo Buriti/Niquelândia** – o carbonato de níquel é transportado por caminhões até a planta de níquel eletrolítico em São Miguel Paulista, no estado de São Paulo.
 - **Complexo de Barro Alto/Niquelândia** – a liga Fe-Ni é transportada por caminhão para os clientes do mercado interno, que se encontram localizados em sua maioria nas regiões Sudeste e Sul. Para o mercado externo, utiliza-se o transporte intermodal: caminhão até o porto de Santos, e daí por navio para os clientes externos.
 - **Complexo de Fortaleza de Minas** – o contêiner de *matte* de níquel é transportado até o porto de Santos e daí por transporte marítimo até o porto finlandês e, finalmente em caminhão até a refinaria”.

5.8. Cadeia do Zinco

O RT-65 (Perfil do Zinco), de autoria do consultor Juarez Fontana dos Santos, assinala que, depois do alumínio e do cobre, o zinco é o metal não-ferroso mais consumido no mundo. Assinala também a crescente participação da produção secundária (atualmente da ordem de 20%) no atendimento à demanda mundial. Ressalta ainda que o zinco é utilizado principalmente na galvanização que responde por cerca de 50% da demanda mundial do metal. A produção de ligas de latão e de produtos químicos apresenta também participações significativas.

O Quadro 5.8 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DO ZINCO
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 5.8

Grupo:	Metálicos	Cadeia:	Zinco	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	265	5,1 s/ 1978	1,40	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	1.544
Importação				Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	176,45
Exportação (2008)				Capacidade Instalada	mil t/ ano	275
Consumo Aparente	240	1,9 s/ 1978	1,35 kg	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	9.000

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	359	572	892
- % a.a.	1,8	4,0	6,1
- kg / habitante / ano	1,65	2,64	4,12
Produção			
- mil t/ ano	442	711	1.103
- % a.a.	2,4	4,6	6,7
- kg / habitante / ano	2,0	3,3	5,1
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	167	436	828
- Total (mil t/ ano)	442	711	1.103
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	9.000	9.000	9.000
- R\$ bilhões	1,5	3,9	7,5
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	158	175	193
- mão-de-obra adicionada	1.057	2.491	4.290
- mão-de-obra total	2.601	4.035	5.834

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-65 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo II:

5.8.1. Investimentos

- “Com base no levantamento dos valores de investimentos realizados nas últimas décadas, em atividades de pesquisa mineral e mineração de zinco no Brasil, foram determinados os seguintes indicadores, a preços de 2008:
 - **Prospecção e Pesquisa Mineral:** US\$ 124 milhões investidos, na geração de 4,6 milhões t zinco contido em novas reservas minerais, resultando no custo unitário de descoberta de US\$ 26,99/ t adicionada de zinco contido em reserva.
 - **Expansão de Capacidade Mineira:** R\$ 1.269 milhões investidos na expansão de capacidade instalada de extração em 168.555 t de zinco contido, resultando no custo unitário de R\$ 7.530,77/ t de capacidade de produção adicionada de zinco contido”.

5.8.2. Recursos Humanos

- A adoção de modernas técnicas de planejamento e gestão da produção tem aumentado sensivelmente a produtividade da mão de obra na cadeia produtiva do zinco metálico.
- Na VMZ, a unidade de Três Marias teve o seu quadro de pessoal reduzido de cerca de 2000 funcionários para os atuais 650, em menos de uma década.

- A unidade de Juiz de Fora, após a aquisição pela VMZ, vem adotando padrões de planejamento e gestão similares aos de Três Marias, com sensíveis melhorias de produtividade.
- “No contexto desse cenário gerencial, as duas unidades metalúrgicas, que no início da década de 90 contavam com quase cinco mil colaboradores diretos, apresentavam, em 2006, um quadro total de 1.544 empregados ...”.

5.8.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “O zinco ... pode ser reciclado indefinidamente sem perda de suas propriedades físicas e químicas”.
- “Os produtos feitos ... ou revestidos com zinco são muito duráveis. Assim, o intervalo entre o uso do zinco para a fabricação de um produto e o seu retorno para o circuito de reciclagem como sucata pode demorar mais de um século”.
- “Os latões e bronzes são usados em acessórios elétricos e em várias outras aplicações.
- Os laminados têm como principal campo de aplicação o uso em pilhas e baterias.
- Os principais compostos de zinco são os óxidos (ZnO), utilizados nas indústrias cerâmicas e das borrachas e ainda na fabricação de tintas.
- O sulfato de zinco (ZnSO₄) tem aplicação na indústria têxtil e no enriquecimento de solos pobres em zinco.
- O cloreto de zinco é usado para preservar madeiras e como desodorizantes em diversos fluídos. Este composto pode também ser usado em pilhas secas e tintas.
- O zinco desempenha um papel vital no desenvolvimento animal. Uma dieta rica em zinco diminui o risco de hemorragias e melhora a cicatrização de feridas.
- Na agricultura, o zinco é usado como suplemento nutritivo para promover o crescimento das plantas”.

■ Substituição / Competitividade:

- “Chapas galvanizadas podem ser substituídas por materiais como alumínio, plástico e até mesmo aço especial”.
- “Alumínio, magnésio e plásticos em geral são os grandes competidores do zinco em coberturas anti-oxidantes em diversos materiais”.
- “O metal com maior potencial de substituição do zinco é o alumínio; o seu potencial de substituição está diretamente relacionado ao custo relativo dos metais”.

■ Tecnologia:

- “A usina de Três Marias é a única unidade industrial do mundo capaz de tratar simultaneamente e de forma integrada concentrados de zinco sulfetados e silicatados, tendo sido também a primeira a implantar a eletrólise no processo de metalurgia de zinco”.
- “As duas unidades metalúrgicas pertencentes à VMZ empregam o método eletrolítico RLE, para a produção do metal. A unidade de Juiz de Fora emprega o processo RLE convencional para o tratamento do concentrado de minério sulfetado importado, enquanto que a usina de Três Marias emprega o processo “integrado silicato-sulfeto” que vem a ser uma modificação do processo RLE, desenvolvido e utilizado exclusivamente nesta unidade metalúrgica”.
- “O processo RLE requer energia elétrica abundante e a preço relativamente baixo, uma vez que a produção de uma tonelada de zinco na eletrólise requer cerca de 3.500 kWh, representando 90% da energia total da indústria”.

■ Visão de Futuro:

- Alguns campos de aplicação do zinco, tais como indústria siderúrgica, automobilística, construção civil e agronegócios convergem sensivelmente com vetores estratégicos de desenvolvimento da economia nacional. Ressalta-se, portanto, que atividades de P&D&I associadas ao zinco metálico, voltadas para a introdução ou
-

aperfeiçoamento de produtos e processos, podem oferecer larga repercussão ao reverberar efeitos de melhoria de competitividade em cadeias produtivas alongadas e de intensa geração de emprego e renda.

■ **Recomendações:**

- A definição de ações prioritárias de P&D&I na cadeia do zinco metálico deve ser também sintonizada com as perspectivas existentes de alargar os usos atuais do metal bem como de introduzir novos campos de aplicação. Neste sentido, cabe ressaltar que cerca de 50% do zinco produzido (seja no mercado mundial, ou no nacional) é destinado à galvanização. Por outro lado, cerca de 40% da produção de aço galvanizado se destina à indústria automobilística, 13% à construção civil e 8% a utensílios domésticos.

5.8.4. Bens de Capital e Serviços

- “Caso o Grupo Votorantim mantenha sua política de busca de auto-suficiência energética, para atender às necessidades de expansão da metalurgia de zinco, o grupo deverá aprofundar seu compromisso com investimentos em geração de energia nova, particularmente na construção de usinas hidroelétricas na região centro-sul do país.”

5.8.5. Incentivos

- “O BNDES apóia financeiramente as atividades de mineração e metalurgia de zinco, através de operações diretas, operações indiretas, FINAME e BNDESPAR. O BNDES também apóia a construção de usinas hidroelétricas para o fornecimento de energia para as usinas metalúrgicas”.

5.8.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “As operações de fusão e refino de concentrados de minério sulfetado ou silicatado, através de processos hidrometalúrgicos, são intensivas em energia - principal insumo desta cadeia produtiva”.
- “o Grupo Votorantim tem investido sistematicamente na produção de energia elétrica através da participação em empreendimentos de geração de energia”.
- “Cerca de 85% da atual demanda energética da VMZ é suprida por geração própria”.

5.9. Cadeia do Chumbo

O RT-66 (Perfil do Chumbo) de autoria do consultor Juarez Fontana dos Santos, assinala que, embora esteja sendo substituído em várias de suas aplicações, o chumbo possui propriedades e características que podem habilitá-lo a novas áreas de utilização. Por outro lado, embora cerca de 75% do seu consumo mundial seja em baterias elétricas que contam com um forte potencial de expansão, deve-se considerar que a busca de carros mais econômicos e, principalmente não dependentes de combustíveis fósseis, propagou campanhas de pesquisa que viabilizaram o carro híbrido e o elétrico, movido por bateria íon-lítio recarregável. Diante a este contexto, o chumbo pode ser visto como um metal decadente. Entretanto, embora as baterias de íon-lítio sejam uma forte tendência para uso nestes veículos, assinalam-se importantes novidades em baterias chumbo-ácido, a exemplo da tecnologia “firefly”, criada nos laboratórios de pesquisa da Catterpillar, aparentemente competitiva em relação às de íon-lítio.

O Quadro 5.9 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DO CHUMBO
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 5.9

Grupo:	Metálicos	Cadeia:	Chumbo	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	140**		0,75	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	1.400
Importação				Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	100 ¹ / 72 ²
Exportação (2007)				Capacidade Instalada	mil t/ ano	140
Consumo Aparente	220	2,4 s/ 1978	1,17	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	5.000 ¹ /7.000 ²

Obs: *kg/ habitante/ ano; ** produção secundária; ¹Unidade de pequeno porte; ²Unidade tipo Polimetálicos / VM

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	255	408	635
- % a.a.	0,6	2,7	4,8
- kg / habitante / ano	1,17	1,88	2,93
Produção			
- mil t/ ano	255	372	575
- % a.a.	2,6	4,3	6,3
- kg / habitante / ano	1,18	1,72	2,66
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ano) - Unid. pequeno porte	20	82	60
- Adicionada (mil t/ano) - Tipo Polimetálicos/VM	75	150	375
- Adicionada (mil t/ano) - Pequeno porte+Tipo VM	95	232	435
- Total (mil t/ ano)	235	372	575
Investimento			
- R\$/ t instalada - Un. de pequeno porte	5.000	5.000	5.000
- R\$/ t instalada - Tipo Polimetálicos/VM	7.000	7.000	7.000
- R\$ bilhões	0,6	1,5	2,9
Mão-de-obra			
- mão-de-obra adicionada - Unid. pequeno porte	200	820	600
- mão-de-obra adicionada - Tipo Polimetálicos/ VM	1.042	2.083	5.208
- mão-de-obra adicionada - total	1.242	2.903	5.808
- mão-de-obra total	2.642	4.303	7.208

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-66 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo II:

5.9.1. Investimentos

- Para efeito das estimativas de investimentos com a expansão da capacidade instalada de produção de chumbo metálico, foram adotados os seguintes parâmetros: i) Unidades tipo Polimetálicos/ VM: R\$ 7.000/ t de capacidade instalada; ii) Unidades de produção secundária de pequeno porte: R\$ 5.000/ t de capacidade instalada.

5.9.2. Recursos Humanos

- Em uma das empresas produtoras de chumbo secundário constatou-se um contingente de 120 empregados e uma produção da ordem de 12 mil t/ano, do que resulta o indicador a de 100 t de chumbo metálico/ colaborador/ ano. Estimou-se entretanto que tal empresa se encontra acima da média das empresas do segmento a que pertence.
- No segmento de chumbo primário, foram analisados os dados do Projeto Polimetálico, da VM, determinando-se o indicador de 72 t de chumbo metálico / colaborador/ ano.

- Partindo destes parâmetros e considerando-se a projeção da produção brasileira de chumbo metálico para 2030, assim como os demais critérios de estimativa adotados, verifica-se que a demanda de recursos humanos, no horizonte 2010 a 2030, para a expansão de capacidade de produção de chumbo metálico oscilará entre o mínimo de 1.242 novos cooperadores (Cenário Frágil) e o máximo de 5.808 (Cenário Inovador).

5.9.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “Devido à sua excelente resistência à corrosão, o chumbo encontra muitas aplicações na indústria de construção e, principalmente, na indústria química. É resistente ao ataque de muitos ácidos, porque forma seu próprio revestimento protetor de óxido”.
- “Em virtude das aplicações cada vez mais intensas da energia atômica, torna-se cada vez mais importante as aplicações do chumbo como blindagem contra a radiação”
- “A ductibilidade única do chumbo o torna particularmente apropriado para aplicação como forro para cabos de telefone e de televisão, porque pode ser estirado para formar um revestimento contínuo em torno dos condutores internos.”
- O chumbo também possui importantes aplicações como compostos e como ligas.

■ Substituição / Competitividade:

- O chumbo vem sendo substituído ou proibido em várias de suas aplicações, além de ameaçado, pelo carro elétrico, no segmento de baterias, que lhe é essencial, pelas novas tecnologias automotivas, híbridas e elétricas, que se direcionam mais fortemente à plataforma de íon-lítio. Apesar de aparentemente decadente, o chumbo possui características e propriedades notáveis que podem lhe abrir novos usos, desde que os esforços de pesquisa e desenvolvimento equacionem os correspondentes riscos ambientais.

■ Visão de Futuro: Destacam-se as seguintes linhas de pesquisa em execução:

- Compostos organoplúmbicos para aplicações como catalisadores na fabricação de espumas de poliuretano
- Tóxico para as pinturas navais, com a finalidade de inibir a incrustação nos cascos
- Agentes biocidas contra as bactérias grampositivas
- Proteção da madeira contra o ataque das brocas e fungos marinhos
- Preservadores para o algodão contra a decomposição e o mofo
- Agentes molusquicidas; antihelmínticos, redutores de desgaste nos lubrificantes; inibidores da corrosão do aço.

■ Recomendações: Novos esforços de P&D&I deverão ser orientados para:

- Estruturar sistemas de monitoramento e controle ambiental para as unidades produtoras de chumbo secundário.
- Subsidiar normatizações e processos institucionais de orientação e monitoramento ambiental. Como exemplo, destaca-se a decisão de proibir, em 1978, a mistura do chumbo tetra etílico (TEL), como detonante, à gasolina, ou ainda as iniciativas subsequentes à emissão da Resolução 257/99, da CONAMA que determinou e regulamentou a reciclagem de baterias de chumbo ácido.

5.9.4. Bens de Capital e Serviços

- “a instalação de novas unidades metalúrgicas deveria privilegiar o emprego de fornos elétricos dotados de sistemas de instrumentação e controle que assegurassem um regime metalúrgico ótimo aliado ao consumo racional de energia. Os órgãos estaduais de controle ambiental deveriam estabelecer um protocolo comum, com o objetivo de padronizar as exigências para o licenciamento das unidades metalúrgicas, com a identificação e qualificação dos equipamentos de prevenção e controle da poluição no processo da metalurgia do chumbo”.

5.9.5. Incentivos

- “o BNDES apóia financeiramente as atividades de mineração e metalurgia de chumbo, através de operações diretas, operações indiretas, FINAME e BNDESPAR. O BNDES também apóia a construção de usinas hidroelétricas para o fornecimento de energia para as usinas metalúrgicas, grandes consumidoras de energia”.

5.9.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “grande parte das unidades metalúrgicas que reprocessam o chumbo localizam-se na região centro-sul do país. “Tais usinas exigem emprego intensivo de energia elétrica, o que introduz um fator de alerta para os planejadores do setor energético, tendo em vista o aumento previsto de recuperação de chumbo, no futuro”.

5.10. Cadeia do Estanho

O RT-67 (Perfil do Estanho), de autoria do consultor José Maria Gonçalves de Lima, assinala que, “a oferta de cassiterita e a segurança da disponibilidade de reservas econômicas do mineral são os fatores determinantes da indústria metalúrgica do estanho. Essas condicionantes estão presentes no Brasil e a produção do estanho se faz com qualidade e sem dificuldade, diante do domínio tecnológico e da ampla ociosidade na capacidade instalada do parque industrial”. Ressalta também que “tecnologicamente a indústria se desenvolve segundo os melhores padrões internacionais, não sendo identificado nenhum gargalo operacional”.

O Quadro 5.10 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DO ESTANHO
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 5.10

Grupo:	Metálicos	Cadeia:	Estanho	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	10,797	1,5 s/ 1975	0,057 kg	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	420
Importação (2008)	0,891	-19,5 s/2004	0,005 kg	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	26
Exportação (2008)	6,694	3,3 s/ 2004	0,035 kg	Capacidade Instalada	mil t/ ano	42
Consumo Aparente	5,921	2,0 s/ 1975	0,031 kg	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	1.850

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	8,088	8,818	9,567
- % a.a.	1,4	1,8	2,2
- kg / habitante / ano	0,037	0,041	0,044
Produção			
- mil t/ ano	15,151	16,519	17,923
- % a.a.	1,6	2,0	2,3
- kg / habitante / ano	0,070	0,076	0,083
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	- o -	- o -	- o -
- Total (mil t/ ano)	42	42	42
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	1.850/ t	1.850/ t	1.850/ t
- R\$ bilhões	- o -	- o -	- o -
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	26	28	30
- mão-de-obra adicionada	103	143	146
- mão-de-obra total	523	563	566

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-67 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo II:

5.10.1. Investimentos

- “Não se prevê necessidade de expansão da capacidade instalada dentro do horizonte considerado. Consequentemente, inexistem investimentos projetados para o horizonte 2010 a 2030”.
- “O investimento médio para a adição de uma tonelada de capacidade de produção é da ordem de US\$ 1 mil/t” (R\$ 1.850/ t).
- Buscando acompanhar os necessários padrões de competitividade e de sustentabilidade, investimentos de melhoria de processo tenderão a se intensificar.
- O RT-67 assinala a ocorrência de investimento recentemente realizado na “montagem de um forno elétrico de redução e refino, finalizado em março de 2009 pela Coopermetal, que é a unidade fundidora da Coopersanta.
- No empreendimento, foram gastos cerca de US\$ 1 milhão, com recursos próprios, com a compra e instalação do equipamento que está produzindo cerca de 80 t/ mês de estanho. Outro forno igual tem previsão para entrar em operação em 2010, com nível semelhante de investimento”.

5.10.2. Recursos Humanos

- “Nos dois modelos de gestão de produção metalúrgica do estanho – empresas de grande porte ... ou ... cooperativas de origem garimpeira ... – a disponibilidade de profissionais de nível superior, técnicos e operacionais se mostra adequada à demanda atual”.
- Nos cenários projetados, “poderá haver a necessidade de implementar programas de treinamentos específicos ao longo do tempo, o que certamente será providenciado pelas empresas No caso específico das cooperativas, seria recomendado o desenvolvimento de cursos técnicos pelo SENAI, para a formação e treinamento de mão de obra operacional da metalurgia e atividades acessórias”.

5.10.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

- “O estanho tem apresentado uma dinâmica de mercado bem inferior à de outros metais não ferrosos, refletindo a “substituição relevante da folha de flandres ... pelo alumínio na fabricação de embalagens metálica”, assim como os aperfeiçoamentos do “processo de produção de folha de flandres”, com redução do “consumo específico que era de ... 4 kg de estanho / t de folha de flandres ... para ... 1 kg de estanho / t do aço estanhado”.

■ Caracterização:

- “Os minérios brasileiros, normalmente de aluviões, têm uma porcentagem muito baixa de impurezas e, em geral, poucas precisam ser removidas”.
- “No processo de fusão e refino o consumo específico de cassiterita é de aproximadamente 1,7 t de concentrado de cassiterita, com teor de 60% de SnO₂, para a produção de uma t de estanho metálico.”
- “Depois de refinado o estanho deverá estar com teor de, pelo menos, 99,85% de Sn e as impurezas individualmente devem estar abaixo dos limites estabelecidos pela norma ASTM”.

■ Tecnologia:

- “Na Europa, o incremento do uso do estanho em soldas vem sendo objeto de intensos programas de pesquisa do ITRI – *International Tin Research*, no sentido de desenvolver produtos livres de chumbo (*lead free solders*), movidos pelo interesses da preservação ambiental”.
- “No processo de redução, a cassiterita é misturada ao carvão vegetal e colocada em fornos elétricos que elevam a temperatura acima de 1.000 graus”.
- “Quando existem outros óxidos metálicos presentes no concentrado, além da cassiterita, estes óxidos serão reduzidos a metal, dependendo de sua eletronegatividade”.
- “Em intervalos que variam em função das instalações e dos materiais consumidos, o forno é vazado e o estanho que já reagiu é escoado, assim como a escória que se formou. Tanto o estanho quanto a escória saem na forma líquida, a uma temperatura substancialmente acima de 1.000 graus”.
- “O estanho obtido no forno de redução é chamado de “estanho bruto”, pois contém as impurezas presentes no minério, devendo ser refinado para remoção dessas impurezas”.

- “O custo da produção do estanho é formado pelo preço do concentrado de cassiterita, que pode representar até 80% do custo total, acrescido do custo da transformação metalúrgica”.

■ **Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:**

- “Todo o carvão utilizado como redutor é originado de projetos sustentados de manejo florestal. A emissão de CO₂ decorrente da fusão redutora é calculado em 1 t de CO₂ / t de metal produzido, o que responsabiliza o setor pela emissão de cerca de 10 mil t/ ano”.
- A possibilidade de ocorrência de “contaminação radioativa leve em algumas escórias de estanho foi primeiro abordada na inspeção procedida na usina da ERSA, quando foi constatada emissão atribuída a elementos radioativos segregados na escória, provavelmente provenientes de algum minério processado”.
- “Na mina do Pitinga a questão da radioatividade da escória da produção da liga Fe-Nb, decorrente da presença de urânio e tório na rocha matriz granítica, já era conhecida e os procedimentos de salvaguarda há muito adotados, com total preservação do meio ambiente”.

■ **Visão de Futuro:**

- Ocorrendo futuras necessidades “de expansão na capacidade metalúrgica, devido, por exemplo, à descoberta de outras ... jazidas de cassiterita - o que tem potencial de acontecer com a regulamentação da mineração em terras indígenas - isso se fará sem maiores dificuldades, diante ao domínio pleno da engenharia de montagem de usinas fundidoras e do baixo custo de capital exigido”.
- “A disponibilidade da matéria prima mineral é fator determinante dos rumos da indústria que, em termos técnicos, está estruturada em sintonia com o melhor nível de competitividade internacional”.

■ **Recomendações:**

- Sob o ponto de vista de P&D&I parece relevante promover o desenvolvimento de novos usos e aplicações objetivando dinamizar o mercado do estanho.

5.10.4. Incentivos

- “O arcabouço legal aplicado à atividade de metalurgia do estanho é o mesmo das demais atividades industriais do país, sem ... condições creditícias ou fiscais diferenciadas”.
- Evidencia-se uma distorção fiscal “resultante de incentivo oferecido pelo estado do Espírito Santo, através do FUNDAP, estimulando a importação desonerada de certos tributos, fazendo com que o metal importado seja comercializado internamente a preços inferiores aos do produtor local”.
- “No sentido de preservar a competitividade do produtor no mercado interno”, é necessário “coibir, via medida legal, a importação de estanho com benefícios fiscais, através do porto de Vitória, com as facilidades oferecidas pelo FUNDAP”.

5.10.5. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “O consumo de energia de plantas operadas com eficiência e com minério de boa qualidade está na faixa de 1.600 – 2.000 kwh/ t”

6. Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos

O presente capítulo apresenta o perfil estratégico das seguintes 10 cadeias produtivas de transformação de recursos minerais não-metálicos, buscando caracterizar as correspondentes projeções de mercado no horizonte 2010 a 2030, assim como as respectivas implicações em termos de Investimentos, Recursos humanos, P&D&I, Bens de capital e serviços de engenharia e Incentivos:

- Cimento (RT-68)
- Cerâmica de Revestimento (RT-69)
- Colorifícios (RT-70)
- Refratários (RT-71)
- Cal (RT-72)
- Abrasivos (RT-73)
- Louça Sanitária (RT-74)
- Louça de Mesa (RT-74A)
- Fertilizantes (RT-75)
- Indústria Química (RT-76)

Partindo dos 10 correspondentes Relatório Técnicos (RT-68 a RT-76), elaborados por consultores que integram a equipe de trabalho responsável pelos Estudos para Elaboração do Plano Duocenal, buscou-se estabelecer um padrão relativamente homogêneo e compacto de abordagem de forma a facilitar não apenas a rápida compreensão e interpretação dos aspectos contemplados, como também as consolidações e análises constantes dos Capítulos 7 a 12, além das conclusões e recomendações de diretrizes de ação para o Plano Decenal.

Cabe ressaltar que os subseqüentes itens 6.1 a 6.10 apresentam as sinopses das correspondentes análises sínteses de cada uma das 10 cadeias de transformação de recursos minerais não-metálicos objeto do presente capítulo. Os textos completos das mencionadas análises sínteses encontram-se apresentados no Anexo III, que integra o Volume IV do presente relatório.

6.1. Cadeia do Cimento

O RT-68 (Perfil do Cimento), de autoria do consultor José Otávio da Silva, assinala que, “o cimento ... é o material de construção mais utilizado mundialmente, sendo o principal insumo da construção civil”. Ressalta que o cimento é um “produto de baixa substituição, estando presente em qualquer tipo de construção; é o insumo básico do concreto, que é o material mais consumido no planeta depois da água; é um produto com características homogêneas, com variedades limitadas de tipos, tendo especificações e processo de fabricação semelhantes em todo o mundo”. O cimento participa com 7 a 9% do custo de uma obra residencial. O RT-68 ressalta ainda que a indústria de cimento é intensiva em capital e se caracteriza também por elevadas escalas de produção: “a escala mínima estimada de produção é de 1 milhão t/ ano de capacidade instalada”.

O Quadro 6.1 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

DO CIMENTO
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 6.1

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Cimento	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	milhões t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	46,6	2,0 s/ 1980	251	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	23.000
Importação (2007)	0,4			Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	2.026
Exportação (2007)	1,9			Capacidade Instalada	milhões t/ ano	62
Consumo Aparente	45,1		243	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	400

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- milhões t/ ano	103	135	177
- % a.a.	3,6	4,9	6,1
- kg / habitante / ano	476	624	818
Produção			
- milhões t/ ano	106	139	182
- % a.a.	3,6	4,9	6,1
- kg / habitante / ano	490	642	841
Capacidade Instalada			
- Adicionada (milhões t/ ano)	44	77	120
- Total (milhões t/ ano)	106	139	182
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	400/ t	400/ t	400/ t
- R\$ bilhões	17,6	30,8	48,0
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	2.026	2.127	2.229
- mão-de-obra adicionada	21.718	36.201	53.836
- mão-de-obra total	44.718	59.201	76.836

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-68 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo III:

6.1.1. Investimentos

- Grandes grupos cimenteiros têm procurado aproveitar as sinergias associadas a oportunidades de investimento na integração da cadeia produtiva em que atuam. Exemplos:
 - **Votorantim:** Através de empresas subsidiárias ou coligadas, opera nos segmentos de argamassa, rejuntamento, cal, gesso, calcário agrícola, agregados e concreto usinado.
 - **CIMPOR:** Opera em vários segmentos tais como mineração, co-processamento de resíduos, fabricação, comercialização e distribuição de clínquer, cimento, concreto e argamassas.

6.1.2. Recursos Humanos

- Na questão de Recursos Humanos, detectou as seguintes ações de destaque, de iniciativa dos principais grupos produtores:
 - **Votorantim:** Investimentos de R\$ 6 milhões em programas de educação profissional de jovens, voltados para o mercado de trabalho.
 - **Camargo Corrêa:** Programa Infância Ideal, do Instituto Camargo Corrêa, na cidade de Pedro Leopoldo – MG

- “O número de empregados na indústria de cimento evoluiu de 19 mil, em 2004, para 23 mil, em 2007”. No mesmo período, a produtividade aumentou de 1.849 para 2.026 t/ cooperador/ ano.

6.1.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “No Brasil, a geração de resíduos passíveis de co-processamento é da ordem de 2,7 milhões t/ ano, oriundos das indústrias siderúrgica, petroquímica, automobilística, de alumínio, tintas, embalagens, papel e pneumáticos, dentre outras. Deste total, são processadas cerca de 1 milhão t/ ano”.
- “A indústria brasileira de cimento possui uma capacidade crescente de queima de resíduos, da ordem de 2,5 milhões t/ ano, atualmente”.

■ Tecnologia:

- “Os principais avanços tecnológicos do processo produtivo têm se concentrado nas áreas de automação industrial e controle de processo, visando a redução do consumo de energia elétrica e de combustíveis, além de melhorias ambientais”.
- “A escala na indústria do cimento, principalmente no que se refere à capacidade do forno rotativo é relevante, tendo em vista a maior produtividade”. “Além disso, a matéria-prima apresenta custo relativamente baixo, sendo forte a participação dos custos fixos no custo de produção, o que torna onerosa a capacidade ociosa da indústria”.

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- “Os produtores de cimento têm evidenciado sensibilidade e atuação acentuada em questões relacionadas à responsabilidade social, ao desenvolvimento sustentável e à melhoria de competitividade, inclusive no que se refere a ajustes de processos produtivos, visando reduções de consumo de água e de energia, bem como aumento de índices de recuperação e de produtividade”.
- “A indústria brasileira de cimento apresenta baixo índice de emissão de CO₂ (610 kg CO₂ / t de cimento), comparativamente a Espanha, Inglaterra e China, que apresentam 698, 839 e 848 kg CO₂ / t de cimento respectivamente”.
- A maioria dos produtores de cimento encontra-se vinculada ao *World Council for Sustainable Development* (WCSD), “que reúne 190 companhias de 30 atividades industriais de 30 países do mundo. A preocupação com o desenvolvimento sustentável se dá com o compromisso de estabelecer projetos para proteção ao clima, redução de emissão de carbono, uso responsável de combustíveis e matérias primas, saúde e segurança do trabalho, além da redução da emissão de efluentes”.

■ Visão de Futuro:

- “O setor deverá incrementar o grau de automação dos processos produtivos, aumentando os investimentos em tecnologia de controle ambiental e em pesquisa para o desenvolvimento do produto. Deverá também divulgar indicadores de emissão de poluentes, estabelecendo as metas futuras, como já acontece em outros países”.

■ Recomendações:

- “É necessário assegurar o continuado apoio do sistema BNDES ao setor de cimento, com a concessão de créditos específicos ... para o desenvolvimento setorial e o pleno atendimento do mercado”.
- “É também necessário assegurar o continuado apoio da Caixa Econômica Federal no financiamento habitacional, objetivando reduzir o déficit habitacional”.

6.1.4. Bens de Capital e Serviços

- “Segundo o SNIC, cerca de 95% das instalações de uma fábrica de cimento são produzidos em território nacional, por filiais de grandes grupos industriais líderes desse setor”.
- “A indústria de equipamentos tem sido geradora de progressos técnicos, visto que a tecnologia está incorporada aos equipamentos produzidos por grandes empresas de engenharia e bens de capital”.

- “Os fornecedores de máquinas e equipamentos operam em nível mundial, não mantendo contrato de exclusividade com as cimenteiras, com exceção da Onoda, que é ligada a produtores de cimento japoneses. Os principais fornecedores são F.L.Smidth (Dinamarca), Polysius (Alemanha), Technip Clepan (França) e Onoda (Japão)”.

6.1.5. Incentivos

- Em 1999, o CONAMA “publicou a Resolução 264, com as linhas gerais do co-processamento, definindo os limites de emissão de material poluente”. Por sua vez, a Resolução 316 complementou a anterior.
- A partir dos referidos marcos regulatórios, “foram emitidas várias solicitações para co-processamento nas fábricas de cimento no Brasil”. Atualmente, das 47 fábricas integradas, 35 (representando 80% da produção de clínquer) estão licenciadas para co-processar resíduos.

6.1.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “Em 2007, ... verificou-se a seguinte composição do consumo de energia na indústria de cimento: Coque de petróleo (68%), Eletricidade (11%), Carvão vegetal (7%), Carvão mineral (2%), Óleo combustível (1%), Outros (11%).
- “O coque do petróleo é empregado para funcionamento da maioria dos fornos de cimento. O preço deste insumo cresceu de US\$ 23, em 2002, para US\$ 115, em 2007, com aumento de 402% no período (188% em reais)”.
- “Resultados de levantamento realizado em 2003, evidenciavam o consumo médio de energia térmica e elétrica, na indústria do cimento brasileira, situando-se em 825 Kcal / kg de clínquer e 107 kWh / t de cimento, respectivamente”.
- “Comparativamente a outros países, verifica-se que o Brasil apresenta uma boa posição competitiva, no que se refere ao consumo de energia na indústria de cimento:
 - **Energia térmica (Kcal / kg clínquer):** EUA (1.220), Colômbia (1070), França (890), Espanha (850);
 - **Energia elétrica (kWh / t cimento):** EUA (146), França (125), Itália (112), Espanha (108), Japão (100)”.
- “Uma fábrica moderna com capacidade de 1,5 milhões t/ ano operará tipicamente a menos de 0,2 homens-hora/ t de cimento, 3,2 MJ de combustível/ t de clínquer e 140 kWh de eletricidade/ t de cimento”.
- “A logística na indústria do cimento é de fundamental importância, com a localização das fábricas perto das jazidas de calcário ... e do centro consumidor, devido o cimento ter uma baixa relação preço/ peso”.
- Na distribuição do cimento no mercado nacional, verifica-se a predominância do transporte, rodoviário, o qual responde por cerca de 93% da produção total transportada. O modal ferroviário participa com 4% e o hidroviário, com 3%.

6.2. Cadeia da Cerâmica de Revestimento

O RT-69 (Perfil da Cerâmica de Revestimento), de autoria do consultor José Mário Coelho, assinala que, “a indústria de revestimentos ... experimentou um crescimento vigoroso a partir dos anos 1990, ... possibilitando o desenvolvimento dos ... APLs ... de Santa Gertrudes (SP) e Criciúma (SC). Fatores como elevada produtividade, custos baixos de produção, disponibilidade de insumos minerais e energéticos, frente a um mercado consumidor doméstico em franca expansão, projetaram o Brasil como o segundo maior produtor e consumidor mundial de revestimentos cerâmicos, superado, ... apenas” pela China. Ressalta também que “vantagens comparativas brasileiras, como a dimensão do mercado doméstico e a geodiversidade mineral, já vêm atraindo o interesse de empresas estrangeiras, mormente européias, especializadas na produção de minerais industriais cerâmicos”. O RT-69 lembra ainda que “a concentração geográfica de empresas é uma característica da indústria produtora de placas cerâmicas. Itália, Espanha e Brasil, três dos países líderes ocidentais, têm sua produção concentrada nas regiões de Sassuolo, Castellón, Criciúma e Santa Gertrudes”.

O Quadro 6.2 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DA CERÂMICA DE REVESTIMENTO
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 6.2

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Cerâmica de Revestimento	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	milhões m²	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	713		3,3	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	23.968
Importação (2008)				Produtividade da MO	m ² / cooperador/ ano	29.748
Exportação (2008)	81	10,4 s/ 1998		Capacidade Instalada	Milhão m ² / ano	781
Consumo Aparente	605	5,4 s/ 1998	3,2	Investimento	R\$/m ² de capac. instalada	3,60

Obs: *m²/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- bilhões m ² / ano	1,4	2,2	2,2
- % a.a.	3,9	6,0	6,0
- m ² / habitante / ano	6,5	10,2	10,2
Produção			
- bilhões m ² / ano	1,8	2,2	2,6
- % a.a.	4,3	5,3	6,1
- m ² / habitante / ano	8,3	10,2	12,0
Capacidade Instalada			
- Adicionada (bilhões m ² / ano)	1,0	1,4	1,8
- Total (bilhões m ² / ano)	1,8	2,2	2,6
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	3,60/ m ²	3,60/ m ²	3,60/ m ²
- R\$ bilhões	3,6	5,0	6,5
Mão-de-obra			
- m ² / cooperador/ ano	35.000	45.000	55.000
- mão-de-obra adicionada	28.571	31.111	32.727
- mão-de-obra total	52.539	55.079	56.695

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-69 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo III:

6.2.1. Investimentos

- O investimento necessário para a instalação de unidade fabril moderna, com capacidade de produção de 500 mil m²/mês de revestimentos cerâmicos, situa-se na faixa de: **i) Planta Via Seca:** R\$ 25 milhões (R\$ 4,16/ m² de capacidade instalada); **ii) Planta Via Úmida:** 27 milhões (R\$ 4,50/ m² de capacidade instalada). Para ampliação da capacidade produtiva em 500 mil m²/ mês é estimado um investimento de cerca de R\$ 15 milhões (R\$ 2,50/ m² de capacidade instalada).

6.2.2. Recursos Humanos

- “Na área de produção, 48% dos empregados possui apenas formação nos ciclos fundamentais, 47% possui nível médio e 5% nível superior ou pós-graduação. Nas áreas administrativas e de vendas há uma inversão na pirâmide de qualificação, com aproximadamente metade dos profissionais de nível médio e mais de 40% com formação superior ou pós-graduação”.
- “Para os postos de trabalho de nível superior, predominam, na área de produção, profissionais com formação em engenharias – mecânica, elétrica e química, e, subordinadamente, engenheiros de produção e de materiais. As áreas administrativas contam com profissionais graduados em administração, economia, marketing e em RH (psicólogo e tecnólogo)”.

- “Os empregados de nível médio não possuem, em sua grande maioria, especialização, com menos de 5% de profissionais com formação técnica nas áreas de mecânica, eletricidade e cerâmica”.
- “A indústria brasileira de revestimentos cerâmicos opera com uma produtividade média anual de 46.308 m² de placas por funcionário/ ano, variando de 5.628 (Centro-Oeste) a 72.516 (Sudeste). Para o quadro de funcionários da área operacional, a produtividade média anual é de 61.932 m²/ funcionário, com valores mínimo e máximo de 6.660 e 85.656”.
- “Uma constatação importante refere-se ao diferencial de produtividade entre o Sudeste e as demais regiões brasileiras, o que faz com que essa região alcance uma ... produtividade ... 57% superior à média nacional. Isto se deve ao peso da indústria paulista, particularmente do APL de Santa Gertrudes, onde se concentra o parque fabril com processo via seca, cuja produtividade supera em mais de 2,4 vezes as unidades de via úmida”.
- “Mesmo considerando os valores médios nacionais, observa-se o alto grau de competitividade da indústria brasileira, quando comparada aos dois principais *clusters* de revestimento internacionais – Sassuolo (Itália) e Castellon (Espanha), com valores, respectivamente, da ordem de 19.600 m²/ homem e 24.900 m²/ homem.”
- “Com o avanço da automação e dos processos de controles das operações fabris, uma necessidade crescente é o aprimoramento da capacitação dos empregados formados nos ciclos fundamental e médio, e que correspondem a 95% dos empregados na área de produção”.
- “A promoção de cursos de reforços em temáticas aplicadas aos processos industriais, como noções básicas de informática, matemática e estatística, são ações indicadas a curto prazo e devem ser completadas por políticas públicas horizontais com o fortalecimento do ensino fundamental e médio”.
- “Complementarmente, deve-se considerar que há necessidade da melhoria da capacitação profissional, particularmente na área de produção, com aumento da participação de profissionais de formação superior e, sobretudo, de funcionários nível médio com formação técnica, que atualmente não chega a 5%.”

6.2.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “A cerâmica de revestimento, ou placa cerâmica, é um material de construção civil utilizado para cobrir e dar acabamento a superfícies lisas, em ambientes residenciais, comerciais e industriais e em locais públicos. Nessa categoria enquadram-se pisos, azulejos, ladrilhos e pastilhas”.

■ Tecnologia:

- “Atualmente, não há praticamente diferenças relevantes no padrão tecnológico (processo e equipamentos) entre as indústrias brasileiras e as dos principais países produtores (Itália, Espanha e China). Ao contrário, o parque industrial brasileiro, por ter sua estruturação mais recente do que os europeus, conta com inúmeras plantas mais modernas e produtivas. Esta situação é especialmente acentuada no APL de Santa Gertrudes”.
- “Uma das maiores conquistas da indústria brasileira de revestimentos cerâmicos foi o desenvolvimento do processo Via Seca, que permitiu a fabricação de revestimentos com características técnicas que se enquadram nas exigências das normas internacionais, e que dificilmente podem ser distinguidos dos produzidos pela tradicional Via Úmida, no entanto com baixos custos de produção.”
- “Os baixos custos permitiram que o segmento Via Seca adotasse com larga vantagem uma estratégia competitiva por preços e, favorecida pela expansão da base da pirâmide de consumo no mercado brasileiro a partir de meados da década de 1990, obtivesse um crescimento vertiginoso por meio da venda de produtos populares, sendo responsável pela consolidação de Santa Gertrudes nos anos 2000 como o principal pólo produtor nacional”.
- “Os investimentos de caráter inovativo concentram-se em melhorias pontuais, como na formulação e correção de massas e testes de novos esmaltes, realizados por profissionais que desempenham também outras atividades na linha de produção. Investimentos com contratações externas não são usuais e, quando ocorrem, estão mais centrados no desenvolvimento de jazidas minerais, nos casos em que o suprimento mineral é verticalizado”.
- “No tocante às inovações de produto, tem havido uma expansão significativa de revestimentos porcelanizados, com a entrada de novas unidades industriais em diversos estados. Este comportamento segue a tendência do mercado internacional, no qual se destacam as indústrias cerâmicas da Itália e da China”.

- “Apesar de se contar no país com um aparato considerável de instituições de ensino, pesquisa, e inovação com capacitação em recursos humanos e laboratoriais nas áreas afins à indústria cerâmica, as parcerias envolvendo o setor produtivo são ainda muito tímidas e isoladas”.
- “Os dois fatores que mais pesam nos custos de produção são a energia térmica e o esmalte, cada um correspondendo a cerca de 20% do total dos custos. A mão-de-obra (direta e indireta) representa em torno de 15 a 17%. A matéria-prima mineral impacta de forma bastante diferenciada os custos das plantas Via Seca e Via Úmida, respectivamente, em 8,1% e 13,4%”.

■ **Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:**

- “Na indústria de revestimentos cerâmicos, o uso de água ocorre, mormente, em três fases do processo industrial: na moagem da argila (processo Via Úmida), na prensagem (Via Seca) e na esmaltação (vias Úmida e Seca). São consumidos em média cerca de 0,07 m³ de água/ tonelada e 0,3 m³/ tonelada de placas, respectivamente, nas rotas Seca e Úmida”.
- “A indústria de revestimento gera quantidades mínimas de resíduo, com a perda após a queima sendo inferior a 1% e, freqüentemente, limitando-se a menos de 0,5%. Os cacos gerados constituem resíduos inertes, sendo destinados a aterros ou empregados como lastros nos acessos e pátios das próprias cerâmicas. Em iniciativas mais recentes, tem-se tentado a sua reciclagem, por meio de moagem e incorporação na massa, não constituindo ainda uma prática adotada pelos ceramistas”.

■ **Visão de Futuro:**

- “Ao se analisar as perspectivas de expansão do setor de revestimentos, um dos desafios que se coloca está relacionado à necessidade do aprimoramento do suprimento mineral. ... o qual está aquém do padrão produtivo das cerâmicas”.
- “A modernização das minerações com maior defasagem tecnológica passa por investimentos na pesquisa geológica dos depósitos, no planejamento e desenvolvimento das lavras, e na caracterização e controle da qualidade das matérias-primas.”

■ **Recomendações:**

- “Maior articulação e participação dos centros de pesquisa e inovação, bem como intensificação do apoio governamental em projetos que visem, entre outros avanços, maior qualificação das matérias-primas, disciplinamento da atividade mineral e melhor controle e recuperação ambiental dos empreendimentos; aprimoramento contínuo da qualidade dos produtos (Via Seca, Via Úmida e Porcelanato); desenvolvimento de design nacional; inserção e consolidação de marcas brasileiras no mercado internacional”.
- “Estas ações quando de caráter inovativo deverão dispor de apoio de recursos a fundo perdido de agências de fomento”.

6.2.4. Bens de Capital e Serviços

- “O alto padrão tecnológico da indústria brasileira é fortemente dependente de desenvolvimentos fornecidos pelos produtores de bens de capital e insumos básicos europeus, como as empresas de equipamentos italianas e os colorifícios espanhóis”.
- “As inovações de processos e produtos são concedidas pelos fornecedores de insumos, pela aquisição de máquinas no mercado internacional e por meio da cooperação com fornecedores de equipamentos e assistência técnica. De forma geral, essas empresas fornecedoras de equipamentos e insumos reservam o desenvolvimento tecnológico para as suas matrizes, sendo que os esforços internos restringem-se, em sua maior parte, a adaptações de produto e processo às matérias-primas e demais condições locais”.
- “Os principais fornecedores de equipamentos correspondem a grandes empresas multinacionais. No Brasil, são fabricados os equipamentos mecânicos, utilizados na moagem e preparação das massas, além de fornos, secadores e atomizadores. Os equipamentos com maior conteúdo tecnológico, como prensas, linhas de esmaltação e serigrafia, são produzidos no exterior. Pequenas e médias empresas brasileiras atuam como fornecedoras de componentes e equipamentos a empresas maiores, que incluem serviços de caldearia, usinagem e tubulação”.

- “A interação dos fabricantes de equipamentos com os ceramistas é intensa. A indústria de bens de capital pode ser considerada a indutora de grande parte das inovações ocorridas no processo produtivo, como é o caso do desenvolvimento da Via Seca, concentrado no APL de Santa Gertrudes.”

6.2.5. Incentivos

- “Ações de apoio para consolidação dos APLs de Criciúma e Santa Gertrudes, envolvendo: fortalecimento da governança, fomento de cooperações, ordenamento territorial geomineiro, facilitação de acesso às reservas, capacitação de mão-de-obra, estudos de mercado, entre outras”.
- “Uma das preocupações do setor produtivo está relacionada ao preço do gás natural”; o setor reivindica ... uma política de preços que ... evite oscilações freqüentes e aumentos acima de taxas de inflação”;
- “Como o mercado interno deverá continuar sendo o principal fator de sustentação da expansão dessa indústria, a continuidade das políticas públicas de suporte à construção civil, certamente, trará benefícios competitivos ao setor, facilitando também a sua maior inserção no mercado externo”.

6.2.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- O setor de cerâmica de revestimento conta, “em sua matriz energética, com o consumo de gás (essencialmente gás natural - GN) no processo de combustão para atomização, secagem forçada das argilas e queima, e energia elétrica na movimentação dos equipamentos das plantas industriais”.
- O consumo de GN varia de 1,03 m³/ m² (Via Seca) a 2,26 m³/ m² (Via Úmida), com a média nacional de 1,43 m³/m² (85,08 m³/ t).
- O consumo de energia elétrica varia de 1,36 kwh/ m² (Via Seca) a 2,74 kwh / m² (Via Úmida), com a média situando em 1,81 kwh/ m² (107,74 kwh/ t de revestimentos).
- “Convertendo os consumos médios (térmico e elétrico) para equivalentes em kcal, obtem-se: i) para o consumo térmico (GN): 791.244 kcal/ t; ii) para o consumo elétrico: 92,66 kcal/ t; e iii) para o consumo total: 791.337 kcal/ t, o que corresponde ao consumo médio de 0,079 tep/ t de revestimentos produzidos”.
- “O consumo energético é especialmente baixo (valores na faixa de 0,057 tep/ t) nas indústrias Via Seca”, seja em relação às plantas Via Úmida nacionais, ou em comparação às plantas européias. O padrão de consumo da Via Úmida nacional iguala-se ou até mesmo é menor que as similares européias.

6.3. Cadeia de Coloríficos

O RT-70 (Perfil dos Coloríficos), de autoria dos consultores José Mário Coelho e Anselmo Boschi, assinala que a indústria brasileira de coloríficos “está entre as maiores do mundo e, acompanhando o segmento de revestimentos, ... apresentou um expressivo crescimento nos últimos 15 anos”.

O Quadro 6.3 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DE COLORIFÍCIOS
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 6.3

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Colorifícios	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita ²	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	499	8,2 s/ 1992	2,6	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	2.500
Importação	ps ¹			Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	200
Exportação (2008)	ps ¹			Capacidade Instalada	mil t/ ano	500
Consumo Aparente	499	8,2 s/ 1992	2,6	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	515

Obs: ¹ps: pouco significativo; ²kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	981	1.505	1.540
- % a.a.	3,1	5,1	5,3
- kg / habitante / ano	4,5	6,9	7,1
Produção			
- mil t/ ano	1.260	1.540	1.820
- % a.a.	4,3	5,3	6,1
- kg / habitante / ano	5,8	7,1	8,4
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	760	1.040	1.320
- Total (mil t/ ano)	1.260	1.540	1.820
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	515/ t	515/ t	515/ t
- R\$ bilhões	0,4	0,5	0,7
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	170	200	230
- mão-de-obra adicionada	4.471	5.200	5.739
- mão-de-obra total	6.971	7.700	8.239

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-70 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo III:

6.3.1. Investimentos

- “O investimento necessário para a instalação de uma unidade fabril com capacidade de produção de 1.700 toneladas/ mês de fritas situa-se na faixa de R\$ 15 milhões. Já para expansão da capacidade produtiva em 1.700 t/ mês, é estimado um investimento de cerca de R\$ 6 milhões”. Com base em tais parâmetros (R\$ 735/ t, em empreendimentos *greenfield* e R\$ 294/ t em *brownfield*), “os investimentos totais para fazer frente à expectativa de aumento da produção brasileira dos colorifícios, no período de 2010 a 2030, foram estimados entre o mínimo de R\$ 390 milhões e o máximo de R\$ 680 milhões”.

6.3.2. Recursos Humanos

- “Há necessidade de melhoria da capacitação profissional, particularmente na área de produção, com aumento da participação de profissionais de formação superior e, sobretudo, de funcionários de nível médio com formação técnica”.
- “Com o avanço da automação e dos processos de controles das operações fabris, uma necessidade crescente é o aprimoramento da capacitação dos empregados formados nos ciclos fundamental e médio”.

6.3.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

“Entre as empresas da cadeia produtiva cerâmica, os coloríficos correspondem a um dos elos com maior investimento em inovação no país, podendo alcançar, entre as empresas líderes, valores da ordem ou superiores a 1% do faturamento das empresas”.

■ **Caracterização:**

- “Os coloríficos produzem insumos minerais empregados largamente pelo setor cerâmico. Os principais insumos minerais produzidos são as fritas, de forma isolada, ou adicionadas a outras matérias-primas naturais e sintéticas, comercializadas como compostos, esmaltes, engobes, pastas serigráficas, granilhas e corantes, sendo as matérias-primas empregadas para formar as camadas superficiais e de decorações das peças cerâmicas”.
- “O principal produto fabricado pelos coloríficos são as fritas “... - compostos vítreos, insolúveis em água, que são obtidos pela fusão seguida de resfriamento rápido de misturas controladas de matérias-primas”.
- “As normas técnicas dedicadas aos revestimentos cerâmicos são bastante exigentes no que se refere ao desempenho da camada de esmalte aplicada à superfície dos mesmos. Algumas das principais propriedades normatizadas são: resistência ao ataque químico, resistência ao desgaste mecânico, coeficiente de atrito, tonalidade, etc.”.

■ **Tecnologia:**

- “Fatores como dimensionamento adequado das plantas industriais, qualificação do corpo técnico e alto nível de gestão colocam a produtividade das fábricas brasileiras no mesmo nível ou até em patamar superior às similares européias”.
- “Os avanços tecnológicos na fase de esmaltação são constantes e velozes, e as empresas que aqui operam se mantêm atualizadas em relação ao estado da arte da tecnologia no mundo”.
- “Apesar do patamar tecnológico atingido, os coloríficos brasileiros se reportam aos grandes centros tecnológicos e de design na Itália e na Espanha para a observação de tendências e a absorção de melhorias”.
- “Além de *designers*, as empresas contam com engenheiros e técnicos de nível médio que prestam serviços de assistência técnica e dão assessoria de processo às empresas cerâmicas”.
- “O estreito contato dos coloríficos com a indústria de revestimentos cerâmicos tem propiciado uma série de melhoramentos incrementais em produtos e processos, o que significa que este elo da cadeia está constantemente produzindo pequenas inovações, além de outros desenvolvimentos significativos, como o corante micronizado de alta dispersão ou a serigrafia por jato de tinta”.
- “Os coloríficos também se distinguem pela maior interação com a infraestrutura de P&D&I no país, com exemplos de projetos conjuntos com a UFSCAR e utilização de serviços do Senai e do IPT”.
- “Ainda não é prática comum a certificação de sistemas, estimando-se que cerca de 15% dos coloríficos possuem certificação nas séries ISO (9000, 14000, 18000) ou equivalentes.

■ **Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:**

- “O valor de emissão de CO₂, na queima do GN, está em torno de 485 kg/ t de fritas produzidas”.
- “A água é utilizada principalmente no resfriamento rápido das fritas. É consumido em média 0,25 m³/ t. As plantas trabalham em circuito fechado, com recirculação de água, com perda pouco significativa, apenas por evaporação”.
- “Os efluentes líquidos correspondem à porção de água com pequeno conteúdo de fritas que são arrastadas no processo de resfriamento (2 kg/ t de fritas). O tratamento envolve a decantação desse material, com reuso da água e recuperação das fritas decantadas”.
- “Os resíduos sólidos produzidos durante as operações dos coloríficos referem-se, basicamente, à parcela de fritas arrastadas na água de resfriamento (2 kg/ t de fritas produzidas) e de particulados na exaustão dos fornos (3 kg/ t de fritas produzidas), que são recuperados, respectivamente, por decantação do efluente líquido e filtragem acoplada a chaminés, e reintroduzidos ao processo para fabricação de fritas de segunda linha”.

■ Visão de Futuro:

- “Ao se analisar as expectativas de crescimento do setor cerâmico brasileiro, comandado, sobretudo, pelo segmento de revestimentos, constata-se o acentuado impacto que a expressiva expansão setorial deve causar na cadeia de suprimento de minerais industriais, com aumento significativo da demanda de substâncias minerais como feldspato e rochas feldspáticas, argilas de queima clara e fundentes, caulim, filito, entre outras. Outro fator importante, que pode reordenar parte da indústria extrativa de minerais industriais, refere-se à tendência já manifestada de expansão do setor cerâmico nas regiões Nordeste e Centro-Oeste”.
- “A modernização das minerações com maior defasagem tecnológica passa por investimentos na pesquisa geológica dos depósitos, no planejamento e desenvolvimento das lavras, e na caracterização e controle da qualidade das matérias-primas. Acrescenta-se que as bases do conhecimento necessário ao aprimoramento tecnológico são de amplo domínio da comunidade profissional e dos centros de pesquisa e universidades, e vêm sendo sistematicamente incorporadas pelas maiores e mais estruturadas empresas de mineração do país. Para alcançar esse novo patamar de competitividade, especialmente as PMEs de mineração, os centros de pesquisa e o suporte governamental terão um papel fundamental”.

■ Recomendações:

- “Intensificação da participação dos centros de pesquisa e inovação, bem como do apoio governamental em projetos que visem o aprimoramento competitivo da cadeia produtiva cerâmica, em especial a de revestimentos, dirigidos à agregação de valor aos produtos e ampliação da participação no mercado internacional, para os quais pode ser destacada a necessidade de investimentos no aprimoramento contínuo da qualidade dos produtos (via seca e porcelanatos) e no desenvolvimento de *design* nacional”.
- “Apoio a programas prospectivos e de caracterização tecnológica de minerais industriais cerâmicos de demanda crescente, entre outros - argilas plásticas de queima clara para engobes, caulins e rochas feldspáticas - especialmente nas proximidades dos APLs cerâmicos de Santa Gertrudes e Criciúma, já consolidados, e nas regiões industriais emergentes, no Nordeste e no Centro-Oeste”.

6.3.4. Bens de Capital e Serviços

- “... a maior parte dos equipamentos é suprida por empresas brasileiras (nacionais e estrangeiras), com situações restritas de importações, caso, por exemplo, de fornos em determinadas empresas”.
- “Alguns fabricantes brasileiros já chegaram a produzir toda a linha de equipamentos no país. Fatores como concentração mundial dessa indústria, estratégia de focalização e sobrevalorização do câmbio levaram a indústria de equipamentos cerâmicos a uma retração no país, a exemplo de outros segmentos do setor de bens de capital”.
- “Atualmente, os principais fornecedores de equipamentos para as indústrias cerâmicas (sanitários e revestimentos) e de colorifícios correspondem a grandes empresas multinacionais. A maioria delas começou suas atividades no país na década de 1970, inicialmente como representantes comerciais, passando posteriormente à produção de maquinaria”.
- “No Brasil são fabricados os equipamentos mecânicos utilizados na moagem e preparação dos compostos e esmaltes, além de fornos. Os equipamentos com maior conteúdo tecnológico empregados na aplicação industrial dos esmaltes e engobes, como as linhas de esmaltação e serigrafia, são produzidos no exterior. Pequenas e médias empresas brasileiras atuam como fornecedoras de componentes e equipamentos a empresas maiores, que incluem serviços de calderaria, usinagem e tubulação”.

6.3.5. Incentivos

- “Apoio a programas prospectivos e de caracterização tecnológica de minerais industriais cerâmicos de demanda crescente nos colorifícios, principalmente para engobe e fritas, entre outros - argilas plásticas de queima clara, caulins e rochas feldspáticas, wollastonita/ dióxido”.
- O setor produtivo reivindica uma política de preços para o gás natural que evite oscilações frequentes e aumentos acima de taxas de inflação;
- “Como o mercado interno ... continuará sendo o principal fator de sustentação ... dessa indústria, a continuidade das políticas ... de suporte à construção civil ... trará benefícios competitivos ao setor, facilitando também a sua maior inserção no mercado externo”.

- “A partir das vantagens competitivas estabelecidas principalmente para os APLs de Santa Gertrudes e Criciúma, induzir o alçamento do parque de colorifícios brasileiro a operar como uma plataforma de exportações para as Américas do Norte e Latina, a exemplo da Espanha, por meio de incentivos a serem definidos conjuntamente entre entidades governamentais e setor produtivo”.

6.3.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- O combustível utilizado no processo de fusão é o gás natural enriquecido com oxigênio, estimando-se que o consumo médio desse combustível deva se situar em torno de 240 m³/ t de fritas processadas.
- Convertendo esse consumo energético para equivalentes em kcal, chega-se ao valor de 2.352.000 kcal/ t, o que equivale ao consumo de 0,23 tep/ t de fritas.
- “Além da energia térmica, dada pela combustão de GN enriquecido, as plantas contam também com consumo de energia elétrica nas operações para composição dos produtos, que pode ser considerado pouco representativo dentro do consumo total de energia”.

6.4. Cadeia de Refratários

O RT-71 (Perfil dos Refratários), de autoria do consultor Emílio Lobato, assinala que, os refratários representam um segmento estratégico de destacada importância, porque todos os processos industriais que utilizam calor dele dependem diretamente. O Brasil apresenta boa atratividade para a indústria de refratários, tanto pela disponibilidade de matérias-primas minerais para produção local, quanto pela dinâmica positiva dos mercados consumidores. As perspectivas de crescimento da indústria siderúrgica e de cimento domésticas reforçam a referida atratividade, enquanto a crescente instabilidade de suprimentos oriundos da China, acentua as vantagens comparativas dos recursos naturais brasileiros. Devido à queda de consumo específico em alguns segmentos de consumo de refratários, este setor vem procurando se integrar às cadeias produtivas dos principais segmentos consumidores, através da prestação de serviços, suportados por modelos de negócios voltados à venda de performance. A sustentação de tal estratégia requer um sólido suporte de qualidade fundamentada em P&D&I.

O Quadro 6.4 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DE REFRAATÓRIOS
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 6.4

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Refratários	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	543	2,4 s/ 1998	2,9	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	5.500
Importação (2008)	32	1,2 s/ 1998	0,2	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	100
Exportação (2008)	84	6,2 s/ 1998	0,4	Capacidade Instalada	mil t/ ano	700
Consumo Aparente	492	1,8 s/ 1998	2,6	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	3.500

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	832	1.001	1.146
- % a.a.	2,4	3,3	3,9
- kg / habitante / ano	3,8	4,6	5,3
Produção			
- mil t/ ano	885	1.095	1.302
- % a.a.	2,2	3,2	4,1
- kg / habitante / ano	4,1	5,1	6,0
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	185	395	602
- Total (mil t/ ano)	885	1.095	1.302
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	3.500/ t	3.500/ t	3.500/ t
- R\$ bilhões	0,6	1,4	2,1
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	100	150	200
- mão-de-obra adicionada	1.850	2.633	3.010
- mão-de-obra total	7.350	8.133	8.510

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-71 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo III:

6.4.1. Investimentos

- Foram estimados os seguintes indicadores de investimento na indústria de refratários (em R\$/ t de capacidade instalada): **i**) Não moldados: R\$ 333; **ii**) Moldados (simples): R\$ 3.021; **iii**) Moldados (completo): R\$ 3.208; **iv**) Pré-moldados: R\$ 3.611; e **v**) Especiais: R\$ 27.272. Diante a tais indicadores e considerando-se as perspectivas de que a expansão da indústria de refratários seja acompanhada de uma mais intensa participação de Pré-moldados e Especiais, adotou-se o valor de R\$ 3.500/ t de capacidade instalada, para projeção das necessidades de investimento, no período 2010 a 2030.

6.4.2. Recursos Humanos

- Entre 25% e 50% da mão-de-obra do setor está ligada a atividades administrativas.
- “Os cargos de chefia e analistas são normalmente preenchidos por profissionais com curso superior e os demais por cargos técnicos”.
- “Funções específicas da indústria tais como comercial, P&D, assistência técnica a clientes, administração da produção e mineração são geralmente preenchidas por engenheiros metalúrgicos, de materiais, de processos e de minas”.

- “Na área produtiva, alguns cargos operacionais são qualificados e requerem grau de formação técnica (mecânica, eletrônica e química)”.
- “A produtividade média, em 2008, foi da ordem de 98,73 t/ cooperador/ ano (543 mil t/ 5.500 cooperadores)”.
- “Unidades dedicadas à produção de refratários moldados (tijolos) em processos automatizados e plantas para produção de não-moldados operando em elevada escala de produção apresentam indicadores de produtividade entre 600 e 1.200 t/ cooperador / ano ou até superiores”.
- “Unidades fabris para manufatura de produtos moldados com baixa intensidade de automação ou unidades trabalhando em menor escala de produção têm esse indicador reduzido a valores entre 100 e 300 t/ cooperador/ ano”.
- “Unidades dedicadas à produção de peças especiais como válvulas demandam grande intensidade de mão-de-obra e apresentam produtividade entre 50 e 100 t/ cooperador / ano”.
- “No Brasil, a maioria das empresas se encontra na faixa entre 100 e 200 t/ homem/ ano”.
- “Para 2030, é admitida uma produtividade média de 200 t/ cooperador/ ano no Brasil”.
- “A formação e qualificação de engenheiros de materiais, cerâmicos, metalurgistas e de minas pode representar um gargalo ao desenvolvimento do setor, em especial as duas primeiras especialidades que apresentam formação muito limitada de profissionais”.
- “Um acréscimo da ordem de 2.000 postos de trabalho, no horizonte de 20 anos, não configura problema para a indústria pois os níveis de qualificação desejados são preenchidos principalmente por pessoal com escolaridade de nível médio e técnico”.
- “O nível técnico é o que mais preocupa haja vista que concorre com outras indústrias em expansão no país como, por exemplo, toda a cadeia de transformação metal-mecânica. Contudo, essa demanda poderá ser atendida através de aumento nas vagas no sistema SESC-SENAC e outras escolas técnicas”.

6.4.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “Refratários são materiais sólidos, policristalinos, normalmente inorgânicos e polifásicos. São estáveis volumetricamente na temperatura de uso. Têm por objetivo manter, armazenar e ceder calor, conter fluídos, resistir a solicitações mecânicas, resistir a solicitações térmicas, resistir a solicitações químicas, suportar cargas sólidas e/ou líquidas, estáticas ou dinâmicas”.
- “Os refratários são utilizados em indústrias (siderurgia, cimento, vidro, petroquímica, etc.) que requerem excelentes propriedades térmicas e outras mais específicas como resistência à corrosão, abrasão e choque térmico”.
- Sob o ponto de vista químico, os refratários estão divididos “em 5 categorias principais: silicosos, silico-aluminosos, aluminosos, básicos e especiais. Dependendo de seu estado físico são classificados em moldados e monolíticos e conforme sua massa específica em densos ou isolantes”.
- “Os refratários mais simples são monolíticos, que não têm forma e são caracterizados por massas, argamassas e concretos. Logo seguem os produtos moldados, sendo os tijolos seus representantes característicos. Por fim, aparecem as peças especiais, com formatos irregulares, cujos principais exemplares são pré-moldados e válvulas”.

■ Tecnologia:

- “O Brasil possui tecnologia e infra-estrutura de nível internacional destinadas a pesquisa e desenvolvimento no campo de materiais cerâmicos. Empresas do ramo contam com a presença de pesquisadores e técnicos qualificados tanto para desenvolvimento quanto para captação de novas tecnologias”.
- O País conta também com boa infra-estrutura de recursos humanos na área de refratários, “composta por profissionais brasileiros de nível superior, sendo parte integrante deste quadro mestres, doutores e pós-doutores, graduados em Universidades de ponta no Brasil, EUA e Europa”.

- “A principal especialidade para produção de pesquisa de base é a engenharia cerâmica e de materiais, cuja oferta de cursos é relativamente pequena mas atende a demanda do mercado doméstico”.
- “Algumas tecnologias vinculadas a soluções em materiais refratários têm acesso restrito, sendo dominadas por fabricantes europeus e japoneses, mas são exceções e em linhas gerais elas são de domínio público ou não são patenteadas”.
- “Dentre todas as linhas de produtos refratários existentes no mercado, somente as linhas específicas, como válvulas gaveta e sistemas de injeção de gases são eventualmente protegidas por patentes. É incomum proteção por patentes no mercado de produtos não-moldados e tijolos”.

■ **Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:**

- As emissões gasosas dependem “intimamente da matriz energética utilizada. Em produtores que consomem gás natural, as emissões da fabricação de refratários não apresentam maiores contaminantes, como SO_x, NO_x, TOC, fuligens e poeiras. Na queima de gás natural, o nível de emissões é considerado baixo e o órgão ambiental normalmente dispensa ... monitoramentos periódicos. A emissão de CO₂ é de 170 kg por tonelada de refratário produzido”.
- “A indústria de refratários praticamente não gera rejeitos em seus processos produtivos pois eventuais quebras e descartes são reutilizados no próprio processo produtivo. Existe uma tendência recente de ampliar a reciclagem de produtos refratários após sua aplicação, utilizando-os como matérias-primas na produção de refratários. Contudo, o volume de produtos refratários reciclados ainda é incipiente seja no Brasil seja em outros países”.
- “O consumo de água da indústria de refratários ... é baixo”, pois a água só é “aplicada como utilidade nos processos fabris”.

■ **Visão de Futuro:**

- “Se por um lado a indústria de refratários ... parece ter um futuro promissor no Brasil, estruturalmente ela sofre com o fato de ser um setor em que o consumo específico tende a decair com o tempo, reduzindo a necessidade de investimentos e o crescimento da indústria”.
- “Esse fenômeno levou muitos produtores mundiais a mudar seu modelo de negócios buscando integrar suas cadeias produtivas à de seus principais clientes, incluindo serviços e adequando a oferta de produtos. Por isso, além da necessidade de expansão do pátio produtor brasileiro para atendimento a demanda interna e ao crescimento do mercado externo, um reforço das áreas de assistência técnica e pesquisa no país é imperativo”.

■ **Recomendações:**

- O RT-71 ressalta a necessidade de aumentar a competitividade da indústria de refratários no Brasil, mediante “o aumento da produtividade do setor, através de investimentos em automação buscando níveis mais próximos aos dos países desenvolvidos”.

6.4.4. Incentivos

- “O setor industrial de produtos refratários não possui nenhum incentivo especial, mas compartilha das políticas de fomento vigentes no país”. Por exemplo, importantes empreendimentos fornecedores de matérias-primas para a indústria de refratários, encontram-se localizados “na região nordeste do país e estão sujeitos ao ... abatimento na alíquota de Imposto de Renda a empresas com operações na região”, além de outros benefícios oferecidos pela SUDENE.
- Na busca de estímulos para fortalecimento da competitividade da indústria, deve-se priorizar a neutralização de ameaças que resultam da presente “tendência de consolidação da indústria de refratários em âmbito global, a exemplo do que ocorreu em seus segmentos consumidores como aço e cimento”.
- “Cabe ressaltar a necessidade de apoio ao desenvolvimento tecnológico do setor de refratários”, assim como à internacionalização das empresas do setor, as quais deverão ser estimuladas a promover a expansão de suas escalas produtivas e a construção de novos modelos de negócios competitivos e sustentáveis.

6.4.5. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “O consumo energético representa fator relevante no custo de transformação das plantas de refratários. O consumo de hidrocarbonetos como óleo e gás natural estão normalmente vinculados a processos de queima seja para produção e beneficiamento de matérias-primas, seja para manufatura de produtos acabados”.
- Dado que “muitos produtores adquirem matérias-primas prontas para processamento enquanto outros adquirem insumos minerais e os processam”, torna-se difícil dispor de parâmetros de referência para o consumo de energia. “Além disso, algumas linhas de refratários são queimadas em fornos-túneis, outras somente em estufas e outras não passam por tratamento térmico”.
- “Considerando somente os processos que demandam tratamento térmico, ... valores indicativos para o consumo de energia pela queima de combustíveis fósseis se encontram na faixa de 600 a 800 Mcal/ t, provindo principalmente de gás natural quando disponível e também de óleo pesado”.
- “O consumo de energia elétrica está vinculado principalmente a equipamentos pesados, como principalmente moinhos, misturadores e prensas. Novamente a intensidade de uso de energia elétrica depende do produto e processo em questão. Valores típicos indicativos se encontram na faixa entre 150 e 200 kWh/ t de refratário produzida”.
- “Vale ressaltar que algumas matérias-primas importantes para a indústria de refratários como magnésias e aluminas eletrofundidas são consumidoras intensivas de energia”, podendo também distorcer os parâmetros de consumo específico retro-assinalados.“

6.5. Cadeia da Cal

O RT-72 (Perfil da Cal), de autoria do consultor José Otávio da Silva, assinala que, “dado ao uso da cal como aglomerante, plastificante e reagente químico - no Brasil, o mercado caracteriza-se pela: a) dispersão geográfica das suas unidades de fabricação (face às ocorrências de calcários dolomitos por quase todo o território nacional); b) facilidade e abundância da ... oferta (ainda que para cales especiais, o suprimento às vezes implique transporte mais longo); e c) baixo custo (o menor entre os reagentes químicos alcalinos e os aglomerantes cimentantes).

O Quadro 6.5 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DA CAL
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 6.5

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Cal	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	mil t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	7.393	3,3% s/2003	39,4	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	10.000
Importação (2007)	-	-	-	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	739
Exportação (2007)	-	-	-	Capacidade Instalada	mil t/ ano	9.000
Consumo Aparente	7.393	3,3% s/2003	39,4	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	45

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	13.271	16.230	19.783
- % a.a.	2,6	3,5	4,4
- kg / habitante / ano	61,3	75,0	91,4
Produção			
- mil t/ ano	13.271	16.230	19.783
- % a.a.	2,6	3,5	4,4
- kg / habitante / ano	61,3	75,0	91,4
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	4.271	7.230	10.783
- Total (mil t/ ano)	13.271	16.230	19.783
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	45/ t	45/ t	45/ t
- R\$ bilhões	0,2	0,3	0,5
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	665	739	813
- mão-de-obra adicionada	6.466	9.743	13.284
- mão-de-obra total	16.466	19.743	23.284

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-72 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo III:

6.5.1. Investimentos

- “Estudos do SEBRAE indicam que com um investimento ... de R\$ 160 mil é possível a implantação de uma pequena indústria para a produção de 300 t/ mês de cal virgem e cal hidratada” o que determina o indicador de investimento da ordem de R\$ 45/ t de capacidade anual instalada. Partindo de tal parâmetro, no RT-79, os investimentos totais para fazer frente ao aumento da produção brasileira no período de 2010 a 2030 são estimados em R\$ 194 milhões (Cenário Frágil), R\$ 324 milhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 486 milhões (Cenário Inovador).

6.5.2. Recursos Humanos

- “Grandes empresas - muitas ... com certificação ISO 9.000 e ISO 14.000 e atuando com modernas técnicas de gestão e consciência ambiental - empregam ... um maior número de pessoal de nível superior na linha de produção, como engenheiros (químicos, metalúrgicos, mecânicos, entre outros)”.
- “Entre os técnicos de nível médio merecem destaque os técnicos químicos”.
- “Em pesquisa, de outubro de 2008, o APL de cal e calcário no Paraná constatou que cerca de 5% do pessoal ocupado são de nível superior, 20% de nível médio e 75% de nível fundamental”.

6.5.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “O termo cal virgem é consagrado na literatura brasileira e nas normas da ABNT, para designar o produto composto predominantemente por óxido de cálcio ou por óxido de cálcio e óxido de magnésio, resultantes da calcinação, à temperatura de 900 a 1200° C, de calcários, calcários magnesianos e dolomitos. Conforme o óxido predominante, a cal é classificada em:
 - **Cal Virgem Cálcica** - Com óxido de cálcio entre 100% e 90% do óxido total presente;
 - **Cal Virgem Magnésiana** – Com teores intermediários de óxido de cálcio, entre 90% e 65% do óxido total presente;
 - **Cal Virgem Dolomítica** – Com óxido de cálcio entre 65% e 58% do óxido total presente.
- “A cal é principalmente empregada nos seguintes segmentos industriais:
 - siderurgia: como fluxo (45 a 70 kg/ t aço nos fornos LD), aglomerante (2,5% da carga de pelotização);
 - celulose e papel: para regenerar a soda cáustica e para branquear as polpas de papel;
 - açúcar: na remoção dos compostos fosfáticos, dos compostos orgânicos e na clarificação;
 - álcalis: para recuperar a soda e a amônia;
 - carbureto de cálcio: onde, com o coque, em forno elétrico, dá formação a este importante composto químico;
 - tintas: como pigmento e incorporante de tintas e como pigmento para suspensões em água, destinadas às “caiações”;
 - alumínio: como regeneradora da soda;
 - outros segmentos industriais: refratários, cerâmica, carbonato de cálcio precipitado, graxas, tijolos silico-cal, petróleo, couro, etanol, metalurgia do cobre, produtos farmacêuticos e alimentícios e biogás”.
- A cal é também utilizada em “tratamento de águas potáveis e industriais; estabilização de solos; obtenção de argamassas de assentamento e revestimento; misturas asfálticas; precipitação do SOx dos gases resultantes da queima de combustíveis ricos em enxofre; corretivo de acidez de pastagens e solos agrícolas; sinalização de campos esportivos; proteção às árvores; desinfetantes de fossas; proteção a estábulos e galinheiros; e retenção de água, CO₂ e SOx”.

■ Tecnologia:

- “A cal virgem resulta da calcinação de rochas calcárias quando aquecidas em fornos a temperaturas superiores a 725° C. A qualidade comercial de uma cal depende das propriedades químicas do calcário e da qualidade da queima. As cales são constituídas basicamente de óxidos de cálcio ou de uma mistura de óxidos de cálcio e magnésio e podem ser apresentadas sob a forma de pedras, ou moídas e ensacadas”. “A produção de 1 t de cal virgem requer 1,7 ou 1,8 t de rocha calcária, Com 1 t de cal virgem se obtém 1,3 t de cal hidratada”.

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- “A indústria da cal está entre as mais poluidoras do meio ambiente, desde a extração do calcário até a fase da cal propriamente dita. ... Quanto à emissão de CO₂, primeiramente tem-se a parcela devida à decomposição do calcário (1,75 t calcário/ t cal virgem), de 770 kg CO₂/ t”.
- “A parcela pelo uso de combustível é estimada, inicialmente, com base na relação energia/ emissão para o gás natural, 4,26 mil kcal/ t de CO₂, e o consumo específico para a cal virgem (1.026 mil kcal/ t), obtendo-se 241 Kg CO₂/ t”.
- “A seguir, multiplica-se pelo fator 1,5 (a média dos fatores dos tipos de combustível usados) que corrige a emissão de carbono por unidade de energia, com relação ao gás natural. Obtém-se assim 361 Kg CO₂/ t. Tem-se o total de 1.131 kg CO₂/ t de cal virgem, dos quais 32% originam-se da queima dos combustíveis”.
- “O pó formado em todas as fases, extração, transporte, descarregamento, moagem, etc, causam poluição atmosférica com conseqüentes problemas respiratórios”.
- “A produção de cal realizada pelos pequenos produtores é, via de regra, realizada de maneira rudimentar sem nenhuma técnica, sem preocupação com o meio ambiente e muitas vezes utilizando mão-de-obra irregular”.
- “O MMA – Ministério do Meio Ambiente firmou convênio com o CETEM visando estudar medidas para mitigar impactos causados pelas caieiras na região de Arcos e Pains”.
- “Para produzir uma tonelada de cal hidratada, consome-se 240 litros de água”.

■ Visão de Futuro:

- “Espera-se para os próximos anos que a indústria da cal cresça respaldada pelo ambiente econômico favorável e pela ... expansão da construção civil, da siderurgia, da celulose e outras indústrias correlatas”.
- Em termos de adequação ambiental e redução de emissões resultantes da queima de combustíveis, “a utilização de modernos fornos verticais contribui para a economia de consumo térmico da ordem de 30%...”.

■ Recomendações:

- “Apoiar os APLs ... com vistas à adoção de tecnologia de estruturação empresarial” ... “Fortalecer a cadeia produtiva da cal visando melhorar a competitividade das empresas ...”.
- “Implementar programas de capacitação ambiental visando à adequação das empresas produtoras no que diz respeito ao cumprimento da legislação ambiental vigente”.

6.5.4. Incentivos

Os seguintes principais desafios estão a requerer a implementação de uma consistente política de incentivos:

- **“Falta de capital de investimento:** a produção de cal de maneira sustentável depende de equipamentos às vezes dispendiosos e inacessíveis ao pequeno empresário”.
- **“Deficiência na estrutura do trabalho:** é freqüente a produção através de métodos arcaicos com estrutura familiar e sem nenhuma preocupação científica por parte da administração”.
- **“Dificuldades na obtenção de financiamento:** o financiamento não alcança a grande maioria das pequenas empresas por requerer garantias reais, além de um excessivo procedimento burocrático”.
- **“Capacidade gerencial:** a falta de capacitação gerencial tem impossibilitado a consolidação no mercado de inúmeros pequenos empreendimentos, em geral conduzidos sem nenhuma técnica moderna de produção”.

6.5.5. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “Os combustíveis utilizados na calcinação da rocha calcária para a produção da cal virgem podem ser: óleos combustíveis; carvão mineral; carvão vegetal, granulado ou em pó; coque de petróleo; gás natural; lenha e seus derivados, na forma de toras, cavacos ou serragem; combustíveis não-convencionais, para uso em co-processamento, sujeitos à aprovação prévia e ao controle do órgão ambiental competente”.
- “A matriz energética do setor é bastante dinâmica, podendo apresentar variações significativas ano a ano. Com efeito, há poucos anos o óleo combustível predominava com 50%”.
- “As caieiras, pequenos fornos, geralmente sem registros legais usam como combustível a lenha, resultado de desmates nas redondezas”.
- “O combustível mais utilizado é o coque de petróleo (30%), gás natural (20%), lenha (20%), óleo combustível (20%) e carvão (10%). O consumo de combustível varia de acordo com o tipo de forno utilizado”.
- “Os pequenos fabricantes de cal que utilizam lenha como combustível nas suas calcinações consomem em média 1,5 m³ de Eucalipto Alba e Eucalipto Robusta, com 38% de água higroscópica, oito anos de idade, 380 Kg/ m³ e 3.700 Kcal/ Kg como poder calorífico superior”.

6.6. Cadeia de Abrasivos

O RT-73 (Perfil dos Abrasivos), de autoria dos consultores José Jaime Sznelwar, Maurício Dompieri e Remo Scalabrin, assinala que o estudo focaliza os três principais tipos de materiais abrasivos listados a seguir, com respectivas previsões de expansão na capacidade de produção mundial e de participações do Brasil na capacidade de produção mundial, em 2010 e 2030:

- **Expansão da capacidade de produção mundial no período 2010 a 2030:**
 - Óxido de Alumínio Eletrofundido: 2,5% a.a., alcançando 2,9 milhões t, em 2030.
 - Carbetos de silício: -1% a.a., alcançando 833 mil t, em 2030.
 - Diamante sintético: 5,5% a.a., alcançando 1,7 bilhões ct, em 2030.

• Participação do Brasil na capacidade de produção mundial:

- Óxido de Alumínio Eletrofundido: 4,2%, em 2010 e 4,2%, em 2030. (50 mil t, em 2010; 82 mil t em 2030)
- Carbetto de silício: 4,3%, em 2010 e 4,2%, em 2030. (43 mil t, em 2010; 35 mil t em 2030)
- Diamante sintético: 0%, em 2010 e 19,4%, em 2030. (sem produção em 2010; 320 milhões ct em 2030).

Relativamente aos três produtos selecionados da Cadeia de Abrasivos, os Quadros 6.6 a 6.8 apresentam as sinopses dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DE ABRASIVOS: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
ÓXIDO DE ALUMÍNIO ELETROFUNDIDO
QUADRO 6.6

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Abrasivos	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	Mil t	% a.a. ¹	per capita ²	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	50,0	-6,1%	266	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	143
Importação (2007)	16,3	20%	86,9	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	350
Exportação (2007)	26,6	1,7%	142	Capacidade Instalada	mil t/ ano	50
Consumo Aparente	39,7	-6,2%	212	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	2.200

Obs: ¹sobre 1996; ² t/ mil habitantes

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- kg/ ano	52,5	81,9	127
- % a.a.	0,2%	2,5%	4,8%
- kg / habitante / ano	0,24	0,38	0,59
Produção			
- kg/ ano	52,5	81,9	127
- % a.a.	0,2%	2,5%	4,8%
- kg / habitante / ano	0,24	0,38	0,59
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	2,5	31,9	76,6
- Total (mil t/ ano)	52,5	81,9	127
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	2.200/ t	2.200/ t	2.200/ t
- R\$ milhões	5,6	70,3	169
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	300	350	400
- mão-de-obra adicionada	8	91	192
- mão-de-obra total	175	234	317

CADEIA DE ABRASIVOS: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
 CARBETO DE SILÍCIO
 QUADRO 6.7

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Abrasivos	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	Mil t	% a.a. ¹	per capita ²	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	43	0,0%	229	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	123
Importação (2007)	2,4	7,9%	13	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	350
Exportação (2007)	49	6,6%	263	Capacidade Instalada	mil t/ ano	43
Consumo Aparente	-3,9*	-186%*	-21*	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	2.500

Obs: ¹sobre 1996; ²t/mil habitantes

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- mil t/ ano	22,6	35,2	54,4
- % a.a.	-3,2%	-1,0%	1,2%
- kg / habitante / ano	0,10	0,16	0,25
Produção			
- mil t/ ano	22,6	35,2	54,4
- % a.a.	-3,2%	-1,0%	1,2%
- kg / habitante / ano	0,10	0,16	0,25
Capacidade Instalada			
- Adicionada (mil t/ ano)	-20,4	-7,8	11,4
- Total (mil t/ ano)	22,6	35,2	54,4
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	2.500/ t	2.500/ t	2.500/ t
- R\$ milhões	-	-	28,6
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	300	350	400
- mão-de-obra adicionada	-68	-22	29
- mão-de-obra total	75	101	136

CADEIA DE ABRASIVOS: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
DIAMENTA SINTÉTICO
QUADRO 6.8

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Abrasivos	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	kg	% a.a. ¹	per capita ²	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	-	-	-	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	-0-
Importação (2007)	10.979	16,3	58,5	Produtividade da M.O.	kg/ cooperador/ ano	24
Exportação(2007)	-	-	-	Capacidade Instalada	mil t/ ano	-0-
Consumo Aparente	10.979	16,3	58,5	Investimento	R\$/kg de capacid. instalada	1.850

Obs: ¹sobre 1996; ² t/ mil habitantes

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- kg/ ano	26.500	41.400	63.900
- % a.a.	3,1%	5,5%	7,8%
- kg / habitante / ano	1,23e-4	1,91e-4	2,95e-4
Produção			
- kg/ ano	26.500	41.400	63.900
- % a.a.	8,7%	11,1%	13,6%
- kg / habitante / ano	1,23e-4	1,91e-4	2,95e-4
Capacidade Instalada			
- Adicionada (kg/ ano)	26.500	41.400	63.900
- Total (kg/ ano)	26.500	41.400	63.900
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	1.850/ kg	1.850/ kg	1.850/ kg
- R\$ milhões	49,0	76,5	118
Mão-de-obra			
- kg / cooperador/ ano	18	24	30
- mão-de-obra adicionada	1.473	1.723	2.130
- mão-de-obra total	1.473	1.723	2.130

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-73 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo III:

6.6.1. Investimentos

Em caráter meramente exploratório o RT-79 adota os seguintes indicadores:

- Óxido de alumínio eletrofundido: R\$ 2.200/ t de capacidade instalada
- Carbetos de silício: R\$ 2.500/ t de capacidade instalada
- Diamantes sintéticos: R\$ 1.850/ kg de capacidade instalada.

O RT-73 assinala que, “utilizando-se a tecnologia desenvolvida na Universidade Norte Fluminense, uma planta de produção de diamantes em escala industrial poderia ser instalada com investimentos da ordem de US\$ 10 milhões”.

6.6.2. Recursos Humanos

O RT-73 adota os seguintes indicadores de produtividade em t/ cooperador/ ano:

- Óxido de alumínio eletrofundido: Cenário Frágil: 300; Cenário Vigoroso: 350; Cenário Inovador: 400
- Carbetos de silício: Cenário Frágil: 300; Cenário Vigoroso: 350; Cenário Inovador: 400
- Diamantes sintéticos: Cenário Frágil: 0,018; Cenário Vigoroso: 0,024; Cenário Inovador: 0,030

- “Com relação à necessidade de capacitação e treinamento, o que se verifica é uma total carência de formação de pessoal especializado no mercado de trabalho”.
- “Instituições de formação de profissionais de nível técnico, como o SENAI, não possuem quaisquer programas de formação na área”.

6.6.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “Os abrasivos são substâncias usadas para moer, polir, abradir, limpar, ou seja, remover material sólido por meio de fricção e também por impacto”.
- “As principais propriedades físicas dos abrasivos são: dureza, rigidez, forma e tamanho de grãos, clivagem e pureza”.
- “O óxido de alumínio eletrofundido tem forte presença na área de metais não-ferrosos. O carbetos de silício tem melhor desempenho nesse tipo de aplicação, mas tem custo bem mais elevado.
- Na área dos materiais não-metálicos o carbetos de silício domina alguns mercados como abrasão de vidros, cerâmicas, concreto, carbono e outros, onde enfrenta concorrência dos produtos diamantados”.
- “O óxido de alumínio vem conquistando o espaço do carbetos de silício em aplicações para materiais não-metálicos diferentes de vidro, pedras, cerâmica e concreto”.
- “No corte e abrasão de materiais de alta dureza como pedras, concreto, marmoraria, cerâmica, vidro, ligas duras e outros, o diamante é o material abrasivo indicado. Vem tomando o mercado do carbetos de silício devido à constante redução em seu custo de produção e desempenho superior”.

■ Tecnologia:

- “A tecnologia empregada na produção é convencional, utilizando fornos de Acheson para produção do carbetos de silício e fornos de Higgins para produção da alumina eletrofundida”.
- “Nos últimos 20 anos, a modernização vem se dando principalmente no aumento do tamanho dos fornos e instalação de filtros”.
- “Os grandes centros de pesquisas existentes nas empresas multinacionais não estão localizados no Brasil”.

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- Seja na produção do alumina eletrofundida ou do carbetos de silício, “não há tratamento das emissões gasosas, sendo as mesmas descarregadas diretamente na atmosfera. A maior parte é de CO₂ com pequenas partes de CH₄, SO₂ e H₂S devidos aos voláteis do coque”.
- “A reciclagem ocorre reaproveitando produtos acabados, extraindo os grãos do substrato revestido ou ligado. Há um florescente mercado de recuperadoras de grãos, composto de recicladores que usam sobras e sucatas e que se especializam por tipo de aglomerante e de grãos”.
- “No processo de eletrofusão da alumina, usa-se água para resfriar as carcaças dos fornos quando se deseja uma granulometria de produto mais fina”.
- “Já no caso do processo de eletrofusão do carbetos de silício, a água é utilizada também para o resfriamento das carcaças dos fornos e participa do processo de produção”.

■ Visão de Futuro:

- “A demanda do mercado externo tem crescido incessantemente, em parte pelo desvio da produção de países com severas restrições ambientais para países menos onerados com tais exigências, como o Brasil”.
- O Brasil conta com “... ampla oferta de insumos para fabricação dos abrasivos convencionais eletrofundidos, o que constitui vantagem competitiva no mercado internacional. Há que se solucionar ainda o problema do suprimento sustentável de energia elétrica a custo adequado”.

■ **Recomendações:**

- “Criar centros de formação e capacitação em tecnologia de abrasivos que supram a demanda da indústria e possam gerar pólos desenvolvedores de avanços tecnológicos na área de fabricação”.
- “Capacitar a indústria para a produção de diamante sintético, para o qual já possuímos tecnologia de fabricação. ... O mercado aponta para um grande crescimento na demanda desse abrasivo”.

6.6.4. Incentivos

- O drawback verde-amarelo e a Lei do Bem constituem importantes incentivos às empresas do setor.
- É necessário “intensificar a divulgação de mecanismos de financiamento de inovação tecnológica”.

6.6.5. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “O consumo específico de energia elétrica é alto, o que suscita preocupações a respeito do preço e da disponibilidade nos próximos anos, o que tem provocado o adiamento de investimentos no setor”.
- “A energia utilizada nos processos de eletrofusão é exclusivamente elétrica”.

6.7. Cadeia de Louças Sanitárias

O RT-74 (Perfil de Louças Sanitárias e de Mesa), de autoria do consultor José Mário Coelho, assinala que, “esses dois segmentos industriais fazem parte, dentro do setor cerâmico, do grupo da Cerâmica Branca, compreendendo materiais constituídos por um corpo branco e em geral recobertos por uma camada vítrea transparente e incolor, que incluem, além desses segmentos, as indústrias de cerâmica artística (decorativa e utilitária) e de cerâmica técnica para fins diversos, tais como: químico, elétrico, térmico e mecânico. O segmento cerâmico de Louça Sanitária integra o ramo de produtos de minerais não metálicos da Indústria de Transformação e tem como especialização produtiva a fabricação de bacias, caixas d’água, bidês, lavatórios, colunas, mictórios, tanques de lavar roupas e acessórios”. Em decorrência das grandes diferenças da estrutura produtiva e de mercado desses dois segmentos do setor cerâmico, a abordagem é feita de forma individualizada: RT-74 – Louça Sanitária e RT-74A – Louça de Mesa.

O Quadro 6.9 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DE LOUÇA SANITÁRIA
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 6.9

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Louças Sanitárias	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	peças x 10 ⁶	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	21		0,11	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	7.500
Importação (2008)				Produtividade da MO	peças/ cooperador/ ano	2.800
Exportação (2008)	2,1			Capacidade Instalada	Peças x 10 ⁶ / ano	25,0
Consumo Aparente	18,9		0,1	Investimento	R\$/peças de capac. instalada	52,08

Obs: *peças/ habitante / ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- peças x 10 ⁶ / ano	31,7	54,1	54,1
- % a.a.	2,4	4,9	4,9
- kg / habitante / ano	0,15	0,25	0,25
Produção			
- peças x 10 ⁶ / ano	45,2	56,4	67,6
- % a.a.	3,5	4,6	5,5
- kg / habitante / ano	0,21	0,26	0,31
Capacidade Instalada			
- Adicionada (peças x 10 ⁶ / ano)	20,2	31,4	42,6
- Total (peças x 10 ⁶ / ano)	45,2	56,4	67,6
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	52,08/ peça	52,08/ peça	52,08/ peça
- R\$ bilhões	1,1	1,6	2,2
Mão-de-obra			
- t / cooperador/ ano	2.800	3.600	4.000
- mão-de-obra adicionada	7.214	8.722	10.650
- mão-de-obra total	9.714	16.222	18.150

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-74 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo III:

6.7.1. Investimentos

- “O investimento necessário para a instalação de unidade fabril moderna, com capacidade de produção de 80 mil peças/mês de louças sanitárias, situa-se na faixa de R\$ 50 milhões”, do que resulta o indicador de R\$ 52,08/peça/ ano (R\$ 50 milhões / 960 mil). Partindo de tais parâmetros, os investimentos totais para fazer frente ao aumento da produção brasileira no período de 2010 a 2030 foram estimados em R\$ 1,1 bilhões (Cenário Frágil), R\$ 1,6 bilhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 2,2 bilhões (Cenário Inovador).

6.7.2. Recursos Humanos

- Cerca de 75% da demanda projetada de mão-de-obra deverá se referir a trabalhadores de nível fundamental, 20%, de supervisores de nível médio e 5%, de formação superior nas áreas de produção, administrativas e vendas”.
- “Há necessidade de melhoria da capacitação profissional, particularmente na área de produção, com aumento da participação de profissionais de formação superior e, sobretudo, de funcionários nível médio com formação técnica”.
- “A promoção de cursos de reforços em temáticas aplicadas aos processos industriais, como noções básicas de informática, matemática e estatística, são ações indicadas a curto prazo”.

6.7.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- As plantas industriais são compostas, basicamente, de três segmentos: ... beneficiamento de matérias-primas minerais e composição de massa, o setor de fundição e o de queima realizada em fornos túneis”.
- “A cerâmica de sanitários consome grande quantidade e variedade de matérias-primas naturais (plásticas e não-plásticas) e sintéticas. As plásticas são desagregadas em água e peneiradas, e as não-plásticas são moídas a seco, até atingir a granulometria adequada. Em seguida, esses materiais são misturados em tanques com agitação mecânica, nos quais se adicionam reagentes químicos para corrigir as propriedades da suspensão. A polpa assim obtida (barbotina) é bombeada para o setor de fundição, onde é feita a colagem das peças sanitárias em moldes de gesso ou em moldes de resina, por pressão”.

■ Matérias primas:

- “Com base na produção anual de 21 milhões de peças grandes e considerando peças com peso médio de 13 kg, estima-se um consumo das matérias-primas minerais de cerca de 300 mil tpa”.
- “Para a produção dos esmaltes ou vidrados utilizam-se matérias-primas naturais (feldspato, quartzo, caulim, calcita) e sintéticas (bórax, ácido bórico, carbonato de sódio, nitrato de sódio, óxidos de chumbo, óxido de zinco, entre outras)”.
- “As principais matérias-primas minerais ... incluem argila, caulim e fundentes. Os fundentes, originalmente compostos por feldspato, foram substituídos por fundentes mais baratos, tais como rochas feldspáticas. No pólo cerâmico de Jundiaí, o substitutivo mais comum ... é o pedrisco de granito”.
- “No BNrasil, o suprimento de matérias-primas, realizado principalmente por PMEs, é deficiente em termos de qualidade e regularidade. Contudo, a maior lacuna é a falta de centrais de produção de massa cerâmica”.

■ Tecnologia:

- “Em decorrência da acirrada competição no mercado doméstico e com vistas à ampliação da sua participação no mercado mundial, os empresários têm investido em projetos de modernização, com a certificação de produtos e com iniciativas de atendimento às normas ISO”.
- “Em termos do padrão tecnológico, as maiores empresas brasileiras rivalizam-se com as grandes empresas europeias, asiáticas e norte-americanas. O processo industrial é dominado por tecnologias maduras”.
- “Uma inovação importante que vem sendo incorporada ao processo produtivo das plantas no país refere-se à fundição de alta pressão em moldes de resina plástica, em substituição à moldagem tradicional em gesso, elevando a produtividade e minimizando a dependência de mão-de-obra”.
- Em termos de produto, destaca-se a adequação das bacias sanitárias para a diminuição do consumo de água na descarga. ... Destaca-se também “a inovação de uma empresa brasileira de médio porte, que lançou em exposição internacional, em Londres, em 2006, um vaso sanitário silencioso, marcando uma inovação diferenciada, que alia o silêncio à maior economia da descarga”.
- “Os investimentos em P&D&I realizados pelas empresas cerâmicas brasileiras são limitados, sendo, certamente, inferiores a 0,5% do faturamento. Os investimentos de caráter inovativo concentram-se no desenvolvimento de produtos, realizado, na maior parte das empresas, por equipe própria. Outras, no entanto, buscam externamente esse tipo de suporte, havendo no mercado firmas especializadas no desenvolvimento e aprimoramento de peças sanitárias”.
- “Apesar de se contar no país com um aparato considerável de instituições de ensino, pesquisa, e inovação com capacitação em recursos humanos e laboratoriais nas áreas afins à indústria cerâmica, as parcerias envolvendo o setor produtivo são ainda muito tímidas e isoladas”.

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- “são gerados três tipos de resíduos sólidos: lodos minerais, gesso e cacos. Os lodos correspondem aos resíduos do beneficiamento das matérias-primas minerais, lavagens de moldes e linhas de produção, e sobras do

acabamento das peças. Depois de tratados e filtro-prensados, parcela é reutilizada ... e outra parte é consumida por outras indústrias; ... o resíduo da esmaltação ... é destinado a aterros apropriados”.

- “O resíduo de gesso é proveniente do descarte dos moldes, à medida que vão perdendo eficiência ..., com a geração desse material situando-se em torno de 50 a 80 kg/ t de peças produzidas. Praticamente todo o resíduo de gesso gerado é consumido pelas cimenteiras”.
- “O principal refugo das fábricas são os cacos, que resultam das perdas após o processo de queima, que pode variar de 6% nas plantas mais ajustadas até 20% em unidades de controle menos eficiente. Esses materiais constituem resíduos inertes e são destinados basicamente a aterros”.
- “O uso de água ocorre nas operações de moagem das matérias-primas e preparação da barbotina e dos esmaltes; de confecção dos moldes de gesso e nos serviços de lavagem. Esses serviços de limpeza correspondem a cerca de 90% do consumo de água, sendo que os outros 10% são empregados nas demais operações”.
- “A água de processo (10% do total) é perdida por evaporação. Já a água de limpeza cerca de 80% são recuperados e tratados, dos quais 50% são reutilizados e os outros 50% são descartados após tratamento, de tal maneira que para esse uso principal há um reuso de cerca de 40% da água consumida”.

■ **Visão de Futuro:**

- A expansão da demanda interna de louça sanitária “dependerá da dinâmica da construção civil”. ... “Ao se analisar as perspectivas de expansão da indústria de louças sanitárias, um dos desafios que se coloca está relacionado à necessidade do aprimoramento do suprimento mineral”.
- “Um modelo de suprimento mineral adotado nos países europeus e que poderia ser implementado com sucesso no Brasil, corresponde às centrais de massa, que constituiriam em um up grade na estrutura de produção de matérias-primas no país”.
- “O potencial de atração de novos investimentos no setor de sanitários no país deverá estar associado, preferencialmente, a regiões com demanda reprimida, ocorrência de jazidas de matérias-primas minerais de alta qualidade, existência de fornecedores qualificados de matérias-primas minerais, disponibilidade de fontes energéticas, em especial de GN ... e infra-estrutura adequada para exportação”.

■ **Recomendações:**

- “Esforço deve ser orientado para uma maior articulação e intensificação da participação dos centros de pesquisa e inovação, bem como do apoio governamental em projetos que visem, entre outros, os seguintes avanços: aprimoramento da qualidade do suprimento de minerais industriais cerâmicos, por meio do suporte à modernização das PMEs de mineração de minerais industriais cerâmicos e em estudos de projetos conceituais e na implantação de centrais de massas cerâmicas”.

6.7.4. Bens de Capital e Serviços

- “Parcela considerável dos equipamentos é suprida por empresas brasileiras (nacionais e estrangeiras)”.
- “As operações de beneficiamento das matérias-primas minerais, de preparação das massas e esmaltes, e de moldagem em gesso ... são realizadas com equipamentos produzidos no país. Já os equipamentos para fundição em resina são importados”.
- “A maior parte dos fornos produzidos no país, são fabricados por empresas italianas”.

6.7.5. Incentivos

- “O setor produtivo se preocupa com o preço do gás natural”, ... sendo requerida ... uma política de preços que procure evitar oscilações frequentes e aumentos acima de taxas de inflação”.
- “Como o mercado interno deverá continuar sendo o principal fator de sustentação da expansão dessa indústria, a continuidade das políticas públicas de suporte à construção civil, certamente, trará benefícios competitivos ao setor, facilitando também a sua maior inserção no mercado externo”.

6.7.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “A indústria de louça sanitária conta, ... em sua matriz energética, com o consumo de combustível (essencialmente gás natural – GN) no processo de combustão para secagem e queima das peças, e energia elétrica na movimentação dos equipamentos das plantas industriais”.
- “A estimativa de consumo de GN varia de 153 m³/ t a 388 m³/ t de louça, com a média nacional situando-se em torno de 306 m³/ t. Os índices para energia elétrica variam de 500 kwh/ t a 900 kwh/ t, com a média de 650 kwh/ t de louça.
- “Convertendo os consumos médios (térmico e elétrico) para equivalentes em kcal, determina-se: para o consumo térmico (GN) o valor de 3.000.000 kcal/t e para o elétrico 3.000.600 kcal/t, o que corresponde ao total de energia equivalente a 0,30 tep/t de louças sanitárias produzidas (mínimo de 0,15 tep/t e máximo de 0,38 tep/t). A maior parte das plantas industriais brasileiras opera com padrão de consumo similar às indústrias dos principais produtores mundiais, como China, México, Turquia e Bulgária”.

6.8. Cadeia de Louças de Mesa

O RT-74 (Perfil de Louças Sanitárias e de Mesa), de autoria do consultor José Mário Coelho, assinala que, “esses dois segmentos industriais fazem parte, dentro do setor cerâmico, do grupo da Cerâmica Branca, compreendendo materiais constituídos por um corpo branco e em geral recobertos por uma camada vítrea transparente e incolor, que incluem, além desses segmentos, as indústrias de cerâmica artística (decorativa e utilitária) e de cerâmica técnica para fins diversos, tais como: químico, elétrico, térmico e mecânico”. “Em decorrência das grandes diferenças da estrutura produtiva e de mercado desses dois segmentos do setor cerâmico, a abordagem é feita de forma individualizada: RT-74 – Louça Sanitária e RT-74A - Louça de Mesa”. O RT-74A destaca também que “os produtos de louça de mesa ... são destinados a usos residenciais e a usos em hotéis e restaurantes. No uso residencial, destacam-se as linhas *tableware* e *dinnerware*, que agrupam os aparelhos de jantar e outros utensílios de mesa, tais como jogos de café e chá, canecas, xícaras, tigelas, assadeiras. Dentre os produtos para o ambiente de hotéis e restaurantes, que compõe a linha *hotelware*, destacam-se principalmente os pratos e xícaras, e secundariamente, os demais objetos desse ambiente. Outra linha de produtos são as peças de ornamentação, a exemplo de vasos, estatuetas e outros itens decorativos e para presente, como porta - objetos, bibelôs etc.”.

O Quadro 6.10 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DE LOUÇA DE MESA
 SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
 QUADRO 6.10

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Louças de Mesa	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	peças x 10 ⁶	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	200		1,05	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	30.000
Importação (2008)				Produtividade da MO	peças/ cooperador/ ano	6.667
Exportação (2008)	20			Capacidade Instalada	peças x 10 ⁶ / ano	250
Consumo Aparente	180		0,95	Investimento	R\$/peça de capac. instalada	3,50

Obs: * peças/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- peças x 10 ⁶ / ano	308	408	491
- % a.a.	2,6	4,0	4,9
- peças / habitante / ano	1,4	1,9	2,3
Produção			
- peças x 10 ⁶ / ano	342	453	545
- % a.a.	2,6	4,0	4,9
- peças / habitante / ano	1,6	2,1	2,5
Capacidade Instalada			
- Adicionada (peças x 10 ⁶ / ano)	92	203	295
- Total (peças x 10 ⁶ / ano)	342	453	545
Investimento			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	3,50	3,50	3,50
- R\$ bilhões	0,3	0,7	1,0
Mão-de-obra			
- peças / cooperador/ ano	6.700	7.400	8.000
- mão-de-obra adicionada	13.731	27.432	36.875
- mão-de-obra total	43.731	57.432	66.875

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-74A e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo III:

6.8.1. Investimentos

- Com adoção do indicador de R\$ 3,50/ peça da capacidade instalada, os investimentos totais para fazer frente ao aumento da produção brasileira no período de 2010 a 2030 encontram-se estimados em R\$ 322 milhões (Cenário Frágil), R\$ 711 milhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 1.033 milhões (Cenário Inovador).

6.8.2. Recursos Humanos

- Dentre “os problemas enfrentados ... pelas empresas ... do pólo produtivo de Porto Ferreira”, destacam-se: i) “Sazonalidade” na oferta de mão-de-obra; ii) Baixa produtividade e rotação de mão-de-obra; e iii) Descompromisso com o emprego e com a qualidade dos produtos que estão sendo manufaturados”.
- “O segmento é intensivo em mão-de-obra, devido à produção ser artesanal e envolver muito manuseio”.
- Quanto ao nível de formação, a mão-de-obra apresenta a seguinte composição: 5% não concluiu a 4ª série; 31% concluiu a 4ª série, 20% concluiu a 8ª série, Nível médio: 36%, Nível superior: 7%
- A ”mão-de-obra representa o principal custo, pois a fabricação de grande variedade de tipos de peças impede a automatização em larga escala. Sua participação ... nos custos totais é ... superior a 35%”.
- O setor apresenta uma forte demanda por “profissionais de nível médio, geralmente com formação técnica em cerâmica. Neste caso, o SENAI Mário Amato tem suprido esta demanda de maneira bastante satisfatória, na avaliação dos entrevistados”.

- “O Sebrae está presente no município de Porto Ferreira, ministrando cursos e orientação empresarial para MPES do setor”.

6.8.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “O segmento de louça de mesa inclui produtos porcelanizados ou com certa porosidade, utilizados como utilitários no dia-a-dia das residências e de ambientes comerciais, como objetos de decoração, ornamento, brindes, bem como artigos de uso técnico”.
- “Incluem aparelhos de jantar, jogos de xícaras, utensílios para acondicionar alimentos; vasos, estatuetas, e outros itens decorativos; porta - objetos, bibelôs etc.; além de peças técnicas, como isoladores elétricos, velas de ignição, artigos refratários de porcelana e outros produtos”.
- “Este grupo de produtos está sendo denominado genericamente de porcelana e louça, mas, quanto à natureza do corpo cerâmico, pode ser definido como porcelana, grês e faiança: i) Porcelana: quando a absorção é zero (pode-se admitir até 0,5%); ii) Grés: são designados os materiais com baixíssima absorção (geralmente entre 0,5% e 3%); iii) Faiança (ou louça): refere-se aos corpos mais porosos (geralmente superior a 3%)”.
- “No mercado internacional, vários países têm normas para definir vários aspectos dos produtos. Maior rigor na normalização relaciona-se aos produtos cerâmicos que acondicionam alimentos. Neste sentido, a norma européia EN 1900:1998 define os tipos de materiais cerâmicos: a) *China ou Porcelain*; b) *Vitrified tableware or vitreous China*; c) *stoneware*; d) *earthenware*; e e) *common pottery*”.

■ Matérias primas:

- “As indústrias do segmento consomem vários tipos de bens minerais, merecendo destaque as matérias-primas plásticas (argilas plásticas e caulins) pelo fato de conferirem importantes características na fase de conformação das peças, tais como “trabalhabilidade” e resistência mecânica a cru, e têm ainda sua atuação estendida ao processamento térmico, transformando-se em compostos predominantemente cristalinos e definindo a cor do corpo cerâmico”.
- Na Cerâmica Porto Brasil, a matéria-prima utilizada ”é comprada de fornecedor de Campo Largo no Paraná. São 100 t mensais de uma mistura de argila plástica, caulim, feldspato, talco e quartzo que vem prensada, na forma de grandes “pizzas”.
- “No mercado nacional observa-se deficiências no suprimento qualificado de argilas plásticas do tipo *ball clay* bem como de caulim. A maior lacuna no mercado, no entanto, é a falta de uma central de produção de massa de cerâmica”.

■ Tecnologia:

- “A busca da certificação de qualidade, segundo as normas da série ISO 14.001, não é prática comum entre as empresas do segmento, mesmo entre as maiores”.
- Diversas instituições desenvolvem “ações no pólo produtivo de cerâmica artística de Pedreira, com destaque para a UFSCar / UNESP (... estudos em materiais e em processo ...), IPT / Finep (Programa de Apoio Tecnológico à Exportação) e o Senai (Curso Técnico de Cerâmica)”.
- “O Laboratório de Ensaios em Cerâmica Branca (Senai/ FIESP/ Sebrae e Sindilouças) ... dá suporte técnico às cerâmicas na melhoria da qualidade .. e no desenvolvimento de novos produtos”.

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- A silicose, principal problema ambiental que desafiava as empresas do setor, vem sendo superada com a redução substancial da poeira na fase de acabamento das peças, mediante o esponejamento via úmida.
- “As empresas ...trabalhavam com índices de perdas de matérias-primas e produtos semi-elaborados superiores a 20%”, devido principalmente “à produção de ampla variedade de itens, o que demandava muito manuseio e movimentação de material de um lugar para outro”.

- Tal situação vem mudando. Como exemplo, a Porcelana Geni, de Pedreira, implantou “sistema de gestão ambiental focado em redução de efluentes e de desperdício a patamares mínimos”, assegurando a “reutilização de praticamente toda água e resíduos do processo produtivo. O projeto desenvolvido por esta empresa, recebeu ... o Prêmio FIESP”
- “Antes de adotar o sistema de reuso de água a empresa consumia mensalmente 150 m³. Atualmente, consome 68 m³”. Por outro lado, “a cada 45 dias a empresa reaproveita 1.300 kg de matéria-prima que antes era descartada nos efluentes. Da mesma forma, os cacos resultantes do “manuseio e movimentação ... retornam ao moinho sendo ... reaproveitados no processo produtivo, reduzindo ... o índice de perdas”.
- “As indústrias deste segmento são intensivas no consumo de água, pois este insumo entra no preparo da barbotina que, após colagem, é retida nas formas de gesso e, em seguida, após secagem, é evaporada”.
- Na Cerâmica Porto Brasil - onde “o consumo diário de água é de 6.000 litros e o abastecimento é feito via poço artesiano próprio”, ... “cerca de 80% da água utilizada no processo produtivo é reaproveitada para reuso”.

■ **Visão de Futuro:**

- “No Brasil ainda não existe nenhuma iniciativa no sentido de estabelecer normas para produtos de louça de mesa, provavelmente em função da grande variedade de produtos que são fabricados e pelo fato de existirem poucas empresas bem organizadas e estruturadas que exportam parte de suas produções”.
- “Caso isso venha acontecer, ... o Centro Cerâmico do Brasil (CCB) deverá ter papel importante ... pelo fato de já ter ... experiência ... no estabelecimento de normas para produtos de cerâmica vermelha e de revestimento”.

■ **Recomendações:**

- “Esforço deve ser orientado para uma maior articulação e intensificação da participação dos centros de pesquisa e inovação, bem como do apoio governamental em projetos que visem, entre outros, os seguintes avanços: aprimoramento da qualidade do suprimento de minerais industriais cerâmicos, por meio do suporte à modernização das PMEs de mineração de minerais industriais cerâmicos e em estudos de projetos conceituais e na implantação de centrais de massas cerâmicas”.

6.8.4. Bens de Capital e Serviços

- “No tocante a máquinas e equipamentos, existem várias empresas, inclusive multinacionais, concentradas na região sudeste, que atendem o mercado doméstico e também exportam. Quanto aos serviços, a capacitação está mais disseminada e pode ser encontrada em diversas regiões do país, ligadas a instituições de pesquisas, universidade e empresas de consultoria”.

6.8.5. Incentivos

- **“Modernização tecnológica:** Apoio governamental na modernização do parque cerâmico brasileiro por meio de linhas de crédito específicas para pequenos e micro empreendimentos para aquisição de máquinas e equipamentos, tendo em vista a melhoria da qualidade dos produtos cerâmicos, fator este que pode aumentar a competitividade da indústria cerâmica”.
- **“Programa de Qualidade:** Incentivo a implantação de Programas de Gestão da Qualidade, objetivando a adequação das empresas às atuais exigências do mercado consumidor quanto à qualidade dos produtos ofertados, em observância às Normas ABNT e ao Programa Qualihab”.
- **“Novos produtos:** Apoio a projetos inovadores para desenvolvimento de novos produtos com maior valor agregado, por meio de agências de fomento”.
- **“Laboratório de caracterização tecnológica:** Apoio governamental para a instalação de laboratório de caracterização tecnológica de matéria-prima e produtos cerâmicos. O laboratório terá papel fundamental no controle da qualidade dos diferentes produtos manufaturados, por meio de testes e ensaios tecnológicos, permitindo assim às empresas produzir de acordo com as normas de qualidade, para atender às novas exigências do mercado consumidor”.

6.8.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- “No que se refere à Energia, destacam-se os parâmetros evidenciados em 2 empresas contactadas:
 - Cerâmica Porto Brasil: O consumo energético de gás natural: 35.000 m³ / mês; Custo: R\$ 1,60/ m³; e
 - Cerâmica Oxford: consome em média 35.000 m³ de gás natural por mês”.

6.9. Cadeia de Fertilizantes

O RT-75 (Perfil dos Fertilizantes - NPK), de autoria da consultora Yara Kulaif, assinala que, a cadeia produtiva dos Fertilizantes é composta de seis elos, “ o primeiro, no segmento da indústria extrativa mineral, fornecendo as matérias-primas básicas para os fertilizantes (rocha fosfática, enxofre, gás natural ou subprodutos das refinarias de petróleo e rochas potássicas); o segundo, o da indústria de fabricação de produtos químicos inorgânicos, produzindo as matérias-primas básicas e intermediárias, como os ácidos sulfúrico e fosfórico e a amônia anidra; o terceiro na indústria de fabricação de fertilizantes simples - superfosfatos simples e triplo (SSP e TSP), fosfatos de amônio (MAP e DAP), nitrato e sulfato de amônio, uréia, cloreto de potássio; e, finalmente, a indústria de fabricação de produtos finais fertilizantes mistos e granulados complexos (NPK).

O Quadro 6.11 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA DE FERTILIZANTES: SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 6.11

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Fertilizantes	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	milhões t ¹	% a.a.	per capita ²	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2008)	9,4	5,5 s/ 1989	49,6	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	40.000
Importação				Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	235,0 ¹
Exportação (2008)				Capacidade Instalada	milhões t/ ano	10,0 ¹
Consumo	9,4		49,6	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	120

Obs: ¹NPK contido em produtos; ²kg NPK/ habitante/ ano

Projeções para 2030	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda¹			
- milhões t/ ano	15,9	18,5	21,2
- % a.a.	2,3	4,6	6,9
- kg / habitante / ano	73,2	85,4	97,8
Produção¹			
- milhões t/ ano	15,9	18,5	21,2
- % a.a.	2,3	4,6	6,9
- kg / habitante / ano	73,2	84,5	97,8
Capacidade Instalada¹			
- Adicionada (milhões t/ ano)	5,9	8,5	11,2
- Total (milhões t/ ano)	15,9	18,5	21,2
Investimento			
- R\$/ t de n	120,00	120,00	120,00
- R\$ bilhões	0,7	1,0	1,4
Mão-de-obra			
- t de n/ cooperador/ ano	235	270	300
- mão-de-obra adicionada	24.680	31.481	37.333
- mão-de-obra total	64.680	71.481	77.333

Obs: ¹NPK contido em produtos; t de n = toneladas de NPK

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-75 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo III:

6.9.1. Investimentos

Os investimentos totais para fazer frente ao aumento da produção brasileira no período de 2010 a 2030 são estimados em R\$ 0,7 bilhão (Cenário Frágil), R\$ 1,0 bilhão (Cenário Vigoroso) ou R\$ 1,4 bilhões (Cenário Inovador).

6.9.2. Recursos Humanos

- O número atual de trabalhadores na produção dos diferentes produtos fertilizantes foi estimado em 40.000. Considerando a produção, em 2008, de 9,4 milhões t de n contidos em produtos finais fertilizantes, estimou-se a produtividade da mão-de-obra, naquele ano, em 235,0 t/ de n/ cooperador. Partindo de tal indicador, e considerando a ocorrência de melhorias de produtividade nos Cenários Vigoroso e no Inovador, foram obtidas as seguintes estimativas, relativas ao adicional de mão-de-obra necessária para atender à expansão projetada para o período 2010 a 2030: Cenário Frágil: 24.680; Cenário Vigoroso: 31.481; Cenário Inovador: 37.333.
- Em geral, a mão-de-obra do setor é de pouca qualificação, por se tratar, predominantemente, de “processo tecnológico de fabricação de misturas de produtos intermediários e/ou matérias-primas, através de fórmulas pré-fixadas, exigindo operação de mistura, ensacamento, estocagem e distribuição”.

6.9.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “Tem havido adição aos equipamentos de instrumentação de aferição e controle das misturas para eliminar erros e desvios, além de novas técnicas de armazenagem para prolongamento da vida útil dos produtos finais fertilizantes”.

■ Emissões, Rejeitos e Re-utilização de Água:

- “A cadeia de NPK é responsável por 1,2% do consumo de energia, e de equivalente emissão antrópica global de gases do efeito estufa, distribuindo-se em 92,5% para N, 3% para P₂O₅ e 4,5% para K₂O.”
- “Quanto aos rejeitos são críticas, tanto a sua geração como deposição, principalmente os da rocha fosfática”.
- “Nas etapas subsequentes da cadeia de NPK, entre os resíduos sólidos gerados na produção de fertilizantes, o que mais preocupa o setor é o fosfogesso, que resulta da acidulação do concentrado fosfático por ácido sulfúrico em que, para cada tonelada de P₂O₅, são produzidas de 4 a 5 toneladas de fosfogesso”.
- “Quanto ao uso da água e sua reutilização, cabe destacar que o beneficiamento de rocha fosfática requer uma grande quantidade deste insumo, dado que é realizada a úmido”.

■ Visão de Futuro:

- “As projeções para o futuro do agronegócio brasileiro indicam crescimento da área plantada, da produção e da produtividade, mas também apontam fatores críticos capazes de afetar a competitividade das *commodities* brasileiras no mercado internacional”. ... Destacam-se os “fertilizantes ... pela sua capacidade de afetar ... significativamente a competitividade deste setor”.
- “70 % das entregas totais de produtos fertilizantes são utilizados nos cultivos de soja, milho, cana-de-açúcar e café, sendo que, desses, apenas o milho é um cultivo para consumo interno”, sendo, entretanto, “insumo básico para a alimentação animal, que é base da indústria de carnes, grande item da pauta de exportação brasileira”.
- “A manutenção da posição do Brasil como grande fornecedor mundial de alimentos depende da utilização intensiva de fertilizantes, cujas matérias-primas são hoje disputadas por diferentes países”.

■ Recomendações:

- Conhecimento Geológico: aumentar o conhecimento sobre áreas potenciais para fosfato de origem ígnea e de origem sedimentar, bem como sobre os fosforitos marinhos da plataforma continental. Idem sobre áreas potenciais para potássio.
- Recursos Minerais: melhorar a gestão dos recursos minerais, por parte do DNPM, combater a especulação com títulos minerários e aumentar a agilidade na liberação de áreas para pesquisa mineral.

- Capacidade de Produção: promover a instalação de novas unidades misturadoras, além de novos complexos integrados (extração de rocha fosfática, produção de Ácido Sulfúrico, Ácido Fosfórico, MAP, DAP SSP, SPT), com localização sintonizada com a localização de fontes de matérias-primas, regiões de mercado e facilidades de logística.
- Linha de crédito para importação de matérias primas: estabelecimento de linha de crédito para financiamento da importação de matérias primas para os novos entrantes.
- Investimentos em P&D: para obtenção de variedades mais eficientes no uso de fertilizantes e tecnologias que permitam redução do custo de produção.
- Investimentos em infra-estrutura portuária e logística: promover a melhoria da logística interna, além da agilização da descarga de fertilizantes diminuindo os pagamentos de *demurrage*.
- Impostos de importação e ICMS: manter na lista de exceção todos os fertilizantes nela constantes, bem como prorrogar a vigência até que seja aprovada proposta de alíquota zero no âmbito do Mercosul, dentro da TEC para todos os fertilizantes e matérias primas importados pelo Brasil. Propor que todos os decretos *anti-dumping* existentes que estabeleçam aumentos dos impostos de importação sejam prontamente revogados. Quanto ao ICMS, prorrogar o acordo existente de diferimento do ICMS cobrado atualmente pelos estados.

6.9.4. Bens de Capital e Serviços

- Os equipamentos misturadores são de fácil acesso e obtenção no mercado brasileiro, assim como de rápida montagem.

6.9.5. Incentivos

- “Abertura de linhas de crédito direcionadas para cooperativas e associações de produtores agrícolas, tanto para importações de fertilizantes (matérias-primas e intermediários) como para a implantação de novos projetos produtivos, a exemplo do aventado para o Mato Grosso, em fase de análise e viabilização”;
- “Investimento mais pró-ativo, demandando na cadeia NPK um volume de investimentos, várias vezes superior aos níveis atuais, mas também no setor da agricultura, visando à aplicação mais eficiente de fertilizantes, como também em projetos descentralizados de rochagem e rotas alternativas como o termofosfato, demandando a alavancagem do segmento de tecnologia mineral”.

6.9.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

- Dentre outros fatores, o desenvolvimento do setor de fertilizantes condiciona-se à “melhoria da logística de transporte e à diminuição dos encargos portuários”.

6.10. Cadeia Minero-Química

O RT-76 (Perfil da Cadeia Minero-Química - CMQ), de autoria dos consultores José Jaime Znelwar e Remo Scalabrin, inicia conceituando e caracterizando as CMQs, além de evidenciar a correspondente importância econômica. A seguir são identificadas e analisadas 32 CMQs, compreendendo 92 produtos químicos derivados (PQs), sendo também apresentados exemplos de fluxo empresarial para algumas substâncias minerais, buscando caracterizar os elos de suas cadeias produtivas a partir da sua produção primária (bem mineral) e dos correspondentes fluxos até a entrega do produto final.

O Quadro 6.12 apresenta a sinopse dos indicadores de comportamento de mercado e das projeções de demanda, oferta, capacidade de produção, investimentos e mão-de-obra para o horizonte 2010 a 2030.

CADEIA MINERO-QUÍMICA
SINOPSE DA ANÁLISE-SÍNTESE
QUADRO 6.12

Grupo:	Não-Metálicos	Cadeia:	Cadeia Mineró-Química	Indicadores de Comportamento Atual		
Indicadores	milhões t	% a.a.	per capita*	Indicadores	Unidade	Valor
Produção (2007)	20,3	4,35	107,1	Mão-de-obra	Nº de cooperadores	ND
Importação (2007)	11,2	36,1	59,1	Produtividade da MO	t/ cooperador/ ano	ND
Exportação (2007)	0,3	(12,5)	1,58	Capacidade Instalada	milhões t/ ano	22,2
Consumo Aparente	31,2	14,2	164,6	Investimento	R\$/t de capacid. instalada	ND

Obs: *kg/ habitante/ ano

Projeções para 2030 ^a	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
Demanda			
- milhões t/ ano	45,8	71,4	109,2
- % a.a.	2,0	3,9	5,8
- kg / habitante / ano	212	330	505
Produção			
- milhões t/ ano	24,5	38,2	58,4
- % a.a.	1,5	3,4	5,2
- kg / habitante / ano	113	177	270
Importação			
- milhões t/ ano	21,6	33,7	51,5
- % a.a.	2,8	4,7	6,6
- kg / habitante / ano	100	156	238
Exportação			
- milhões t/ ano	0,263	0,494	0,748
- % a.a.	1,4	4,1	5,9
- kg / habitante / ano	1,22	2,28	3,46
Capacidade Instalada			
- Adicionada (milhões t/ ano)	2,3	16,0	36,4
- Total (milhões t/ ano)	24,5	38,2	58,4
Investimento^b			
- R\$/ unidade de capacidade adicionada	ND	ND	ND
- R\$ bilhões	ND	ND	ND
Mão-de-obra^b			
- t / cooperador/ ano	ND	ND	ND
- mão-de-obra adicionada	ND	ND	ND
- mão-de-obra total	ND	ND	ND

Obs: ^a Projeção 2007 a 2030 das 10 Principais CMQs, que representam 91% do mercado, 99.6% das importações e 85,5% da produção de PQs das 32 CMQs mapeadas no RT-76

^b Não foi possível estimar Investimentos e RH para o conjunto das CMQs.

O RT-76 apresenta também exemplos de fluxo de processo de substâncias minerais que geram PQs e CMQs e identifica, a partir da fonte de matéria prima mineral, todas as fases de transformação até o produto final ligando-as ao destino das vendas do mercado e identificando os seus principais usos e aplicações. Busca ainda avaliar as CMQs caracterizadas sob o ponto de vista estratégico, permitindo hierarquizar as situações críticas a serem consideradas para análises aprofundadas com vistas à formulação de políticas públicas de desenvolvimento sustentável e competitivo de oportunidades de substituição de importações ou de aproveitamento de nichos de mercado para exportação. O RT-76 oferece também um elenco de recomendações para a estruturação de um arcabouço institucional de planejamento e gestão de políticas públicas no campo das CMQs.

Encontram-se a seguir destacados os principais tópicos assinalados no RT-76 e na correspondente análise síntese apresentada no Anexo III:

6.10.1. Investimentos

- “Os seguintes aspectos deverão condicionar o panorama de investimentos em CMQs no Brasil ao longo dos 20 próximos anos: Alto investimento; Plantas Multi-Propósito; Plantas flexíveis em termos de processo e matérias primas; Alta tecnologia e alto grau de automação operacional; Raio econômico do investimento considerando mercados internacionais; Empresa global”.

6.10.2. Recursos Humanos

- “Os seguintes aspectos deverão condicionar o comportamento da demanda de Recursos Humanos nas CMQs do Brasil, ao longo dos 20 próximos anos:
 - **Perfil da Mão-de-Obra:** Alta especialização; Formação de nível médio e universitário; Profissionais de chefia ou gerência *bilíngüe* ou *trilíngües*;
 - **Produtividade e Competitividade:** Competitiva globalmente; Baixos Custos operacionais; Alta produtividade; Flexibilidade operacional de processo e de insumos e matérias primas; Suscetível a inovações; Capacidade de resposta *on time*;
 - **Capacitação Profissional:** Cargos especialistas tanto em processo operacional como em gestão; Aprendizado continuado e permanente; *Bilíngüe*; Domínio pleno dos recursos e tecnologia de informação”.

6.10.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

■ Caracterização:

- “A Indústria Química divide-se em dois agrupamentos de produtos: **orgânicos** e **inorgânicos**. Na indústria química orgânica são gerados produtos a partir do petróleo e outras matérias orgânicas. Por outro lado, na indústria química inorgânica são obtidos produtos a partir de minerais”.
- “Certos minerais têm como função ou aplicação principal a obtenção de produtos químicos. Outros têm como aplicação principal a indústria metalúrgica e de materiais de construção e, como aplicação ou função secundária, a obtenção de produtos químicos inorgânicos”.
- “As CMQs estão vinculadas aos produtos químicos inorgânicos, ou seja, à indústria química inorgânica”.
- “A caracterização de uma CMQ implica em se definir “os seus objetivos, os seus insumos, os seus produtos, os seus limites, os seus componentes, e os fluxos de processo, os quais através de suas variáveis e taxas permitem que seja medido o comportamento dinâmico de todo o sistema produtivo”.
- CMQ é a “configuração organizacional resultante de um conjunto de componentes interativos (organizações) partindo da extração mineral, e cujos processos (beneficiamento mineral e transformação física e/ou química), envolvem atividades, produtos e serviços articulados entre si como elos de uma mesma corrente, e seguem uma seqüência lógica progressiva ao longo de todo um sistema produtivo, culminando com a produção de um produto ou insumo químico, até seu acabamento industrial”.
- “A grande maioria das CMQs por não terem uma estrutura operacional mínima, consciente e ativa no sentido de monitoramento dos seus elos, resultam não competitivas frente ao mercado global”.
- **Visão Evolutiva:** Da análise do processo evolutivo das concepções de promoção da atividade mineral no Brasil, foram caracterizados os seguintes focos conceituais típicos:
 - **Minerais Metálicos e Não-metálicos:** Inclui todos os bens minerais produzidos. ... “prevalece o domínio de tecnologias clássicas, de lavra, processamento, concentração, logística e marketing de grandes contratos”
 - **Minerais industriais:** Esse segmento resultou da subdivisão dos minerais não metálicos que por sua vez foi segmentado em: **Minerais Químicos** e **Minerais Físicos**.
 - **Segmentação mercadológica:** Idéia ... calcada em "estratégia de marketing aplicável aos Minerais Industriais como forma de explorar a diversidade que caracteriza cada segmento mineral”.
 - **Marketing de Performance:** Onde todo o enfoque de marketing é direcionado na valorização do desempenho do produto mineral no seu fim, agregando valores de funcionalidade e dos serviços de suporte.

- **Mineração Extendida e Classificação por Características:** Essa classificação tem na sua base a diferenciação dos produtos pela agregação de parâmetros técnicos, de desempenho e de serviços.
 - **Sistemas Mineraiis, Pólos Regionais e Clusters:** Permite visualizar a gama de produtos mineraiis cujas propriedades, funções, processos e desempenhos atendem de forma substitutiva e/ou complementar uma determinada demanda.
 - **Cadeia Minero-Química:** Constitui a alternativa de alinhamento dos meios de produção dos mineraiis industriais para desenvolvimento e atendimento das necessidades do consumidor / mercados final sob forma de produtos químicos. O seu atrativo reside na potencialidade latente de moldar produtos diferenciados pela sua funcionalidade final e pela agregação de valores diferenciados ao produto
- **Gestão das CMQs com Foco no Mercado:**
- “O sucesso dos negócios com os Mineraiis Industriais depende, em grande parte, do grau de intimidade dos produtores com o mercado”
 - “A possibilidade de gestão operacional das CMQs abre perspectivas de eliminação ou minimização dos gargalos de viabilidade de muitos potenciais mineraiis associados a produtos químicos finais de boa demanda de mercado”.
 - “O desafio de alinhar os componentes de uma cadeia mínero-química exige um avanço qualitativo enorme dos empresários do setor mineral e dos demais componentes da cadeia nos elos de logística distribuição e transformação, sintonizados com as peculiaridades de demanda do consumidor final”.
- **Recomendações:**
- “As empresas integrantes de cada CMQ devem avaliar as suas vulnerabilidades comuns e estabelecer um Plano de Ação com visão de futuro, além de comprometido com o fortalecimento da posição competitiva de cada um dos elos da cadeia”.
 - “A necessária formulação e implementação de políticas, planos e estratégias de P&D&I para as CMQs deve enfatizar as questões relacionadas à governança setorial, estrutura de gestão empresarial e articulação político-institucional pelo desenvolvimento do setor”.

6.10.4. Incentivos

- Incentivos fiscais para a formação de clusters
- Incentivos fiscais e financeiros para investimento em projetos de verticalização produtiva e agregação de valor ao produto final destinado a exportação
- Incentivo fiscal à P&D destinada ao desenvolvimento de cadeias produtivas
- Incentivos financeiros à estudos dirigidos ao diagnóstico de CMQs, seu desenvolvimento e a criação de centros de informação de competitividade.
- Incentivos financeiros voltados à criação de infra-estrutura de suporte operacional das CMQs orientadas para a exportação de seus produtos.

6.10.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

“Os seguintes fatores deverão determinar diferenciais de atratividade e de competitividade global:

- Disponibilidade de energia com custos competitivos internacionalmente
- Disponibilidade de infra-estrutura de suporte operacional e de serviços especialistas
- Infra-estruturas e transportes modernos que tornem os acessos, serviços de recepção e entregas rápidos
- Custos de infra-estruturas não superiores à média internacional
- Infra-estrutura de comunicação eficiente”.

7. Investimentos

De acordo com o Termo de Referência, o presente capítulo consolida e analisa os **Investimentos** em unidades de transformação mineral de 29 segmentos/ cadeias produtivas, estando assim segmentado:

- Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração: 9 segmentos, também abordados no RT-78
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos: 10 cadeias produtivas
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos: 10 cadeias produtivas

Os dados analisados nos tópicos subsequentes referem-se ao Cenário Vigoroso. Os dados relativos aos dois outros Cenários (Frágil e Inovador) podem ser visualizados nas planilhas de consolidação apresentadas no Anexo IV

7.1. Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração

Nos 9 segmentos de transformação aqui analisados, os investimentos totais previstos para o período 2010 a 2030 encontram-se estimados em R\$ 31,6 bilhões, a preços de 2009, conforme assinalado no Quadro 7.1.

PERSPECTIVAS DE INVESTIMENTOS EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS À ATIVIDADE DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)

QUADRO 7.1

R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	%
- Argilas para cerâmica vermelha	3.874	3.736	4.414	5.215	6.161	23.400	4,26
- Rochas ornamentais e de revestim.	226	213	246	285	329	1.300	3,70
- Gipsita	31	31	37	45	55	200	4,91
- Crisotila – Fibrocimento	255	257	317	390	481	1.700	5,35
- Titânio	120	114	133	154	179	700	3,83
- Quartzo	99	102	129	163	206	700	6,00
- Gemas Coradas	28	29	37	47	59	200	6,00
- Diamante: Gema e Industrial	42	44	55	70	88	300	6,00
- Água Mineral	527	502	586	685	800	3.100	3,96
Total	5.203	5.029	5.955	7.054	8.359	31.600	4,11

Conforme se verifica, dentre os investimentos totais previstos para o período 2010 a 2030, nos segmentos de transformação associados a atividades de mineração, *Argilas para Cerâmica Vermelha* se destaca, participando com 74% do investimento total, sendo seguida por *Água Mineral* com 10%. Verifica-se também que no período 2010 a 2030 os investimentos totais crescem à taxa anual de 4,1%, destacando-se *Quartzo*, *Gemas Coradas* e *Diamante* com a maior previsão de taxa de crescimento (6% a.a.) e *Rochas Ornamentais e de Revestimento*, com a menor (3,7% a.a.).

Nos aspectos relativos a Investimentos, destacam-se as seguintes observações com relação aos segmentos analisados:

- **Rochas ornamentais e de revestimento:** Tendo em vista que a maior parte dos teares instalados no Brasil é antiga e de baixa produtividade, o RT-33 propõe e prevê a substituição de 500 teares, 150 politrizes e 500 fresapontes, no horizonte 2010 a 2030, com investimentos totais de US\$ 250 milhões. É importante assinalar que a China, que rapidamente ascendeu à posição de um dos maiores *players* mundiais deste setor, realizou em fins da década de 80, uma maciça injeção de tecnologia avançada, tendo importado, na ocasião, centenas de milhões de dólares em equipamentos italianos.

- **Crisotila - fibrocimento:** Conforme assinala o RT-35, evidencia-se uma grave instabilidade no clima de investimentos em consequência ao conflito institucional que resulta da posição de determinados organismos de governo que defendem o uso seguro da crisotila, em contraposição a outros que proíbem o uso do amianto.
- **Gemas de Cor:** Com base nas estatísticas do DNPM / RAL, o RT-56 evidencia que os investimentos em atividades de extração mineral de gemas de cor evoluíram, no período 2001 a 2005, de R\$ 1,6 milhões para R\$ 6,4 milhões (taxa de 41,4% a.a.).
- **Água Mineral:** O RT-57 assinala que os investimentos totais, em 2005 (superiores a R\$ 109 milhões), apresentaram a seguinte distribuição: i) Aquisição e/ou reforma de equipamentos: 33%; ii) Infra-estrutura: 13%; iii) Instalações balneárias ou hotelaria: 10%; iv) Instalações de engarrafamento: 21%; e v) Pesquisas geológicas e outros: 23%.

7.2. Cadeias de Transformação Metálica

Nas 10 cadeias analisadas de transformação metálica, os investimentos previstos para o período 2010 a 2030, encontram-se estimados em R\$ 181,6 bilhões, a preços de 2009, conforme assinalado no Quadro 7.2.

PERSPECTIVAS DE INVESTIMENTOS EM UNIDADES PRODUTIVAS
DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL METÁLICA (2010 – 2030)
QUADRO 7.2
R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	%
Metais Ferrosos	16.893	15.764	18.093	20.778	23.873	95.400	3,34
- Cadeia do Aço	13.349	12.352	14.062	16.010	18.227	74.000	3,30
- Cadeia do Ferro-Gusa	187	161	172	184	196	900	1,64
- Cadeia dos Ferroligas	381	334	363	394	428	1.900	2,07
- Cadeia da Fundição	2.975	2.916	3.496	4.190	5.023	18.600	4,64
Metais Não Ferrosos	12.776	12.968	16.042	19.849	24.565	86.200	5,20
- Cadeia do Alumínio	9.379	9.503	11.735	14.490	17.893	63.000	5,42
- Cadeia do Cobre	575	571	693	841	1.020	3.700	4,95
- Cadeia do Níquel	1.960	2.048	2.600	3.301	4.190	14.100	6,15
- Cadeia do Zinco	624	612	733	878	1.053	3.900	4,63
- Cadeia do Chumbo	237	234	282	339	409	1.500	4,76
- Cadeia do Estanho	0	0	0	0	0	0	0,00
Total	29.668	28.731	34.135	40.627	48.438	181.600	4,20

Conforme se verifica, os investimentos totais previstos para o período 2010 a 2030, em cadeias de transformação mineral metálica, encontram-se estimados em R\$ 181,6 bilhões, sendo 53% em transformação de recursos minerais metálicos ferrosos e 47%, em não-ferrosos. Verifica-se também que as cadeias do *Aço*, *Alumínio* e *Fundição* são as que concentram maiores previsões de investimentos (41%, 35% e 10%, respectivamente). Verifica-se também que, enquanto o investimento total cresce à taxa média anual de 4,2% a.a., nas cadeias metálicas como um todo, 3,3% a.a., no sub-total de metálicas ferrosas e de 5,2% a.a., de não-ferrosas – individualmente, se destacam as cadeias do *Níquel* e do *Alumínio*, como as de maior crescimento (6,2% a.a. e 5,4% a.a.) e de *Estanho* e *Ferro-Gusa*, de menor crescimento (0% a.a. e 1,6% a.a.), respectivamente.

Nos aspectos relativos a Investimentos, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias de transformação de metálicos:

- **Cadeia do Aço:** Conforme assinalado no RT-58, na década de 70, 35% dos investimentos programados pelo Iº PND (1972-74) e IIº PND (1975-79) foram destinados aos setores de siderurgia e metalurgia de não ferrosos. Entre 1975 e 1999, os investimentos totais realizados na siderurgia nacional foram da ordem de R\$ 72 bilhões, a preços de 2007, dos quais 28% oriundos do Sistema BNDES. Até 2016, encontram-se previstos investimentos da ordem de US\$ 40 bilhões (R\$ 74 bilhões), para expansão da capacidade de produção de aço das atuais 41 milhões t/ ano, para 81 milhões t/ ano.
- **Cadeia do Ferro-Gusa:** O RT-59 ressalta que os investimentos para a expansão da capacidade brasileira de produção de gusa de mercado, no horizonte 2010 a 2030, oscilarão entre o mínimo de R\$ 206 milhões e o máximo de R\$ 2.109 milhões.
- **Cadeia dos Ferroligas:** O RT-60 assinala que “para aumentar sua capacidade instalada em 600 mil t/ ano o setor de ferroligas deverá investir, somente nas usinas, cerca de US\$ 900 milhões, nos próximos 20 anos”, do que resulta o indicador de US\$ 1.500/ t de capacidade adicionada.
- **Cadeia da Fundição:** Conforme assinalado no RT-61, entre 2002 e 2005, o setor investiu cerca de R\$ 1 bilhão, adicionando 340 mil t à capacidade instalada de produção de fundidos, verificando-se um custo de investimento de R\$ 2.941/ t adicionada à capacidade de produção. Estudos de projeção de capacidade instalada para o período 2008 a 2012 prevêm investimento unitário de US\$ 1.100/ t de peças (*brownfield*) e US\$ 1.800 / t de capacidade anual (*greenfield*).
- **Cadeia do Alumínio:** As estimativas adotadas no RT-79 consideram os seguintes indicadores de investimento por unidade de capacidades instalada: i) Alumínio: US\$ 7 a 8 mil/ t; e ii) Alumina: US\$ 1.200/ t. Considerando-se a necessidade de 2 t de alumina por tonelada de alumínio, admite-se o investimento de US\$ 10.000/ t de alumínio e alumina equivalente, ou seja R\$ 18.500/ t.
- **Cadeia do Cobre:** No RT-63, projetos recém implantados e/ou com anúncio de implantação a curto e médio prazos, apresentam os seguintes indicadores de investimentos para unidades metalúrgicas de cobre primário: i) Planta pirometalúrgica, com escala entre 250 e 300 mil t/ ano: Expansão (*brownfield*): US\$ 3.000 a 5.000/ t; Implantação (*greenfield*): US\$ 5.000 a 7.000/ t; e ii) Implantação de planta hidrometalúrgica, com escala entre 5 e 30 mil t/ ano: US\$ 2.500 a 4.500/ t.
- **Cadeia do Níquel:** O RT-64 assinala os seguintes indicadores de investimento relativos a implantação de novos empreendimentos metalúrgicos de níquel: i) Unidade produtora de liga Fe-Ni: US\$ 49.900/ t de Ni contido; ii) Unidade com processo H-PAL (*High pressure acid leach*): US\$ 53.400/ t de Ni contido; e iii) Unidade com processo *Heap leach*: US\$ 40.500/ t de Ni contido
- **Cadeia do Zinco:** Com base nos valores de investimentos realizados nas últimas décadas, no Brasil, o RT-65 aponta os seguintes indicadores, a preços de 2008: i) **Prospecção e Pesquisa Mineral:** custo unitário de descoberta de US\$ 26,99/ t adicionada de zinco contido em reserva; ii) **Expansão de Capacidade Mineira:** R\$ 7.530,77/ t adicionada à capacidade instalada de produção de zinco metálico.
- **Cadeia do Chumbo:** Na estimativa de investimentos com a expansão da capacidade instalada de produção de chumbo metálico, o RT-66 indica os seguintes parâmetros: i) Unidades tipo Polimetálicos/ VM: R\$ 7.000/ t de capacidade instalada; ii) Unidades de produção secundária de pequeno porte: R\$ 5.000/ t de capacidade instalada.
- **Cadeia do Estanho:** O RT-67 assinala não ser necessária a expansão de capacidade instalada de produção de estanho no horizonte 2010 a 2030. Consequentemente, não se considera projeções de investimentos para o referido período.

7.3. Cadeias de Transformação Não Metálica

Nas 10 cadeias analisadas de transformação não metálica, os investimentos previstos para o período 2010 a 2030, encontram-se estimados em R\$ 41,5 bilhões, a preços de 2009, conforme assinalado no Quadro 7.3.

PERSPECTIVAS DE INVESTIMENTOS EM UNIDADES PRODUTIVAS
DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL NÃO METÁLICA (2010 – 2030)

QUADRO 7.3

R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	%
- Cadeia do Cimento	5.256	4.996	5.827	6.795	7.925	30.800	3,92
- Cadeia da Cerâmica de Revest.	770	768	935	1.139	1.388	5.000	5,06
- Cadeia dos Colorifícios	74	75	93	115	143	500	5,50
- Cadeia dos Refratários	279	246	267	291	317	1.400	2,15
- Cadeia da Cal	56	51	57	64	72	300	2,85
- Cadeia dos Abrasivos	23	26	36	49	66	200	8,00
- Cadeia das Louças Sanitárias	272	259	303	353	413	1.600	3,95
- Cadeia das Louças de Mesa	131	119	133	149	167	700	2,87
- Cadeia dos Fertilizantes	186	169	190	214	241	1.000	2,97
- Cadeia da Indústria Química	0	0	0	0	0	0	-0-
Total	7.047	6.710	7.842	9.170	10.731	41.500	3,79

Conforme se verifica, dentre os investimentos totais previstos para o período 2010 a 2030, em cadeias de transformação mineral não-metálica, *Cimento* se destaca, participando com 74% do investimento total, sendo seguida por *Cerâmica de Revestimento*, com 12%. Verifica-se também que, no período 2010 a 2030, os investimentos totais crescem à taxa anual de 3,8%, destacando-se *Abrasivos*, com a maior previsão de taxa de crescimento (8,0% a.a.) e *Refratários*, com a menor (2,2% a.a.).

Cabe ressaltar que os investimentos relativos a Fertilizantes se referem às etapas de mistura e distribuição de produtos finais - últimos elos desta cadeia produtiva. Assinale-se também que os investimentos relativos às CMQs - onde se inclui a indústria química dos fertilizantes, geradora de produtos intermediários - não foram estimados, devido à complexidade inerente à execução do RT-76, conforme previamente assinalado pelos respectivos autores, em entendimentos com a Coordenação.

Nos aspectos relativos a Investimentos, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias transformação de não-metálicos:

- **Cadeia do Cimento:** O RT-68 assinala que grandes grupos cimenteiros têm procurado aproveitar as sinergias associadas a oportunidades de investimento na integração da cadeia produtiva em que atuam. Exemplos: i) **Votorantim:** argamassa, rejuntamento, cal, gesso, calcário agrícola, agregados e concreto usinado; e ii) **CIMPOR:** co-processamento de resíduos, comercialização e distribuição de clínquer, concreto e argamassas.
- **Cadeia da Cerâmica de Revestimento:** De acordo com o RT-69, o investimento para instalação de unidade de 500 mil m²/mês de revestimentos cerâmicos, situa-se em: i) **Via Seca:** R\$ 25 milhões (R\$ 4,16/ m² de capacidade instalada); ii) **Via Úmida:** 27 milhões (R\$ 4,50/ m² de capacidade instalada). Para ampliação da capacidade produtiva em 500 mil m²/ mês é estimado um investimento de cerca de R\$ 15 milhões (R\$ 2,50/ m² de capacidade instalada).
- **Cadeia dos Colorifícios:** O investimento para instalação de uma unidade de 1.700 t/ mês de fritas situa-se na faixa de R\$ 15 milhões, conforme destacado no RT-70. Já para expansão da capacidade na mesma proporção (1.700 t/ mês) o investimento é de cerca de R\$ 6 milhões. Com base em tais parâmetros, os investimentos para aumento da produção de colorifícios, no período de 2010 a 2030, foram estimados na faixa entre R\$ 390 milhões e R\$ 680 milhões.
- **Cadeia dos Refratários:** Partindo de indicadores de investimento fornecidos pelo RT-71, para diferentes linhas de produtos da indústria de refratários (Não moldados, Moldados simples; Moldados completo; Pré-moldados; e Especiais) e considerando-se as perspectivas de que a expansão da indústria de refratários seja acompanhada de uma mais intensa participação de Pré-moldados e Especiais, adotou-se o valor de R\$ 3.500/ t de capacidade instalada, para projeção das necessidades de investimento, no período 2010 a 2030.

- **Cadeia da Cal:** O RT-62 considera o indicador de investimento da ordem de R\$ 45/ t de capacidade anual instalada, a partir do qual, no RT-79, os investimentos totais para fazer frente ao aumento da produção brasileira no período de 2010 a 2030 são estimados em R\$ 194 milhões (Cenário Frágil), R\$ 324 milhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 486 milhões (Cenário Inovador).
- **Cadeia dos Abrasivos:** Em caráter meramente exploratório, o RT-79 adota os seguintes indicadores relativos aos principais produtos selecionados da cadeia de abrasivos: i) Óxido de alumínio eletrofundido: R\$ 2.200/ t de capacidade instalada; ii) Carbetos de silício: R\$ 2.500/ t de capacidade instalada; e iii) Diamantes sintéticos: R\$ 1.850/ kg de capacidade instalada (\$10 milhões x 1,85 / 10.000 kg/ ano).
- **Cadeia das Louças Sanitárias:** No RT-74, o investimento necessário para a instalação de unidade de produção de 80 mil peças/mês de louças sanitárias, situa-se na faixa de R\$ 50 milhões, do que resulta o indicador de R\$ 52,08/ peça/ ano. Os investimentos totais para fazer frente ao aumento da produção brasileira no período de 2010 a 2030 foram estimados em R\$ 1,1 bilhões (Cenário Frágil), R\$ 1,6 bilhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 2,2 bilhões (Cenário Inovador).
- **Cadeia das Louças de Mesa:** Com base no indicador de R\$ 3,50/ peça da capacidade instalada, assinalado no RT-74A, os investimentos totais para fazer frente ao aumento da produção brasileira no período de 2010 a 2030 encontram-se estimados em R\$ 322 milhões (Cenário Frágil), R\$ 711 milhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 1.033 milhões (Cenário Inovador).
- **Cadeia dos Fertilizantes:** No RT-75, os investimentos totais para fazer frente ao aumento da capacidade instalada dos últimos elos da cadeia (mistura e distribuição de produtos finais), no período de 2010 a 2030, são estimados em R\$ 0,7 bilhão (Cenário Frágil), R\$ 1,0 bilhão (Cenário Vigoroso) ou R\$ 1,3 bilhões (Cenário Inovador).
- **Cadeia da Indústria Química:** Segundo o RT-76, os seguintes aspectos deverão condicionar o panorama de investimentos em CMQs no Brasil ao longo dos 20 próximos anos: Alto investimento; Plantas Multi-Propósito; Plantas flexíveis em termos de processo e matérias primas; Alta tecnologia e alto grau de automação operacional; Raio econômico do investimento considerando mercados internacionais; Empresa global.

7.4. Consolidação

O Quadro 7.4 consolida as estimativas de investimentos em unidades de transformação, no período 2010 a 2030, permitindo evidenciar valores totais da ordem de R\$ 255 bilhões (US\$ 138 bilhões).

PERSPECTIVAS DE INVESTIMENTOS EM UNIDADES PRODUTIVAS
DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL (2010 – 2030)

QUADRO 7.4 R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	%
Mineração / Transformação	5.203	5.029	5.955	7.054	8.359	31.600	4,11
Transformação Metálica	29.668	28.731	34.135	40.627	48.438	181.600	4,20
- Metais Ferrosos	16.893	15.764	18.093	20.778	23.873	95.400	3,34
- Metais Não-Ferrosos	12.776	12.968	16.042	19.849	24.565	86.200	5,20
Transformação Não-Metálica	7.047	6.710	7.842	9.170	10.731	41.500	3,79
Total	41.918	40.470	47.932	56.852	67.528	254.700	4,12

Verifica-se também que os investimentos em cadeias de transformação metálica participam com 71% dos investimentos totais previstos para o período, em transformação não-metálica, com 16% e em segmentos de transformação associadas a atividades de mineração, com 13%.

Observa-se ainda que os investimentos totais ascendem no período 2010 a 2010 a uma taxa de crescimento de 4,1% a.a., cabendo lembrar que o comportamento até aqui analisado se refere exclusivamente ao Cenário Vigoroso.

Concluindo a consolidação da análise de investimentos projetados em transformação mineral no país, para o período 2010 a 2030, o Quadro 7.5 apresenta a comparação de indicadores assinalados no presente item, com indicadores relativos aos RTs 01, 04 e 05, segundo os três cenários de futuro adotados no presente estudo.

COMPORTAMENTO DE INVESTIMENTOS EM TRANSFORMAÇÃO MINERAL
VIS A VIS A OUTROS INDICADORES E SEGUNDO CENÁRIOS DE FUTURO (2010 - 2030)
QUADRO 7.5

Indicadores	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
PIB Mundial (% a.a.) ¹	1,5	2,5	3,5
Investimento em Exploração/ VPMC Mundial (%) ¹	0,9	1,0	1,1
Investimento em Exploração (% a.a.) ¹	1,5	4,2	6,8
VPMC Mundial (% a.a.) ¹	1,5	3,2	4,8
PIB brasileiro (% a.a.) ²	2,3	4,6	6,9
Taxa de Investimento: FBCF/ PIB (%) ²	15,6	22,8	24,0
Taxa de Câmbio (R\$/ US\$) ²	2,7	1,8	1,7
Relação Déficit Nominal/ PIB (%) ²	3,3	1,5	1,0
Relação Dívida / PIB (%) ²	30,3	17,5	13,0
Exportação/ PIB (%) ²	9,5	16,5	18,5
PIB Mineração (% a.a.) ³	4,1	6,4	8,7
PIB Transformação (% a.a.) ³	4,8	7,1	9,4
PIB Indústria Mineral (% a.a.) ³	4,6	7,0	9,3
PIB Mineração/ PIB (%) ³	1,2	1,2	1,2
PIB Transformação/ PIB (%) ³	4,3	4,3	4,3
PIB Indústria Mineral/ PIB (%) ³	5,5	5,5	5,5
Investimentos em Transformação Mineral ⁴	3,1	4,1	5,4
- Segmentos de transformação associados a Atividades de Mineração ⁴	2,3	4,1	6,0
- Cadeias de Transformação Metálica ⁴	3,3	4,2	5,4
- Cadeias de Transformação de Metálicos Ferrosos ⁴	1,9	3,3	4,9
- Cadeias de Transformação de Metálicos Não-Ferrosos ⁴	4,4	5,2	6,1
- Cadeias de Transformação de Não-Metálicos ⁴	2,7	3,8	4,9

Fonte: ¹RT-05; ²RT-01; ³RT-04; ⁴RT-79

Da análise consolidada dos aspectos relacionados a Investimentos nos 29 segmentos analisados, sobressaem as seguintes considerações comuns a determinadas cadeias produtivas:

- **Coletivização de Processos Operacionais:** Em termos de racionalização de investimentos, evidencia-se, em alguns segmentos, oportunidades de proceder à melhoria de competitividade, através da coletivização de sistemas e processos operacionais, mediante a cooperação entre empresas :
 - *Rochas ornamentais e de revestimento:* O RT-33 assinala a possibilidade de utilização comum de equipamentos e máquinas, por várias empresas de um mesmo pólo de produção ou APL. Considera a perspectiva de composição de 100 grupos de empresas até 2030, cada um deles compartilhando uma fresa-ponte automática, uma politriz/ acabadora de bordas automática e um torno multifuncional automático.
 - Além da utilização comum de máquinas e equipamentos, estratégias de coletivização podem compreender processos de treinamento e capacitação de recursos humanos, atividades de P&D&I, suprimentos, educação ambiental, etc.

- Nos segmentos e cadeias sujeitas a determinadas convergências locacionais / territoriais, e conseqüentemente à formação de pólos produtivos, independentemente à existência de APLs – a coletivização de sistemas e processos operacionais deve ser enfatizada como uma diretriz de política pública de largo efeito para a competitividade individual e sistêmica, assim como para a indução do desenvolvimento regional sustentável.
- Dentre os segmentos de transformação associados às atividades de mineração, destacam-se os de *Argilas para Cerâmica Vermelha, Rochas Ornamentais e de Revestimento, Gipsita, Gemas Coradas e Diamantes*, como aqueles de melhores perspectivas de resposta a estratégias de coletivização. Nas cadeias de transformação metálica, destaca-se a do *Ferro-Gusa, Fundição e Chumbo* (produção secundária) e de não-metálica, as de *Cerâmica de Revestimento, Cal e Louças de Mesa*.
- **Promoção e Atração de Investimentos:** Presumindo que a postura de Estado Indutor do Desenvolvimento Regional Sustentável, seja um dos principais fundamentos da política mineral a ser reafirmada com o Plano Duodecenal, cabe assinalar que a efetivação dos investimentos consolidados no presente estudo dependerá essencialmente de uma estratégia de estimulação dos agentes de mercado, a começar pela consistente promoção de investimentos e atração de investidores. Embora tal estratégia deva envolver todos os 29 segmentos e cadeias compreendidas no presente relatório, cabe destacar as seguintes mais sensíveis:
 - Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração: *Rochas Ornamentais e de Revestimento, Crisotila-Fibrocimento, Titânio, Quartzo, Gemas Coradas e Diamantes*.
 - Cadeias de Transformação Metálica: *Aço, Ferro-Gusa, Ferroligas, Fundição, Níquel, Zinco, Chumbo e Estanho*.
 - Cadeias de Transformação Não-Metálica: *Cimento, Cal, Abrasivos, Louça Sanitária, Fertilizantes e CMQs*.
- **Orientação de Investimentos/ Assistência a Empreendedores:** Ainda em sintonia com a postura de Estado Indutor, a efetivação dos investimentos consolidados, com a máxima eficácia em termos de contribuições para o Desenvolvimento Regional Sustentável, dependerá sensivelmente de uma estratégia de orientação e assistência aos agentes de mercado, mediante sinalização de perspectivas e tendências relativas a mercados, tecnologias e processos de acesso e aproveitamento de recurso naturais, além de mecanismos de organização, planejamento e gestão da produção e da comercialização. Encontram-se a seguir destacados os segmentos e cadeias consideradas mais susceptíveis à estratégia aqui assinalada:
 - Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração: *Argilas para Cerâmica Vermelha, Rochas Ornamentais e de Revestimento, Gipsita, Crisotila-Fibrocimento, Titânio, Quartzo, Gemas Coradas, Diamantes e Água Mineral*,
 - Cadeias de Transformação Metálica: *Ferro-Gusa, Fundição, Chumbo e Estanho*.
 - Cadeias de Transformação Não-Metálica: *Cerâmica de Revestimento, Colorifícios, Refratários, Cal, Abrasivos, Louça de Mesa, Fertilizantes e CMQs*.

8. Recursos Humanos

De acordo com o Termo de Referência, a abordagem de Recursos Humanos deve compreender: i) o levantamento retroativo anual, a partir de 1970, do número de formandos no país em Engenharia Metalúrgica; ii) a projeção de necessidades desses profissionais e de formandos para os próximos 20 anos; iii) a projeção de demanda de profissionais de formação universitária de outras especialidades; e iii) a projeção de demanda de profissionais de níveis básico e técnico. Em sintonia com tais especificações, o presente capítulo consolida e analisa as demandas de Recursos Humanos em unidades de transformação mineral, para os próximos 20 anos, segundo:

- Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração: 9 segmentos, também abordados no RT-78
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos: 10 cadeias produtivas
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos: 10 cadeias produtivas

Em cada um dos três itens subseqüentes encontram-se analisadas as projeções de demanda global de recursos humanos, para fazer face à expansão de produção de correspondentes segmentos e cadeias produtivas. Em cada item encontra-se apreciada a respectiva demanda de recursos humanos segundo segmentos/ cadeias produtivas, sendo também estimada a demanda de profissionais de nível superior e de nível médio, particularizando as necessidades de engenheiros metalurgistas e técnicos metalurgistas de nível médio.

No penúltimo item encontra-se apresentada a consolidação da demanda projetada de recursos humanos em geral e de engenheiros e técnicos de nível médio, em particular.

No quinto e último item do capítulo encontram-se assinaladas tendências e desafios, no que se refere ao comportamento e perspectivas de oferta e demanda de recursos humanos para as atividades de transformação mineral no país.

É importante ressaltar que as estimativas de demanda de recursos humanos apresentadas no presente capítulo se referem às necessidades de pessoal para preenchimento de novos postos de trabalho a serem gerados com a expansão da produção nos 29 segmentos e cadeias produtivas compreendidas no estudo. Não se encontra portanto incluída a demanda de reposição de mão-de-obra em postos de trabalho já existentes, sob efeito de aposentadoria, óbitos, etc.

Cabe ainda assinalar que os elementos apresentados nos tópicos subseqüentes referem-se ao Cenário Vigoroso. Os dados relativos aos dois outros Cenários (Frágil e Inovador) podem ser visualizados nas planilhas de consolidação apresentadas no Anexo IV.

8.1. Segmentos de Transformação Associados às Atividades de Mineração

Nos 9 segmentos de transformação a seguir analisados, a demanda total de recursos humanos deverá se expandir de 22,9 mil profissionais em 2010 para 52,4 mil em 2030, perfazendo um montante de 750 mil novos postos de trabalho, conforme evidenciado no Quadro 8.1.

Conforme se verifica, os segmentos de *Argilas para Cerâmica Vermelha, Rochas Ornamentais e de revestimento* e de *Crisotila/ Fibrocimento* são os que concentram maiores previsões de demanda (78%, 14% e 5% da demanda total, respectivamente). Por sua vez, os segmentos de *Diamantes, Quartzo e Gemas Coradas* são os que concentram menores previsões de demanda (0,10%, 0,13% e 0,14% da demanda total, respectivamente).

Em termos de crescimento, sobressaem os segmentos do *Quartzo, Gemas Coradas* e do *Diamante*, com as maiores taxas de expansão da demanda no período, enquanto o de *Rochas Ornamentais e de Revestimento* e o de *Titânio* evidenciam as menores taxas de expansão da demanda.

PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE RECURSOS HUMANOS EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)

QUADRO 8.1

Segmentos de Transformação	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
- Argilas para cerâmica vermelha	96.562	93.129	110.029	129.995	153.585	583.300	4,26
- Rochas ornamentais e de revestim	18.570	17.483	20.215	23.373	27.025	106.667	3,70
- Gipsita	181	179	217	263	318	1.158	4,91
- Crisotila – Fibrocimento	5.959	6.022	7.420	9.141	11.262	39.805	5,35
- Titânio	225	213	248	288	335	1.309	3,83
- Quartzo	141	146	185	233	294	1.000	6,00
- Gemas Coradas	148	154	194	245	309	1.050	6,00
- Diamante: Gema e Industrial	106	110	139	175	221	750	6,00
- Água Mineral	2.551	2.429	2.837	3.314	3.870	15.000	3,96
Total	124.442	119.866	141.483	167.027	197.220	750.039	4,03

Tendo por referência as informações e sinalizações oferecidas nos RTs dos segmentos compreendidos, foram adotados os seguintes critérios na projeção das demandas de engenheiros e técnicos de metalurgistas de nível médio:

- Profissionais de Nível Superior: Participação em relação à demanda total evoluindo de 6%, em 2010, para 10%, em 2030
- Profissionais de Nível Médio: Participação em relação à demanda total evoluindo de 4%, em 2010, para 16%, em 2030
- Engenheiros e Técnicos Metalurgistas: Correspondendo a 10% das correspondentes demandas totais

O Quadro 8.2 apresenta a projeção estimativa da demanda de engenheiros e técnicos de nível médio nos 9 segmentos compreendidos.

PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE PROFISSIONAIS DE NÍVEL SUPERIOR E DE NÍVEL MÉDIO EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE MINERAÇÃO

(2010 – 2030)

QUADRO 8.2

Categorias Profissionais	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total
- Profissionais de Nível Superior	7.467	8.391	11.319	15.032	19.722	61.930
- Engenheiros Metalurgistas	747	839	1.132	1.503	1.972	6.193
- Outros de Nível Superior	6.720	7.552	10.187	13.529	17.750	55.737
- Técnicos de Nível Médio	4.978	8.391	14.148	21.714	31.555	80.785
- Técnicos Metalúrgicos	498	839	1.415	2.171	3.156	8.079
- Outros Técnicos de Nível Médio	4.480	7.552	12.733	19.542	28.400	72.707
- Total Geral	12.444	16.781	25.467	36.746	51.277	142.716
- Participação s/ demanda total (%)	10,0	14,0	18,0	22,0	26,0	19,0

Nos segmentos de transformação compreendidos no Quadro 8.2, a demanda de recursos humanos com formação específica (profissionais de nível superior e de nível médio), para preenchimento de novos postos de trabalho, deverá se expandir de 12.444 profissionais no quinquênio 2010 a 2014 para 51.277 no quadriênio 2027 a 2030, com o que a participação da mão-de-obra técnica ascenderá de 10% para 26%. No período 2010 a 2030, como um todo, 19% dos novos postos de trabalho deverão estar sendo ocupados por profissionais de nível superior (8,2%) ou por técnicos de nível médio (10,8%).

Nos aspectos relativos a Recursos Humanos, destacam-se as seguintes observações com relação aos segmentos analisados:

- **Argilas para Cerâmica Vermelha:** O RT-32 evidencia deficiências marcantes de quadros técnicos especializados, neste segmento constituído basicamente de PMEs. Portanto, a capacitação dos profissionais e proprietários de tais empreendimentos é fator essencial para a melhoria da competitividade. Assinala também que o processo que já se verifica de fortalecimento dos principais aglomerados deverá se intensificar nas próximas décadas, com o que “haverá a necessidade de pelo menos 116 profissionais de nível superior, compreendendo geólogos e engenheiros de minas”.
- **Rochas Ornamentais e de Revestimento:** O RT-33 constata a inexistência de cadeiras específicas sobre rochas ornamentais nos cursos de graduação em Geologia, Engenharia e Arquitetura, assim como nos cursos que formam técnicos de mineração. Dentre as principais iniciativas vigentes de capacitação de recursos humanos, destacam-se as do CETEMAG, Escola SENAI Mário Amato, Faculdade de Tecnologia São Francisco-UNESF (Curso Superior de Tecnologia em Rochas Ornamentais) e CETEM/ UFRJ/DG (curso de extensão em Gestão de Negócios com Rochas Ornamentais).
- **Gipsita:** Este segmento apresentou, em 2005, a seguinte composição da mão-de-obra: i) Nível superior: 9%; ii) Nível médio: 5%; iii) Operários: 68%; e iv) Administrativos: 18%. O RT-34 detectou também a necessidade de se estimular a formação de recursos humanos de nível superior, com ênfase nas áreas de calcinação de gesso.
- **Crisotila – fibrocimento:** Conforme assinalado pelo RT-35, segundo a FGV, em estudo para a FIESP, o setor industrial de transformação de crisotila contava, em 2007, com 19.529 postos de trabalho, incluindo pessoal de administração, logística, vendas, etc.
- **Gemas Coradas:** Segundo o RT-56, o setor de Gemas coradas conta com uma mão-de-obra da ordem de 500 mil pessoas. Entretanto, as estatísticas oficiais (DNPM / RAL), indicam que a mão-de-obra alocada em atividades de extração e beneficiamento de gemas de cor no Brasil, evoluiu de 437 colaboradores para 2.812 (taxa de 16,8% a.a.), no período 1993 a 2005. A capacitação da mão-de-obra é considerada deficiente, inclusive no conhecimento de gemologia. A formação dos lapidários ocorre na própria indústria, ou de “pai para filho”. Existe um curso de pós-graduação em Gemologia, na Escola de Minas da UFOP. Dois outros centros foram criados, na UFCE e na UFRGS. A Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG) dispõem de um Curso de Pós-Graduação em Design.
- **Diamantes – Gema e Industrial:** O RT-56A assinala que, em 2006, a mão de obra utilizada era composta de 598 pessoas, sendo 31 engenheiros de minas, 12 geólogos de mina, 9 funcionários de nível superior, 4 funcionários de nível médio, 42 funcionários administrativos e 488 operários nas frentes de lavra.
- **Águas Minerais:** Segundo o RT-57, este segmento conta com mão-de-obra de 12.000 cooperadores, com a seguinte composição: 293 profissionais de nível superior, 516 de nível médio, 9.261 operários e 1.968 da área administrativa. A linha de garrações é a mais intensiva em mão-de-obra e a de menor exigência em especialização. Os cursos de geologia qualificam o geólogo para a pesquisa mineral, perfuração de poços e sua manutenção; os de engenharia de minas preparam os graduados para exercer a responsabilidade técnica pela indústria. O segmento necessita também de profissionais das áreas de alimentos, química e biologia. O SENAI possui um centro de ensino em Vassouras – RJ, onde é oferecido curso direcionado para a indústria da água mineral e potável de mesa.

8.2. Cadeias de Transformação Metálica

Nas 10 cadeias de transformação metálica a seguir analisadas, a demanda total de recursos humanos deverá se expandir de 8,5 mil profissionais, em 2010, para 17,8 mil, em 2030, perfazendo um montante de 264 mil novos postos de trabalho, conforme evidenciado no Quadro 8.3.

Conforme se verifica, as cadeias do *Aço*, *Fundição* e do *Alumínio* são as que concentram maiores previsões de demanda (50%, 20% e 14% da demanda total, respectivamente). Por sua vez, as cadeias do *Estanho*, *Zinco* e do *Cobre* são as que concentram menores previsões de demanda (0,05%, 0,405 e 0,52% da demanda total, respectivamente).

PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE RECURSOS HUMANOS
EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICA (2010 - 2030)
QUADRO 8.3

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
Metais Ferrosos	39.115	36.262	41.405	47.331	54.166	218.279	3,22
- Cadeia do Aço	23.992	22.200	25.274	28.774	32.759	133.000	3,30
- Cadeia do Ferro-Gusa	3.952	3.402	3.632	3.876	4.138	19.000	1,64
- Cadeia dos Ferroligas	2.808	2.463	2.674	2.903	3.151	14.000	2,07
- Cadeia da Fundição	8.362	8.196	9.825	11.778	14.118	52.279	4,64
Metais Não Ferrosos	6.902	6.975	8.595	10.595	13.063	46.129	5,10
- Cadeia do Alumínio	5.657	5.732	7.078	8.740	10.793	38.000	5,42
- Cadeia do Cobre	216	214	260	315	382	1.386	4,95
- Cadeia do Níquel	367	383	487	618	785	2.640	6,15
- Cadeia do Zinco	169	166	199	238	285	1.057	4,63
- Cadeia do Chumbo	459	452	545	656	791	2.903	4,76
- Cadeia do Estanho	34	27	27	27	27	143	0,00
Total	46.017	43.237	50.000	57.926	67.228	264.408	3,54

Em termos de crescimento, sobressaem as cadeias do *Níquel* e do *Alumínio*, com as maiores taxas de expansão da demanda no período, enquanto as de do *Estanho* e de *Ferro-Gusa* evidenciam as menores taxas de expansão da demanda.

Tendo por referência as informações e sinalizações oferecidas nos RTs dos segmentos compreendidos, foram adotados os seguintes critérios na projeção das demandas de engenheiros e técnicos metalurgistas de nível médio:

- Profissionais de Nível Superior: Participação em relação à demanda total evoluindo de 12%, em 2010, para 16%, em 2030
- Profissionais de Nível Médio: Participação em relação à demanda total evoluindo de 18%, em 2010, para 26%, em 2030
- Engenheiros e Técnicos Metalurgistas: Correspondendo a 30% e 40% de respectivas demandas totais

O Quadro 8.4 apresenta a projeção estimativa da demanda de profissionais de nível superior e técnicos de nível médio nas 10 cadeias compreendidas.

PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE PROFISSIONAIS DE NÍVEL SUPERIOR E DE NÍVEL MÉDIO EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICAS (2010 – 2030)
QUADRO 8.4

Categorias Profissionais	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total
- Profissionais de Nível Superior	5.522	5.621	7.000	8.689	10.756	37.588
- Engenheiros Metalurgistas	1.657	1.686	2.100	2.607	3.227	11.276
- Outros de Nível Superior	3.865	3.935	4.900	6.082	7.530	26.312
- Técnicos de Nível Médio	8.283	8.647	11.000	13.902	17.479	59.312
- Técnicos Metalúrgicos	3.313	3.459	4.400	5.561	6.992	23.725
- Outros Técnicos de Nível Médio	4.970	5.188	6.600	8.341	10.488	35.587
- Total Geral	13.805	14.268	18.000	22.591	28.236	96.900
- Participação s/ demanda total (%)	30,0	33,0	36,0	39,0	42,0	36,6

Nos segmentos de transformação compreendidos no Quadro 8.4, a demanda de recursos humanos com formação específica (profissionais de nível superior e de nível médio) para preenchimento de novos postos de trabalho deverá se expandir de 13.805, no quinquênio 2010 a 2014, para 28.236, no quadriênio 2027 a 2030, com o que a participação da mão-de-obra técnica ascenderá de 30% para 42%. No período 2010 a 2030, como um todo, 37% dos novos postos de trabalho deverão estar sendo ocupados por profissionais de nível superior (14,2%) ou por técnicos de nível médio (22,4%).

Nos aspectos relativos a Recursos Humanos, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias transformação de metálicos:

Cadeia do Aço: Entre 2000 e 2007, o contingente de mão-de-obra do setor siderúrgico nacional aumentou de 63 mil trabalhadores, para 118 mil (61 mil de efetivo próprio e 57 mil terceirizados), conforme assinalado pelo RT-58. Pelo menos 85% do efetivo próprio das empresas associadas ao IBS tinham no mínimo o ensino médio completo em 2007 e 14,5% possuíam o curso superior completo. O setor evidencia baixa taxa de rotatividade, contando com 45% do efetivo com mais de 11 anos de trabalho. As exigências de competitividade demandam maior flexibilidade e simplificação das relações de trabalhos. O setor se preocupa também com a baixa formação de engenheiros, especialmente metalurgistas.

Cadeia do Ferro-Gusa: Estudos do Instituto Observatório Social destaca o esforço que as empresas siderúrgicas do Pará vêm realizando para melhorar a situação do trabalho nas carvoarias, em grande parte, incentivadas pela presença da VALE na região. O RT-59 também destaca que a possível alteração da matriz energética do carvão vegetal, para o gás natural, ocasionaria substancial transformação do atual perfil da mão-de-obra do setor. Ressalta ainda que as demais mudanças tecnológicas previsíveis na cadeia do ferro-gusa deverão exigir sensíveis alterações no perfil de capacitação profissional do setor.

Cadeia dos Ferroligas: Segundo o RT-60 “em 2007 o setor empregava 18.320 pessoas em suas usinas e escritórios, sendo cerca de 10% de nível superior, com predominância de engenheiros metalúrgicos, químicos e florestais. A produtividade nesse ano foi de 51 t/ cooperador / ano”.

Cadeia da Fundição: O RT-61 evidencia que 79% da mão-de-obra do setor possuem o 1º grau completo, 47%, o 2º grau completo, 9% são técnicos de nível médio, 5% possuem curso de nível superior e 1,3% tiveram acesso à pós-graduação. Assinala também que o índice de produtividade da indústria brasileira de fundidos, que era de 30,7 t/ homem/ ano, em 1995, apresenta-se continuamente crescente, já superando o de países como Rússia e França e já se aproximando do atual patamar do Canadá.

Cadeia do Alumínio: A mão-de-obra direta alocada na cadeia de produção do alumínio primário, no Brasil, é da ordem de 20 mil pessoas (bauxita, alumina e metal primário), expandindo-se para cerca de 63 mil, quando adicionados 2 mil da produção secundária e 41 mil de empresas transformadoras. Ao se considerar toda a cadeia produtiva, o total de postos de trabalho ascende a 130 mil pessoas ou a 300 mil, se considerada a reciclagem. O RT-62 assinala ainda que, do total de efetivos, 8% só possuem o ensino fundamental; 70%, o ensino médio ou técnico de nível médio; 20%, nível superior; e 2%, pós graduação.

Cadeia do Cobre: O RT-63 evidencia que, no período 1990 e 2009, a produtividade da Caraíba Metais apresenta crescimento à taxa de 4,4% a.a., de 114,7 t de metal/ cooperador/ ano, em 1990, para 257,8 t de metal/ cooperador/ ano, em 2009, como reflexo da contínua modernização da planta. O contingente de mão-de-obra da empresa, no referido período, apresenta contração de 1.370 para 800 cooperadores, com a seguinte composição: 43% alocada à operação, 23% à manutenção, 30% à administração e 4% à comercialização”.

Cadeia do Níquel: Dados de 2 principais empresas produtoras de níquel indicam que, em média, cerca de 77% da mão-de-obra trabalha em área fim (operacional) e 23% em área meio (administração), conforme assinala o RT-64, o qual também ressalta que cerca de 7% dos empregados são de nível superior e 12% de nível médio. Observa ainda que, desde 1988, a produtividade na indústria vem melhorando continuamente. As projeções de necessidades de mão de obra adicional, devido à abertura de novas minas, estão assim quantificadas: 4.400 empregados, sendo 300 profissionais de nível superior, 530 profissionais de nível médio e 3.570 profissionais dos mais diferentes níveis de escolaridade.”

Cadeia do Zinco: Segundo o RT-65, a adoção de modernas técnicas de planejamento e gestão da produção tem aumentado sensivelmente a produtividade da mão de obra na cadeia produtiva do zinco metálico. Assim, as duas unidades metalúrgicas, que no início da década de 90 contavam com quase cinco mil colaboradores diretos, apresentavam, em 2006, um quadro total de 1.544 empregados.

Cadeia do Chumbo: Segundo o RT-66, em uma das empresas produtoras de chumbo secundário constatou-se um contingente de 120 empregados e uma produção da ordem de 12 mil t/ano, do que resulta o indicador a de 100 t de chumbo metálico/ colaborador/ ano. No segmento de chumbo primário, foram analisados os dados do Projeto Polimetálico, da VM, determinando-se o indicador de 72 t de chumbo metálico / colaborador/ ano.

Cadeia do Estanho: Conforme assinala o RT-67, nos dois modelos de gestão de produção metalúrgica do estanho – empresas de grande porte e cooperativas de origem garimpeira – a disponibilidade de profissionais de nível superior, técnicos e operacionais se mostra adequada à demanda atual. Nos cenários projetados, poderá haver a necessidade de implementar programas de treinamentos específicos ao longo do tempo. No caso das cooperativas, seria recomendável o desenvolvimento de cursos técnicos pelo SENAI, para a formação e treinamento de mão de obra operacional da metalurgia e atividades acessórias.

8.3. Cadeias de Transformação Não Metálica

Nas 10 cadeias de transformação não-metálica a seguir analisadas, a demanda total de recursos humanos deverá se expandir de 5,0 mil profissionais em 2010 para 10,4 mil em 2030, perfazendo um montante de 154 mil novos postos de trabalho, conforme evidenciado no Quadro 8.5.

PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE RECURSOS HUMANOS
EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO-METÁLICA (2010 - 2030)
QUADRO 8.5

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
- Cadeia do Cimento	6.178	5.872	6.849	7.987	9.315	36.201	3,92
- Cadeia da Cerâm. de Revest.	4.788	4.778	5.820	7.089	8.635	31.111	5,06
- Cadeia dos Caloríficos	768	781	968	1.199	1.485	5.200	5,50
- Cadeia dos Refratários	524	462	503	548	596	2.633	2,15
- Cadeia da Cal	1.828	1.659	1.856	2.077	2.324	9.743	2,85
- Cadeia dos Abrasivos	209	235	320	436	593	1.792	8,00
- Cadeia das Louças Sanitárias	1.484	1.413	1.650	1.926	2.249	8.722	3,95
- Cadeia das Louças de Mesa	5.136	4.666	5.225	5.852	6.553	27.432	2,87
- Cadeia dos Fertilizantes	5.842	5.331	5.993	6.739	7.576	31.481	2,97
- Cadeia da Indústria Química	0	0	0	0	0	0	- 0 -
Total	26.758	25.197	29.183	33.851	39.326	154.315	3,57

Conforme se verifica, as cadeias do *Cimento*, *Fertilizantes* e de *Cerâmica de Revestimento* são as que concentram maiores previsões de demanda (23%, 20% e 20% da demanda total, respectivamente). Por sua vez, as cadeias de *Abrasivos*, *Refratários* e *Louça Sanitária* são as que concentram menores previsões de demanda (1,2%, 3,4% e 5,7% da demanda total, respectivamente).

Em termos de crescimento, sobressaem as cadeias de *Abrasivos* e de *Caloríficos*, com as maiores taxas de expansão da demanda no período, enquanto as de *Refratário* e de *Cal* evidenciam as menores taxas de expansão da demanda.

Tendo por referência as informações e sinalizações oferecidas nos RTs dos segmentos compreendidos, foram adotados os seguintes critérios na projeção das demandas de engenheiros e técnicos metalurgistas de nível médio:

- Profissionais de Nível Superior: Participação em relação à demanda total evoluindo de 10%, em 2010, para 16%, em 2030
- Profissionais de Nível Médio: Participação em relação à demanda total evoluindo de 15%, em 2010, para 21%, em 2030
- Engenheiros e Técnicos Metalurgistas: Correspondendo a 10% e 20% de respectivas demandas totais

O Quadro 8.6 apresenta a projeção estimativa da demanda de profissionais de nível superior e técnicos de nível médio nas 10 cadeias compreendidos

PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE PROFISSIONAIS DE NÍVEL SUPERIOR E DE NÍVEL MÉDIO
EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO-METÁLICAS (2010 – 2030)
QUADRO 8.6

Categorias Profissionais	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total
- Profissionais de Nível Superior	2.676	2.898	3.794	4.959	6.292	20.619
- Engenheiros Metalurgistas	268	290	379	496	629	2.062
- Outros de Nível Superior	2.408	2.608	3.414	4.463	5.663	18.557
- Técnicos de Nível Médio	4.014	4.157	5.253	6.601	8.258	28.284
- Técnicos Metalúrgicos	803	831	1.051	1.320	1.652	5.657
- Outros Técnicos de Nível Médio	3.211	3.326	4.202	5.281	6.607	22.627
- Total Geral	6.689	7.055	9.047	11.560	14.551	48.902
- Participação s/ demanda total (%)	25,0	28,0	31,0	34,2	37,0	31,7

Nos segmentos de transformação compreendidos no Quadro 8.6, a demanda de recursos humanos com formação específica (profissionais de nível superior e técnicos de nível médio), para preenchimento de novos postos de trabalho, deverá se expandir de 6.689 profissionais no quinquênio 2010 a 2014 para 14.551 no quadriênio 2027 a 2030, com o que a participação da mão-de-obra técnica ascenderá de 25% para 37%. No período 2010 a 2030, como um todo, 32% dos novos postos de trabalho deverão estar sendo ocupados por profissionais de nível superior (13,4%) ou por técnicos de nível médio (18,3%).

Nos aspectos relativos a Recursos Humanos, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias transformação de não metálicos:

- **Cadeia do Cimento:** O RT-68 detectou as seguintes ações de destaque, de iniciativa dos principais grupos produtores: **i) Votorantim:** programas de educação profissional de jovens, voltados para o mercado de trabalho; e **ii) Camargo Corrêa:** Programa Infância Ideal, do Instituto Camargo Corrêa, na cidade de Pedro Leopoldo – MG.
- **Cadeia da Cerâmica de Revestimento:** Na área de produção, 48% dos empregados possui apenas formação nos ciclos fundamentais, 47% possui nível médio e 5%, nível superior ou pós-graduação. Nas áreas administrativas e de vendas cerca de metade dos profissionais possui nível médio e mais de 40%, formação superior ou pós-graduação. Nos postos de trabalho de nível superior predominam, na área de produção, profissionais com formação em engenharias – mecânica, elétrica e química, e, subordinadamente, engenheiros de produção e de materiais. Os empregados de nível médio não possuem, em sua grande maioria, especialização. Com o avanço da automação e dos processos de controle das operações fabris, uma necessidade crescente é o aprimoramento da capacitação dos empregados formados nos ciclos fundamental e médio (95% dos empregados na área de produção).
- **Cadeia dos Coloríficos:** O RT-70 ressalta a necessidade de melhoria da capacitação profissional, particularmente na área de produção, com aumento da participação de profissionais de formação superior e, sobretudo, de funcionários de nível médio com formação técnica. Assinala que, com o avanço da automação e dos processos de controles das operações fabris, uma necessidade crescente é o aprimoramento da capacitação dos empregados formados nos ciclos fundamental e médio.
- **Cadeia dos Refratários:** Conforme assinala o RT-71, entre 25% e 50% da mão-de-obra do setor está ligada a atividades administrativas. Funções específicas (ex: comercial, P&D, assistência técnica, administração da produção e mineração) são preenchidas por engenheiros metalúrgicos, de materiais, de processos e de minas. Na área de produção alguns cargos são qualificados e requerem formação técnica (mecânica, eletrônica e química). A formação e qualificação de engenheiros de materiais, cerâmicos, metalurgistas e de minas pode representar um gargalo ao desenvolvimento do setor. Preocupa a demanda relativa ao nível técnico, devido à concorrência com outras indústrias em expansão no país. Contudo, essa demanda poderá ser atendida com o aumento de vagas na

rede de escolas técnicas de nível médio, inclusive do sistema SESC-SENAC.

- **Cadeia da Cal:** O RT-72 assinala que as grandes empresas - muitas com certificação ISO 9.000 e ISO 14.000 e atuando com modernas técnicas de gestão e consciência ambiental - empregam um maior contingente de nível superior na linha de produção, tais como engenheiros químicos, metalúrgicos, mecânicos, entre outros. Entre os técnicos de nível médio, destacam-se os técnicos químicos. Em pesquisa, de outubro de 2008, o APL de cal e calcário no Paraná evidenciou que cerca de 5% do pessoal ocupado são de nível superior, 20% de nível médio e 75% de nível fundamental.
- **Cadeia dos Abrasivos:** O RT-73 assinala que “a mão-de-obra qualificada é inexistente, sendo formada dentro da própria indústria. Com relação à necessidade de capacitação e treinamento, o que se verifica é uma total carência de formação de pessoal especializado no mercado de trabalho. Não há operadores formados, toda a formação é feita dentro da própria indústria. Há grande dificuldade na contratação de vendedores técnicos. Instituições de formação de profissionais de nível técnico, como o SENAI, não possuem quaisquer programas de formação na área”.
- **Cadeia das Louças Sanitárias:** Conforme ressalta o RT-74, cerca de 75% da demanda projetada de mão-de-obra deverá se referir ao nível fundamental, 20%, de nível médio e 5%, de formação superior nas áreas de produção, administrativas e vendas. É previsível o aumento da participação de engenheiros (e outros profissionais qualificados) e de técnicos de nível médio. Com o avanço da automação e dos processos de controles das operações fabris, uma necessidade crescente é o aprimoramento da capacitação dos empregados formados nos ciclos fundamental e médio. Há necessidade da melhoria da capacitação profissional, particularmente na área de produção, com aumento da participação de profissionais de formação superior e, sobretudo, de funcionários nível médio com formação técnica.
- **Cadeia das Louças de Mesa:** Segundo o RT-74A, dentre os problemas enfrentados pelas empresas do pólo produtivo de Porto Ferreira, destacam-se: i) Sazonalidade na oferta de mão-de-obra; ii) Baixa produtividade e rotação de mão-de-obra; e iii) Descompromisso com o emprego e com a qualidade dos produtos que está sendo manufaturado. O segmento é intensivo em mão-de-obra, pelo fato da produção ser bastante artesanal e envolver muito manuseio. A mão-de-obra apresenta a seguinte composição: 5% não concluiu a 4ª série; 31% concluiu a 4ª série, 20% concluiu a 8ª série, Nível médio: 36%, Nível superior: 7%. O setor apresenta uma forte demanda por profissionais de nível médio, geralmente com formação técnica em cerâmica. Neste caso, o SENAI Mário Amato tem suprido esta demanda de maneira satisfatória. O Sebrae está presente no município de Porto Ferreira, ministrando cursos e prestando orientação para MPes do setor.
- **Cadeia dos Fertilizantes:** O RT-75 assinala que, em geral, a mão-de-obra do setor é de pouca qualificação, por se tratar, predominantemente, de “processo tecnológico de fabricação de misturas de produtos intermediários e/ou matérias-primas, através de fórmulas pré-fixadas, exigindo operação de mistura, ensacamento, estocagem e distribuição”.
- **Cadeia da Indústria Química:** “Os seguintes aspectos deverão condicionar o comportamento da demanda de Recursos Humanos nas CMQs do Brasil, ao longo dos 20 próximos anos, conforme ressalta o RT-76: i) **Perfil da Mão-de-Obra:** Alta especialização; Formação de nível médio e universitário; Profissionais de chefia ou gerência bilíngüe ou trilingües; ii) **Produtividade e Competitividade:** Competitiva globalmente; Baixos Custos operacionais; Alta produtividade; Flexibilidade operacional de processo e de insumos e matérias primas; Suscetível a inovações; Capacidade de resposta “on time”; iii) **Capacitação Profissional:** Cargos especialistas tanto em processo operacional como em gestão; Aprendizado continuado e permanente; Domínio pleno dos recursos e tecnologia de informação.

8.4. Consolidação

Da análise consolidada dos aspectos relacionados a Recursos Humanos nos 29 RTs analisados, sobressaem algumas considerações comuns a determinados segmentos/ cadeias produtivas:

- **Acesso aos meios de atualização:** Nos segmentos e cadeias produtivas de transformação mineral, em geral, notadamente naqueles em que se destaca a presença de MPMEs, verifica-se a importância de se promover o acesso aos meios de atualização tecnológica e gerencial, como condição indispensável para expandir os padrões de competitividade e de sustentabilidade. Na cadeia da Fundação, detectou-se que a produtividade na produção nacional de fundidos apresenta-se diretamente associada ao porte da fundição. Porém, aparentemente, não está

condicionada exclusivamente ao efeito da escala, mas ao padrão tecnológico e de gestão de mais fácil acesso pelas empresas de maior porte.

- **Acidentes de trabalho:** Na cadeia do *Alumínio* verificou-se que o número de acidentes de trabalho (segmentos de bauxita, alumina e metal primário) é de 1,48/ milhão de horas trabalhadas, 26% inferior à média mundial de 2 acidentes por milhão de horas trabalhadas.
- **Encargos Sociais:** Ainda na cadeia do *Alumínio*, detectou-se que cerca de 2% do faturamento das empresas foi destinado a investimentos sociais, compreendendo: i) 1% em encargos compulsórios (INSS, FAT, etc.); ii) 0,6% em saúde, transporte e educação; e iii) 0,4% em capacitação tecnológica”.
- **Qualificação de Pessoal:** Na cadeia do *Cobre* evidenciou-se a necessidade de vigorosas ações de governo no sentido de ampliar e consolidar a oferta de profissionais de nível médio com perfil para a mineração e a metalurgia do cobre, fazendo-se também necessário ampliar a rede de escolas profissionalizantes e criar centros de treinamento para qualificação de pessoal voltado à atividade mineiro-metalúrgica nas principais regiões de interesse do cobre.
- **Qualificação de Pessoal:** O RT-64 (*Níquel*) ressalta a necessidade de que a questão de formação e qualificação da mão-de-obra seja devida e seriamente tratada e equacionada pelos governos federal e estadual e municipal, como apoio efetivo à atividade industrial do níquel. Recomenda:
- **Melhoria de produtividade:** a adoção de modernas técnicas de planejamento e gestão da produção tem aumentado sensivelmente a produtividade da mão de obra em cadeias produtivas de transformação metálica, tais como as do *Cobre, Níquel e Zinco*.

8.4.1. Evolução da Oferta de Recursos Humanos Especializados no Período 1970 a 2009

O Quadro 8.7 apresenta a evolução do número de profissionais formados no país, no período 1970 a 2009, em cursos de engenharia metalúrgica e de técnicos metalúrgicos de nível médio>

NÚMERO DE ENGENHEIROS METALÚRGICOS E DE TÉCNICOS METALÚRGICOS DE NÍVEL MÉDIO FORMADOS NO PAÍS (1970 - 2009)
QUADRO 8.7

Categorias Profissionais	1970 a 1974	1975 a 1979	1980 a 1984	1985 a 1989	1990 a 1994	1995 a 1999	2000 a 2004	2005 a 2009	Total	%
- Engenheiros Metalurgistas										
- Técnicos Metalúrgicos (N. Médio)										
- Total										

8.4.2. Projeção Consolidada da Demanda de Recursos Humanos

Baseado nas projeções relativas ao Cenário Vigoroso, o Quadro 8.8 apresenta a consolidação das necessidades de profissionais para preenchimento de novos postos de trabalho resultantes da expansão de capacidade produtiva dos segmentos/ cadeias de transformação mineral.

CONSOLIDAÇÃO DA DEMANDA DE RECURSOS HUMANOS
EM SEGMENTOS / CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO (2010 - 2030)

QUADRO 8.8

Categorias Profissionais	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	%
- Profissionais de Nível Superior	15.664	16.909	22.113	28.681	36.771	120.137	10,3
- Engenheiros Metalurgistas	2.671	2.815	3.611	4.606	5.828	19.531	1,7
- Outros de Nível Superior	12.994	14.094	18.501	24.075	30.942	100.606	8,6
- Técnicos de Nível Médio	17.274	21.195	30.401	42.217	57.293	168.381	14,4
- Técnicos Metalúrgicos	4.614	5.130	6.865	9.052	11.799	37.460	3,2
- Outros de Técnicos de Nível Médio	12.661	16.066	23.536	33.164	45.494	130.921	11,2
- Sub-Total (N. Superior + N. Médio)	32.939	38.105	52.514	70.897	94.064	288.518	24,7
- Outros Profissionais	164.278	150.195	168.153	187.907	209.711	880.244	75,3
Total Geral	197.217	188.300	220.667	258.804	303.774	1.168.762	100,0
- Nível Superior	7,9%	9,0%	10,0%	11,1%	12,1%	10,3%	-
- Nível Médio	8,8%	11,3%	13,8%	16,3%	18,9%	14,4%	-
- N. Superior + N. Médio (%)	16,7%	20,2%	23,8%	27,4%	31,0%	24,7%	-
- Engenheiros Metalurgistas	1,4%	1,5%	1,6%	1,8%	1,9%	1,7%	-
- Técnicos Metalúrgicos	2,3%	2,7%	3,1%	3,5%	3,9%	3,2%	-
- Engenh. + Técnicos Metal. (%)	3,7%	4,2%	4,7%	5,3%	5,8%	4,9%	-

Conforme se verifica, ao longo dos 20 próximos anos, as atividades de transformação mineral poderão responder pela geração de cerca de 1,2 milhões de novos postos de trabalho, dos quais 120 mil de profissionais de nível superior e 168 mil de nível médio. Verifica-se também que:

- a demanda combinada de profissionais de nível superior e de nível médio para preenchimento dos novos postos de trabalho será da ordem de 288 mil cooperadores.
- a participação da mão-de-obra qualificada sobre o total dos novos postos de trabalho a serem preenchidos evolui de 17%, no quinquênio 2010 a 2014, para 31%, no quadriênio 2027 a 2030.
- no período 2010 a 2030, como um todo, 24,7% dos novos postos de trabalho deverão estar sendo ocupados por profissionais de nível superior (10,3%) ou por técnicos de nível médio (14,4%).
- a necessidade de engenheiros metalurgistas evoluirá de 2.671, no quinquênio 2010 a 2030 (média de 534 por ano), para 5.828, no quadriênio 2027 a 2030 (média de 1.457 por ano).
- a necessidade de técnicos metalúrgicos de nível médio evoluirá de 4.614, no quinquênio 2010 a 2030 (média de 923/ ano), para 11.799, no quadriênio 2027 a 2030 (média de 2.950/ ano).
- a participação de engenheiros metalurgistas na demanda total de profissionais para preenchimento dos novos postos de trabalho deverá evoluir de 1,4%, no quinquênio 2010 a 2030, para 1,9%, no quadriênio 2027 a 2030.
- a participação de técnicos metalúrgicos de nível médio, na demanda total de profissionais para preenchimento dos novos postos de trabalho deverá evoluir de 2,3%, no quinquênio 2010 a 2030, para 3,9%, no quadriênio 2027 a 2030.

Cumprindo finalmente ressaltar que o presente estudo não inclui a demanda de reposição de mão-de-obra em postos de trabalho já existentes, sob efeito de aposentadoria, óbitos, etc. Ao contrário, as estimativas de demanda de recursos humanos apresentadas neste capítulo se referem tão somente às necessidades de pessoal para suprir os novos postos de trabalho a serem gerados com a expansão da produção nos 29 segmentos e cadeias produtivas compreendidas no estudo.

Admitindo-se que 40% do atual contingente de mão-de-obra, da ordem de 764 mil cooperadores, atualmente incorporados aos 29 segmentos/ cadeias produtivas, venha a se aposentar ou falecer ao longo dos próximos 20 anos, pode-se estimar que a demanda efetiva de recursos humanos será da ordem de 1.475 mil novos cooperadores, compreendendo 306 mil de reposição (21%) e 1.169 mil (79%) para preenchimento de novos postos de trabalho.

8.5. Tendências e Desafios

Uma das questões que condiciona o desenvolvimento econômico brasileiro em geral, as atividades industriais em particular e os segmentos de transformação mineral em especial, diz respeito à inadequação quantitativa, qualitativa e estrutural da oferta de recursos humanos.

Inadequação Quantitativa

Segundo um estudo da Confederação Nacional da Indústria (CNI), o Brasil tem hoje seis engenheiros para cada grupo de 100 mil pessoas, quando eles deveriam ser pelos menos 25 por 100 mil habitantes para dar conta das vagas atualmente abertas.

Segundo a VEJA (Ed. 2039, de 19/12/07), em 2006, 30 mil estudantes brasileiros saíram da universidade diplomados em engenharia. Na Coreia do Sul, exemplo de país que tem crescido em inovação tecnológica, 80 mil concluem os cursos de engenharia todo ano. A população local é de 49 milhões de habitantes, um quarto da brasileira. Na China, são 400 mil engenheiros formados por ano; na Índia, 250 mil. Mesmo assim, faltam profissionais no mundo todo.

Países	Nº de engenheiros/ 100 mil habitantes	Nº de engenheiros formados em 2006 (x1000)	Nº de engenheiros/ Nº de universitários formados em 2006
China	25	400	38%
Coreia	25	80	30%
Índia	22	300	21%
Brasil	6	30	10%

Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais do Ministério da Educação (INEP/ MEC), 286 mil estudam engenharia no País, Só cerca de 30 mil, no entanto, concluíram os estudos em 2006, último ano registrado pelo Censo da Educação Superior. Apesar do aumento de quase 40% se comparado a 2003, há consenso nas entidades de classe de que o Brasil precisaria formar hoje 50 mil engenheiros por ano.

Para o presidente da Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea), Marcos Túlio de Melo, o País não teve visão estratégica para preparar mão de obra para o desenvolvimento econômico. Existem 495.581 engenheiros registrados no Brasil hoje, mas nem todos trabalham na área. E já cresce o número de profissionais estrangeiros; são 6 mil atualmente. "Temos 6 engenheiros para cada mil pessoas economicamente ativas. Na Europa e Ásia, o número varia de 18 a 28."

O movimento Cresce Brasil, nascido de uma iniciativa da Federação Nacional dos Engenheiros, afirma ser preciso dobrar o número de engenheiros formados nos próximos dez anos, caso o Brasil queira manter a trajetória de crescimento nos patamares de 2007.

Segundo Luiz Scavarda, professor da PUC-Rio (Pontifícia Universidade Católica), o Brasil deve formar, em 2008, 32 mil engenheiros, mas esse número deveria ser superior a 60 mil.

Conforme assinalado no site www.andifes.org.br, de acordo com o Instituto de Estatísticas da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - Unesco (<http://www.uis.unesco.org>), no final de 2004, imediatamente antes do formidável processo de expansão das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), o Brasil tinha cerca de 18 milhões de jovens com idades entre 18 e 24 anos, faixa etária universalmente aceita como aquela em que se deveria estar

matriculado em um curso de nível superior. Todavia, apenas três milhões deles o faziam, ou seja, 16% do total.

À época, esse percentual era de cerca de 60% na Argentina e em Cuba, 50% no Chile e 25% no México e na Colômbia. Isso para manter a comparação entre países latino-americanos. Em outro patamar de referência situava-se, por exemplo, a Coréia do Sul, com mais de 90%.

Tal inquietação aumenta se o foco da análise for concentrado nas engenharias. Enquanto 18 milhões de brasileiros se transformavam em menos de 350 mil estudantes de engenharia, nove milhões de mexicanos da mesma faixa etária se transformavam em 450 mil e 3,5 milhões de coreanos, em um milhão. Ou seja, partíamos de um potencial populacional que era o dobro do México e mais de cinco vezes o da Coréia para atingir um número de estudantes de engenharia 30% inferior ao do México e 65% inferior ao da Coréia.

Conforme assinalado no site PROTEC (www.protec.org.br), segundo estimativa do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA), o Brasil tem hoje uma relação de seis engenheiros para cada mil profissionais economicamente ativos. Para se ter uma idéia do baixo número de engenheiros no País, a França tem 15 engenheiros para cada mil trabalhadores, e os Estados Unidos e o Japão têm 25 engenheiros para cada mil trabalhadores.

Só para citar os BRICs, em números redondos, a Rússia forma cerca de 100 mil engenheiros ao ano, a Índia 200 mil, a China 300 mil e o Brasil forma apenas 23 mil engenheiros. Portanto, análises confiáveis estimam que, com crise econômica ou sem ela, precisamos urgentemente formar pelo menos mais 40 mil novos engenheiros por ano.

Segundo a FAPESP (2008), já há gargalos notórios, sobretudo nas áreas de petroquímica e de mineração. O presidente da Vale; Roger Agnelli, recentemente se queixou da dificuldade de contratar engenheiros metalúrgicos e de barragens – além de profissionais especializados, como soldadores de dutos. Por outro lado, segundo a ABM, somente a indústria siderúrgica requer cerca de 500 engenheiros metalurgistas por ano, mas somente 160 saem das universidades.

A meta da Petrobras de contratar 60 mil pós-graduados em engenharia nos próximos 3 anos esbarra na falta de profissionais. Dos 10 mil doutores e 30 mil mestres formados todos os anos, pouco mais de 10% estão nas áreas de engenharia ou ciência da computação, segundo dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Em países como China e Coréia do Sul, esse índice chega a 70%.

Segundo o jornal Estado de São Paulo (27/07/08), em tempos de Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), já faltam engenheiros para as obras de infra-estrutura, mineração e na indústria do petróleo, sem contar o *boom* da construção civil residencial. Assinale-se que no PAC - investimentos em infra-estrutura de R\$ 504 bilhões até 2010, principalmente em áreas como energia, transportes, saneamento, habitação e recursos hídricos - "para cada US\$ 1 milhão que se investe, cria-se um posto de engenheiro", diz o vice-diretor da Poli-USP.

Tudo isso já é suficientemente grave à luz do diagnóstico comum de que o número de engenheiros formados no país constitui um de nossos mais sérios gargalos para o crescimento sustentável ao longo dos próximos anos. Há, todavia, outro aspecto do problema que aumenta a sua gravidade. Ele diz respeito ao tipo de engenheiro que estamos formando.

Inadequação Qualitativa:

Segundo a PROTEC (2009), não basta quantidade, porém; os engenheiros devem ser formados com alta qualidade, caracterizada por sólidos conhecimentos de física, matemática e química. Devem ainda ter capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares e, também, senso de responsabilidade ética e profissional. Os pessimistas poderão argumentar que a atual crise econômica mundial reduzirá a demanda futura por formação de engenheiros. No caso do Brasil, esse argumento é falso pelo reduzido número de

engenheiros formados nas últimas décadas.

Mas há outro obstáculo que a engenharia precisa superar para atender às demandas futuras. No Brasil, os cursos de graduação e pós-graduação em engenharia são direcionados para as modalidades tradicionais, tais como: civil, química, mecânica, elétrica e metalúrgica. Por mais paradoxal que possa parecer, a estrutura desses cursos, que adotam conceitos introduzidos nos séculos passados, é um fator inibidor para atender à necessária capacidade multidisciplinar dos egressos dos cursos de engenharia. Os temas de ensino e pesquisa das engenharias têm evoluído velozmente e não cabem numa estrutura engessada, que limita a criação de novos cursos.

Segundo o economista Cláudio de Moura Castro: "Nenhum país conseguiu formar engenheiros em bom número – e qualidade – sem um investimento maciço no ensino de ciências e matemática".

Segundo a ANDIFE, a observação da estrutura curricular e da grade disciplinar de nossas escolas de engenharia é suficiente para a constatação de que elas ousam pouco, mantendo-se fiéis a um estilo de formação ortodoxo que talvez tenha funcionado durante algum tempo, mas que não responde às demandas da sociedade do conhecimento ... que deverá ser a tônica do século XXI.

Segundo o diagnóstico do Cresce Brasil, as especialidades que mais merecem atenção são as engenharias de produção, mecânica e eletrônica, cujo desempenho, medido em artigos publicados em revistas especializadas, é inferior ao de outros países em desenvolvimento. Em outras áreas, como engenharia espacial e de petróleo, a performance do Brasil é bem mais destacada. Mas o movimento não faz distinções em relação à necessidade de ampliar as vagas: nenhuma especialidade deve ficar de fora.

Conforme assinalado no site www.demet.ufmg.br/grad/main3.html, a engenharia metalúrgica e de materiais é relativamente pequena em comparação com as outras, respondendo por 1 a 3% dos profissionais de engenharia do Brasil, como ocorre nos Estados Unidos. Assim, tanto o número de cursos como de profissionais formados anualmente são relativamente pequenos, embora a área de engenharia metalúrgica e de materiais seja, proporcionalmente, na pós-graduação, a mais ativa tanto no Brasil como nos Estados Unidos.

Inadequação Estrutural:

Em vários países, as escolas técnicas – sejam elas de ensino superior, sejam de ensino médio – tiveram papel fundamental no aumento da escolaridade da população. Nos Estados Unidos, a maioria dos alunos de ensino superior está matriculada numa escola técnica, e não em faculdades convencionais. É o caso de 60% dos jovens. Na Coreia do Sul, são 65% deles. No Brasil, apenas 9% dos jovens seguem tal caminho. Por duas razões. Primeiro, porque essa modalidade só foi reconhecida oficialmente pelo MEC em 1996 – com um século de atraso em relação a alguns países da Europa e aos Estados Unidos. Em segundo lugar, porque, ao contrário do que ocorre em outros países, as escolas técnicas são até hoje vistas no Brasil como inferiores às universidades.

Existem 1 200 escolas técnicas de nível superior no Brasil. Nessa lista, há de tudo: instituições públicas e particulares e, evidentemente, exemplos de bom e mau ensino. Segundo o economista Lauro Ramos, do IPEA, "as escolas técnicas estão conseguindo fornecer ao mercado gente mais sintonizada com as necessidades do mundo real – para todo tipo de cargo e remuneração".

Conforme assinalado no site do Sindicato dos Engenheiros do Estado de São Paulo (www.seesp.org.br), geralmente, as empresas que investem em pós-graduação criam universidades corporativas, a exemplo do que fez a EMBRAER com o ITA, no setor aeronáutico. Esses cursos são abertos apenas para os próprios funcionários da empresa. O mestrado da SAE é patrocinado por empresas e dele podem participar funcionários de firmas diversas. UNICAMP e ITA entram como parceiros acadêmicos do projeto.

9. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)

De acordo com o Termo de Referência a abordagem das demandas de **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)** deve compreender: “i) a análise crítica dos principais gargalos comuns que inibem o investimento em P,D&I por parte das empresas; ii) a análise da disponibilidade de infra-estrutura para P,D&I (pública e privada), e de recursos humanos qualificados para atuação em P,D&I visando o desenvolvimento mais independente da indústria mineral brasileira, discriminada para cada área”;

De acordo com o Termo de Referência, o presente item consolida e analisa os gargalos, principais impactos e desafios e principais demandas de soluções, que condicionam as atividades de **P&D&I** em unidades produtivas de transformação mineral, estando assim compreendido:

- Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração: 9 segmentos, também abordados no RT-78
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos: 10 cadeias produtivas
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos: 10 cadeias produtivas

9.1. Segmentos de Transformação Associados às Atividades de Mineração

O Quadro 9.1 caracteriza os principais gargalos que inibem investimentos em P&D&I, nos segmentos de transformação aqui analisados, assim como os correspondentes efeitos e soluções requeridas.

PRINCIPAIS GARGALOS, EFEITOS E SOLUÇÕES EM TERMOS DE P&D&I
EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE MINERAÇÃO (2010 - 2030)
QUADRO 9.1

Segmentos Produtivos	Gargalos / Tendências	Efeitos s/ a Competitividade e a Sustentabilidade	Linhas de Ação
- Argilas para Cerâm. Vermelha	Central de massas Agregação de resíduos à massa	Racionalização de energia Conservação do capital natural	Instalação de centrais coletivas Ensaio complementares
- Rochas Omam. e de Revestim.	Aproveitamento de rejeitos resíduos	Conservação do capital natural	Melhoria de métodos de lavra Substituição de equipamentos
- Gipsita	Controle ambiental	Prejuízo à saúde Melhoria de qualidade	Educação ambiental Equipamento de controle
- Crisotila - Fibrocimento	Conflitos institucionais Fibro-cimento: Baixo investimento	Percepção negativa Insegurança de mercado	Comunicação pública Investimento em P&D&I
- Titânio	Novos usos para o TiO ₂ Rota do anatásio	Ampliação de mercado Melhor uso do capital natural	Estímulo a investimentos Centro de P&D focado
- Quartzo	Baixo investimento Desarticulação institucional	Oportunidade não aproveitada Acesso a mercado	Rede e programa focados Estímulo a investimentos
- Gemas Coradas	Formação de lapidários; Padronização Separação: raio X; Irradiação: raios gama	Expansão de produção e de valor agregado com melhoria de renda	Formação de lapidários Centro de P&D focado
- Diamante: Gema e Industrial	Inovação em diamante industrial Novos produtos abrasivos	Notável oportunidade para o Brasil, seja em gemas ou industrial	Centro de P&D focado Rede e programa focados
- Água Mineral	Gestão de resíduos Energia renovável	Qualidade e imagem do produto Conservação de energia	Difusão de práticas Estímulo a investimentos

Nos aspectos relativos a P&D&I, destacam-se as seguintes observações com relação aos segmentos analisados:

- **Argila para Cerâmica Vermelha:** O RT-32 detectou que as Centrais de Massa constituem proposta essencial para impulsionar a produtividade, a competitividade e a sustentabilidade, com conservação do capital natural, expresso em racionalização de energia, redução das emissões de CO₂, redução do consumo de água e redução de perdas. Este segmento utiliza como combustível, principalmente, a lenha (reflorestamento e nativa) e resíduos de madeira (cavacos, serragem, etc.). A perspectiva de agregação de resíduos minerais e também orgânicos na composição da massa constitui um outro fator de aumento de eficiência privada e coletiva.

- **Rochas Ornamentais e de Revestimento:** O RT-33 assinala que os principais laboratórios de caracterização tecnológica estão localizados no IPT e na Escola SENAI Mário Amato. Destaca-se também as instalações do CETEM/ CACI (ensaios de caracterização e emissão de laudos sobre consumo de insumos). O segmento oferece possibilidades de aproveitamento de rejeitos/ resíduos como matéria-prima de uso industrial, caracterizando oportunidades de ampliação de vantagens competitivas e da sustentabilidade. O RT-33 destaca que, na China, o aproveitamento de rejeitos chega a 65% do total - a maior parte referente à produção de aglomerados, do tipo *marmoglass* e outros.
- **Gipsita:** O RT-34 assinala que o Centro Tecnológico do Gesso, em Araripina, atua na formação profissional, inovação tecnológica e no empreendedorismo. Assinala os ensaios que vêm sendo realizados pelo Instituto Tecnológico de Pernambuco, visando o aproveitamento do capeamento dos depósitos de gipsita. Outras questões ambientais relacionadas à produção do gesso, vêm exigindo esforços de educação ambiental mediante difusão do uso de equipamentos de controle na queima e moagem do gesso. A ampliação do mercado interno da gipsita vem ocorrendo com a introdução de processos tecnologicamente mais evoluídos na indústria do gesso, em busca de produtos de melhor qualidade. Em médio prazo, deverá ocorrer a exportação de chapas de gesso como reflexo da atuação das transnacionais no mercado brasileiro, e também da mobilização do Sindusgesso com apoio da APEX.
- **Crisotila – Fibrocimento:** O RT-35 observa que o Brasil investe pouco em novas tecnologias de fibrocimento contendo amianto. Concentra esforços na substituição do amianto e na fabricação de telhas onduladas. Verifica também que outras possibilidades de aplicação do crisotila em diferentes mercados, deveriam ser objeto de pesquisa. Chama a atenção o fato dos EUA continuarem a utilizar o crisotila em pequena escala. Apesar de se considerar que a tecnologia do fibrocimento já esgotou sua capacidade de desenvolvimento, existem melhorias que podem ser introduzidas nas empresas, principalmente em termos de automação. Ainda no segmento do crisotila, verifica-se que as sobras, quebras de telhas no processo e no armazenamento são recolhidas e reutilizadas no processo. Os feltros utilizados nas máquinas depois de gastos, são destinados a aterros especiais.
- **Titânio:** O RT-36 assinala que a atividade da Millenium no país é baseada nas melhores práticas, similares às de países líderes na produção de dióxido de titânio. Ressalta que a unidade de Arembepé – BA recebeu o prêmio Pólo de Segurança Ambiental (edições 2003 a 2007), conferido pelo Comitê de Fomento Industrial do Pólo de Camaçari. Acrescenta que a referida unidade promove o utilização do resíduo em sistema público de tratamento de água, evidenciando-se ainda que as emissões atmosféricas têm sido reduzidas por meio da substituição de óleo por gás natural, instalação de unidade de oxidação úmida e de um novo catalisador na planta de ácido sulfúrico.
- **Quartzo:** O RT-37 assinala que o principal uso da lasca de quartzo tem sido como nutriente para produção de quartzo cultivado. Como os equipamentos eletrônicos estão cada vez mais sendo miniaturizados, verifica-se uma redução da intensidade de consumo de lasca de quartzo, como nutriente. A produção do pó de quartzo de alta pureza, a partir de lascas, até o momento não foi viabilizada comercialmente no Brasil. Face às mudanças nos sistemas de telefonia, do padrão analógico para o digital, o mercado de fibra ótica encontra-se em plena expansão e, dessa forma, parece mais vantajoso viabilizar o uso das lascas de quartzo para este segmento, ao invés de utilizar apenas como nutriente para quartzo cultivado, cujo consumo vem caindo.
- **Gemas Coradas:** A capacitação do lapidário brasileiro seria ainda mais consagrada se existisse uma melhor formação profissional. A lapidação emprega desde equipamentos primitivos até o *laser*. Como tendências, assinalam-se o processo de separação por raios x e o melhoramento (*enhancement*), através de irradiação de raios gama. Na lapidação de gemas coradas, verifica-se a tendência de substituição de equipamentos pelas máquinas de catraca automatizadas, do tipo *Robot Gems*, fabricada pela Lapidart. O RT-56 destaca ainda que o setor de lapidação brasileiro precisa investir na padronização da produção através de pedras calibradas, pois esta adequação é essencial para o atendimento à demanda da indústria joalheira e tem forte impacto nas exportações.
- **Diamantes – Gemas e Industrial:** O RT-56A registra que o diamante sintético pode ser produzido por vários processos, destacando-se os sistemas BELT, BARS e CVD. Assinala também o surgimento de materiais de elevada dureza e resistência à abrasão, que passaram a ser usados depois do desenvolvimento dos superabrasivos. As superligas e revestimentos térmicos, hoje muito usados na indústria aeroespacial e automobilística, podem ser retificados e usinados com eficiência com os novos abrasivos. Novas aplicações estão em desenvolvimento na eletrônica para supercomputadores, na ótica quântica e nas coberturas resistentes a erosão para reatores de fusão nuclear. A UNiFlu já domina a tecnologia de produção do diamante sintético.

- **Água Mineral:** A seleção do equipamento, sua regulagem e manutenção bem como a capacidade de reaproveitamento da água são fatores essenciais para a eficiência do processo produtivo neste segmento, em que se verifica a geração de resíduos líquidos no processo de sanificação; resíduos sólidos (restos de embalagens plásticas ou de vidro, de papel de rótulos, de papelão de caixas, etc.) e resíduos gasosos, como o CO₂ gerado pela queima da lenha utilizada em caldeiras e/ou do óleo diesel utilizado em geradores. O RT-57 registra ainda que as unidades produtoras buscam usualmente implementar reflorestamento de mata nativa no seu entorno e na zona de recarga do aquífero.

9.2. Cadeias de Transformação Metálica

O Quadro 9.2 caracteriza os principais gargalos que inibem investimentos em P&D&I, nas cadeias de transformação mineral metálica, assim como os correspondentes efeitos e soluções requeridas.

PRINCIPAIS GARGALOS, EFEITOS E SOLUÇÕES EM TERMOS DE P&D&I
EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICA (2010 - 2030)
QUADRO 9.2

Cadeias Produtivas	Gargalos / Tendências	Efeitos s/a Competitividade e a Sustentabilidade	Linhas de Ação
Metais Ferrosos			
- Aço	Eficiência energética Inovação/ Novos usos	Melhoria de qualidade Melhoria de produtividade	Intensificar atividades de P&D Capacitação/ especialização de RHs
- Ferro-Gusa	Escassez de minérios granulados Nova tecnologia (Tecnored)	Compromete a eficiência Opera com finos de minério	Minério aglomerado Desenvolvimento de processo
- Ferroligas	Custo e suprimento de energia Intensificação de reflorestamento	Compromete a rentabilidade Aumento de eficiência	Racionalização de energia Política energética
- Fundição	ABIFA participa do P + L Utilização/ descarte de areias usadas	Elevado padrão tecnológico Redução da geração de resíduos	- Desenvolvimento de métodos
Metais Não Ferrosos			
- Alumínio	Eficiência energética e GEE Consumo e re-utilização de água	Conservação de energia Redução de GEE e consumo de água	Apoio às iniciativas das empresas Política energética
- Cobre	MC: processo SX/EW VALE: processo hidrometalúrgico	Amigável ambientalmente <i>breakthrough</i>	Apoio às iniciativas das empresas Política energética
- Níquel	Melhorias operacionais e de processos Processamento de lateritas	Melhorias de produtividade Mais intensivo em energia	Apoio às iniciativas das empresas Desenvolvimento e gestão de processos
- Zinco	Processo consagrado: RLE Intensivo em energia	Posição estratégica da empresa Dificulta a rentabilidade	Reserva de direitos tecnológicos Política energética
- Chumbo	Substituição e Estigma ambiental Perspectivas de novos usos	Queda de intensidade de consumo Recuperação de mercado	Fomentar projetos de P&D&I Rede e programa focados
- Estanho	Uso em soldas Contaminação radioativa	Preservação ambiental Boas práticas	Acompanhar pesquisas europeias Articulação de C.de P&D c/ produtores

Nos aspectos relativos a P&D&I, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias de transformação metálica:

- **Cadeia do Aço:** Segundo o RT-58, o padrão tecnológico do país acompanha as melhores práticas mundiais de produção do aço, cujas propriedades dependem, dentre outros parâmetros, do teor de carbono e de outros elementos de liga. Os investimentos em modernização tecnológica aumentaram a produtividade na siderurgia nacional, de 155 t/ homem/ ano (1990), para 438 t/ homem/ ano (2001). Estudos Prospectivos do Setor Siderúrgico buscam traçar estratégias para o desenvolvimento sustentável e competitivo, sendo ressaltados os seguintes focos: i) Inovação Tecnológica; ii) Eficiência Energética; iii) Informação, Conhecimento e Aprendizado (ICA); iv) Carvão de Biomassa; v) Aço no conceito MDL; vi) Aumento do consumo interno de aço.

- **Cadeia do Ferro-Gusa:** O RT-59 assinala recentes mudanças no mix das produtoras de minério de ferro, e a tendência crescente de produção de finos (para sinterização e pelletização). Alerta os guseiros independentes para a futura escassez do minério granulado. Os produtores de gusa de mercado devem considerar a possibilidade de substituir, em seus processos, o minério granulado pelo aglomerado. Dentre novas tecnologias com possibilidades de utilização de materiais alternativos, o processo Tecored já produz gusa a partir de finos de minério, sem o emprego de carvão vegetal ou do coque. Estudo CGEE / ABM considera que a utilização do carvão vegetal no alto-forno tem importantes vantagens perante o carvão mineral. O Brasil possui a maior área de florestas artificiais de eucaliptos, com cerca de 5 milhões ha plantados. Considerando-se a tecnologia genética existente, é possível ampliar as áreas de floresta plantada sem competir com a produção de alimentos. Os empreendimentos florestais inserem-se no MDL do Protocolo de Kyoto. Segundo a ASICA, cada tonelada de ferro-gusa a carvão vegetal captura 890 kg de CO₂ e deixa na atmosfera um saldo de 203 kg de oxigênio.
- **Cadeia dos Ferroligas:** O RT-60 assinala que a produção de ferroligas é realizada em fornos elétricos a arco submerso, com exceção para certas ligas especiais (Fé-Ti, Fé-Mo, Fé-W e Fé-V e, em alguns casos FE-Nb), cuja produção se dá pelo processo de aluminotermia. No forno elétrico a arco submerso são carregados os minérios, redutores – carvão vegetal e/ou coque e carvão mineral – e com a passagem da corrente elétrica obtém-se ferroliga e escória. A vasta área de reflorestamento vinculada ao setor de ferroligas, aliada às melhorias na capacidade de plantio e aumento da produtividade do solo proporcionam um benefício de redução de CO₂ para a atmosfera que pode chegar até 52 milhões t de CO₂, em 20 anos. Sem a garantia de uma política consistente de abastecimento de energia a preços competitivos a sustentação e expansão do setor serão comprometidas.
- **Cadeia da Fundição:** Segundo o RT-61, o padrão tecnológico da fundição brasileira é avançado e, no horizonte 2010/30, não se prevê radical evolução da tecnologia de produção de peças fundidas. A indústria brasileira de fundição vem evoluindo do suprimento de peças brutas (só rebarbadas), para as peças acabadas (usinadas) e mais recentemente para a produção de subconjuntos, acompanhando a desverticalização em curso nos setores de bens finais, como o automobilístico. A ABIFA participa do Programa P+L (Produção mais Limpa) e prioriza o desenvolvimento de **formas adequadas de utilização e/ ou descarte das areias usadas.
- **Cadeia do Alumínio:** No Brasil, as empresas produtoras de alumínio primário têm melhorado a eficiência energética de seus processos, principalmente, na etapa de redução, conforme assinala o RT-62. Segundo a ABAL, nos últimos 10 anos, a média brasileira foi de 15 MWh / t de alumínio enquanto a média mundial foi de 15,2 MWh / t. Melhorias de eficiência vêm sendo verificadas também no consumo e reutilização de água. A emissão de GEE na indústria do alumínio representa 1% do total mundial das emissões de todas as atividades econômicas.
- **Cadeia do Cobre:** A Caraíba Metais é uma das metalurgias de cobre mais competitivas do mundo. A geração unitária de efluentes e de resíduos na sua planta metalúrgica evidencia sensíveis reduções entre 2003 e 2008, conforme ressalta o RT-63. A planta da Mineração Caraíba incorpora uma nova tecnologia de produção, mais amigável ambientalmente e de baixo CAPEX e OPEX, além de permitir escalas menores e flexibilidade operacional. A tecnologia SX/EW, responsável por 25% da produção de cobre no mundo, tem como desvantagem o não aproveitamento dos subprodutos como ouro e prata. O processo hidrometalúrgico que vem sendo desenvolvido na UHC da VALE pode ser um novo *breakthrough* tecnológico, na medida em que criará uma alternativa à pirometalurgia no tratamento de concentrados sulfetados. A área de P&D da indústria do cobre conta com centros de pesquisa de excelência no país, podendo ainda buscar alternativas no exterior.
- **Cadeia do Níquel:** As empresas produtoras de níquel vêm promovendo continuadas melhorias operacionais e modernização de processos e equipamentos, com aumento dos índices de produtividade. O RT-64 também assinala que na transformação mineral se concentram os aspectos mais críticos e para o sucesso na indústria do níquel, notadamente na extração do metal de minérios lateríticos, nos quais a escolha do processo depende do minério a ser tratado, e da disponibilidade e custo de energia, pois o processamento de lateritas é intensivo em energia, além de provocar forte impacto ambiental, dependendo do processo. A indústria brasileira de níquel conta com elevados padrões de gestão ambiental e de relacionamento e integração com as comunidades circunvizinhas aos seus empreendimentos.
- **Cadeia do Zinco:** As duas unidades metalúrgicas pertencentes à VMZ empregam o método eletrolítico RLE, para a produção do metal, conforme assinala o RT-65. A unidade de Juiz de Fora emprega o processo RLE convencional para o tratamento do concentrado de minério sulfetado importado, enquanto a usina de Três Marias emprega o processo “integrado silicato-sulfeto” que vem a ser uma modificação do RLE, desenvolvido e utilizado nesta unidade metalúrgica. O processo RLE requer energia elétrica abundante e a preço relativamente baixo, uma vez que a produção de uma tonelada de zinco na eletrólise requer cerca de 3.500 kWh, representando 90% da energia total da indústria.

- **Cadeia do Chumbo:** O RT-66 ressalta que o chumbo vem sendo substituído ou proibido em várias de suas aplicações, além de ameaçado, pelo carro elétrico, no segmento de baterias, que lhe é essencial, pelas novas tecnologias automotivas, híbridas e elétricas, que se direcionam mais fortemente à plataforma de íon-lítio. Entretanto, o chumbo possui características e propriedades notáveis que podem lhe abrir novos usos, desde que os esforços de P&D equacionem os correspondentes riscos ambientais.
- **Cadeia do Estanho:** Na Europa, o incremento do uso do estanho em soldas é objeto de pesquisas, visando a preservação ambiental. Apesar do alerta de contaminação radioativa, em escórias de estanho na mina do Pitinga, a questão da radioatividade da escória da liga Fe-Nb, decorrente da presença de urânio e tório na rocha matriz, já era conhecida e os procedimentos de salvaguarda há muito adotados, com total preservação do meio ambiente. O RT-67 assinala que, ocorrendo necessidades de expansão na capacidade metalúrgica, isso se fará sem maiores dificuldades, diante ao domínio da engenharia de montagem de usinas fundidoras e devido ao fato de que a indústria brasileira do estanho está estruturada e em sintonia com o melhor nível de competitividade internacional.

9.3. Cadeias de Transformação Não Metálica

O Quadro 9.3 caracteriza os principais gargalos que inibem investimentos em P&D&I, nas cadeias de transformação de não-metálicos, assim como os correspondentes efeitos e soluções requeridas.

PRINCIPAIS GARGALOS, EFEITOS E SOLUÇÕES EM TERMOS DE P&D&I
EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO-METÁLICA (2010 - 2030)
QUADRO 9.3

Cadeias Produtivas	Gargalos / Tendências	Efeitos s/ a Competitividade e a Sustentabilidade	Linhas de Ação
- Cimento	Automação industrial Controle de processo	Redução do consumo de energia Melhorias ambientais	Apoio às iniciativas das empresas Rede e programa focados
- Cerâmica de Revestim.	Via seca: <i>brakethrough</i> Formação e correção de massa	Padrão tecnológico de referência Qualidade e produtividade	Consolidação de APLs Articulação de C.P&D c/ produtores
- Calorifícios	Qualificação de RH e de gestão Empresas no estado da arte	Produtividade/avanços na esmaltação Conquista de novos mercados	Estreitar relação produtor-fornecedor Articulação de C.de P&D c/ produtores
- Refratários	Ampliação de reciclagem Queda de consumo específico	Conservação do capital natural Retração de mercados	Articulação produtor-fornecedor Novas formas de atendimento à demanda
- Cal	Utilização de fornos verticais Produção rudimentar em MPES	Redução no consumo de combustível Impacto ambiental/dissipação de energia	Estímulo à melhoria de processo Educação ambiental
- Abrasivos	Aumento de fornos/ Instal. de filtros Produção de diamante sintético	Melhoria de produtividade Notável vantagem comparativa	Criar centros de P&D/ Capacitação Criar pólos de pesquisa / produção
- Louças Sanitárias	Moldagem tradicional em gesso Vaso sanitário silencioso Forte competição no mercado interno	Baixa produtividade Alta silêncio e economia de água Ampliar participação no merc. mundial	Fundição em moldes de resina plástica Comercialização pioneira Modernização c/ certificação
- Louças de Mesa	Poeira na fase de acabamento das peças Ampla variedade de produtos	Silicose Índice de perda superior a 20% Consumo intensivo de água	Espongeamento via úmida Gestão ambiental focado Reutilização e redução de efluentes
- Fertilizantes	Manutenção de estoques de fosfogesso	Amplia custos e impactos ambientais	Desenvolvimento de aplicação
- CMQs	Inexistência de abordagem sistêmica Inexistência de estrutura operacional	Falta planejamento e gestão setorial Falta de monitoramento entre os elos	Desenvolver modelo de governança Plano Estratégico para as CMQs

Nos aspectos relativos a P&D&I, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias transformação de não metálicos:

- **Cadeia do Cimento:** A escala na indústria do cimento, é fator condicionador da produtividade. Dado ao custo relativamente baixo da matéria-prima, é relevante a participação dos custos fixos no custo de produção, tornando onerosa a capacidade ociosa. Os principais avanços tecnológicos se concentram na automação industrial e controle de processo, visando a redução do consumo de energia, além de melhorias ambientais. A indústria de cimento processa cerca de 1 milhão t/ ano de resíduos, embora possua capacidade para queima de 2,5 milhões t/ ano, atualmente. No Brasil, a geração de resíduos passíveis de co-processamento é da ordem de 2,7 milhões t/ ano. O RT-68 assinala ainda que os produtores têm evidenciado sensibilidade com as questões relacionadas à melhoria de competitividade e sustentabilidade, inclusive no que se refere a ajustes de processos, visando reduções de consumo de água e de energia.
- **Cadeia da Cerâmica de Revestimento:** O RT-69 assinala que o país conta com plantas modernas e produtivas, especialmente no APL de Santa Gertrudes. O processo Via Seca permitiu a fabricação de revestimentos que atendem as normas internacionais e que, dificilmente, podem ser distinguidos dos produzidos Via Úmida. Os baixos custos de produção permitiram que o segmento Via Seca adotasse uma estratégia competitiva por preços e, favorecido pela expansão do mercado brasileiro, a partir de meados da década de 1990, obtivesse um crescimento vertiginoso com a venda de produtos populares. Os investimentos de caráter inovativo concentram-se em melhorias pontuais – ex: formulação e correção de massas e testes de novos esmaltes. Nas inovações de produto, tem havido uma expansão significativa de revestimentos porcelanizados, com a entrada de novas unidades industriais em diversos estados. Na indústria de revestimentos cerâmicos, a geração de resíduos é pequena, com a perda após queima inferior a 1%.
- **Cadeia dos Colorifícios:** O RT-70 ressalta que, dentre as cadeias do setor cerâmico, o colorifício é um dos elos mais intensivos em tecnologia e que produz insumos de alto valor agregado, destacando-se as fritas. O dimensionamento das plantas, a qualificação do corpo técnico e o padrão de gestão colocam a produtividade das fábricas brasileiras em nível igual ou superior às similares européias. Os avanços tecnológicos na esmaltação são constantes e velozes, e as empresas se mantêm atualizadas em relação ao estado da arte da tecnologia mundial. Além de *designers*, as empresas contam com engenheiros e técnicos de nível médio que prestam serviços de assistência técnica e dão assessoria de processo às empresas cerâmicas. O estreito contato dos colorifícios com a indústria de revestimentos cerâmicos tem propiciado melhoramentos incrementais em produtos e processos, tais como o corante micronizado de alta dispersão ou a serigrafia por jato de tinta. Os colorifícios também se distinguem pela maior interação com a infraestrutura de P&D&I no país.
- **Cadeia dos Refratários:** O RT-71 assinala que as tecnologias utilizadas na produção de refratários são de domínio público, sendo poucos os casos de tecnologias com acesso restrito. Na indústria de refratários, as emissões gasosas dependem da matriz energética utilizada. Na queima de gás natural, o nível de emissões é considerado baixo. A indústria de refratários praticamente não gera rejeitos, pois eventuais quebras e descartes são reutilizados no processo. Existe uma tendência de ampliar a reciclagem, com a reutilização do produto refratário. Contudo, o volume reciclado ainda é incipiente. Embora apresente um futuro promissor no país, a indústria de refratários é ameaçada pela queda de consumo específico, o que tem levado muitos produtores mundiais a mudar o modelo de negócios, buscando integrar suas cadeias produtivas à de seus principais clientes, incluindo serviços e adequando a oferta de produtos.
- **Cadeia da Cal:** O RT-72 assinala que a cal virgem resulta da calcinação de rochas calcárias quando aquecidas em fornos a temperaturas superiores a 725° C. A qualidade comercial da cal depende das propriedades químicas do calcário e da qualidade da queima. A indústria da cal está entre as mais poluidoras do meio ambiente. A emissão de CO₂ é compreendida pela decomposição do calcário (cerca de 770 kg CO₂/ t de cal) e pela queima do combustível (cerca 241 kg CO₂/ t de cal). O pó formado na produção e manuseio causa poluição atmosférica com conseqüentes problemas respiratórios. A produção de cal por MPEs é, via de regra, realizada de maneira rudimentar, sem preocupação com o meio ambiente e, muitas vezes, utilizando mão-de-obra irregular. Dentre outras ações empreendidas visando a redução e o controle de impactos ambientais, destaca-se a utilização de modernos fornos verticais que contribuem para a redução de 30% no consumo de combustível, com correspondente redução de CO₂.
- **Cadeia dos Abrasivos:** Conforme assinala o RT-73, a tecnologia empregada na produção é convencional, utilizando fornos de Acheson para produção do carbetto de silício e fornos de Higgins, para alumina eletrofundida. A modernização vem se dando principalmente no aumento do tamanho dos fornos e instalação de filtros. Seja na produção da alumina eletrofundida ou do carbetto de silício, não há tratamento das emissões gasosas. A reciclagem ocorre reaproveitando produtos acabados, extraindo os grãos do substrato revestido ou ligado. O Brasil conta com ampla oferta de insumos para fabricação dos abrasivos convencionais eletrofundidos. Há que se solucionar o problema do suprimento de energia elétrica a custo adequado. O RT-73 recomenda a

criação de centros de formação e capacitação em tecnologia que supram a demanda da indústria e gerem pólos desenvolvedores de avanços tecnológicos. Recomenda também a capacitação da indústria para a produção de diamante sintético, para o qual já possuímos tecnologia de fabricação.

- **Cadeia das Louças Sanitárias:** Conforme assinala o RT-74, devido à competição no mercado doméstico e visando ampliar a participação no mercado mundial, os empresários têm investido em modernização, com certificação de produtos e atendimento às normas ISO. Por se tratar de processo dominado por tecnologias maduras, as maiores empresas brasileiras rivalizam-se com as grandes empresas estrangeiras. Uma inovação que vem sendo incorporada no país refere-se à fundição de alta pressão em moldes de resina plástica, em substituição à moldagem tradicional em gesso, elevando a produtividade. Em termos de produto, destaca-se uma empresa brasileira que lançou, em 2006, um vaso sanitário silencioso - inovação que alia o silêncio à economia da descarga. Os investimentos em P&D&I realizados pelas empresas são limitados. Os investimentos inovativos concentram-se no desenvolvimento de produtos, realizados, geralmente, por equipe própria. Outras atividades de caráter inovativo correspondem à formulação e correção de massas e testes de novos esmaltes, realizados por profissionais que desempenham também outras atividades na linha de produção,.
- **Cadeia das Louças de Mesa:** Segundo o RT-74A, o segmento de louça de mesa inclui produtos porcelanizados, utilizados em residências e ambientes comerciais, os quais, quanto à natureza do corpo cerâmico, podem ser definidos como porcelana, grês e faiança. A silicose, principal problema ambiental, vem sendo superado com a redução da poeira na fase de acabamento, com o esponejamento via úmida. As empresas operavam com índices de perdas de matérias-primas e produtos semi-elaborados superiores a 20%, devido à ampla variedade de itens, exigindo intenso manuseio de insumos e produtos. Tal situação vem mudando, com a implantação de sistema de gestão ambiental focado em redução de efluentes e desperdícios a patamares mínimos, assegurando a reutilização da água e resíduos. As indústrias deste setor são intensivas no consumo de água, pois este insumo entra no preparo da barbotina que, após colagem, é retida nas formas de gesso e, em seguida, após secagem, é evaporada.
- **Cadeia dos Fertilizantes:** O RT-75 registra que a cadeia de NPK é responsável por 1,2% do consumo de energia, e de equivalente emissão antrópica global de GEE, distribuindo-se em 92,5% para N, 3% para P_2O_5 e 4,5% para K_2O . Assinala também que, entre os resíduos sólidos gerados na produção de fertilizantes, o que mais preocupa é o fosfogesso, que resulta da acidulação do concentrado fosfático por ácido sulfúrico: geração de 4 a 5 toneladas de fosfogesso/ t P_2O_5 . O beneficiamento de rocha fosfática é realizada a úmido exigindo grande quantidade de água, em boa parte re-utilizada.
- **Cadeia da Indústria Química:** As CMQs estão vinculadas aos produtos químicos inorgânicos, ou seja, à indústria química inorgânica. A grande maioria das CMQs por não terem uma estrutura operacional mínima, consciente e ativa no sentido de monitoramento dos seus elos, resultam não competitivas frente ao mercado global. Por outro lado, o conceito CMQ constitui a alternativa de alinhamento dos meios de produção dos minerais industriais para desenvolvimento e atendimento das necessidades do consumidor / mercados final sob forma de produtos químicos. O seu atrativo reside na potencialidade latente de moldar produtos diferenciados pela sua funcionalidade final e pela agregação de valores diferenciados ao produto, cabendo ressaltar que o desafio de alinhar os componentes de uma CMQ exige um avanço qualitativo dos empresários e demais componentes da cadeia nos elos de logística, distribuição e transformação, sintonizados com as peculiaridades de demanda do consumidor final.

9.4. Consolidação

A partir da análise dos gargalos de caráter específico aos três segmentos retro-analisados, encontram-se destacados, no presente item, as linhas de ação de P&D&I, assim como os processos e fenômenos comuns a diferentes cadeias de transformação mineral.

O Quadro 9.4 relaciona as linhas de ação que resultaram como proposições da análise de gargalos e tendências, apresentadas nos três itens precedentes, caracterizando os segmentos/ cadeias produtivas a elas relacionados.

LINHAS DE AÇÃO EM TERMOS DE P&D&I (2010 - 2030)
QUADRO 9.4

Linhas de Ação	Segmentos e Cadeias de Transformação Mineral		
	Segmentos As. à Mineração	Cadeias Metálicas	Cadeias Não-Metálicas
Acompanhar pesquisas européias		Estanho	
Apoio às iniciativas das empresas		Alumínio, Cobre, Níquel	Cimento
Articulação de Centros de P&D c/ produtores		Estanho	Cerâm Revest., Coloríficos
Articulação produtor-fornecedor			Coloríficos, Refratários
Capacitação/ especialização de RHs	Gemas	Aço	
Centro de P&D focado	Titânio, Gemas e Diamantes		
Comercialização pioneira			Louça Sanitária
Consolidação de APLs			Cerâm. Revestim.
Criar centros de P&D / Capacitação			Abrasivos
Criar pólos de pesquisa / produção			Abrasivos
Desenvolver modelo de governança			CMQ
Desenvolvimento de aplicação			Fertilizantes
Desenvolvimento de métodos e processos		Ferrogusa, Fundição e Níquel	
Educação ambiental/ Difusão de práticas	Gipsita, Crisotila, Água Mineral		Cal
Ensaio complementares	Argila p ^a Cerâm. Vermelha		
Equipamento de controle	Gipsita		
Esponeamento via úmida			Louça de mesa
Estímulo a investimentos	Titânio, Quartzo, Água Mineral		
Estímulo à melhoria de processo			Cal
Fundição em moldes de resina plástica			Louça Sanitária
Gestão ambiental focada			Louça de Mesa
Instalação de centrais coletivas	Argila p ^a Cerâm. Vermelha		
Intensificar atividades de P&D/Fomentar projetos		Aço, Chumbo	
Investimento em P&D&I	Crisotila		
Melhoria de métodos de lavra	Rochas Ornamentais		
Modernização c/ certificação			Louça sanitária
Novas formas de atendimento à demanda			Refratários
Plano Estratégico			CMQs
Política energética		Ferroligas, Alumínio, Cobre, Zinco	
Racionalização de energia		Ferroligas	
Rede e programa focados	Quartzo e Diamantes	Chumbo	Cimento
Reserva de direitos tecnológicos		Zinco	
Reutilização e redução de efluentes			Louça de Mesa
Substituição de equipamentos	Rochas Ornamentais		
Substituição de mat.- prima (minério aglomerado)		Ferro-gusa	

9.4.1. Processos e Fenômenos associados a P&D&I

Da análise consolidada dos aspectos relacionados a P&D&I nos 29 segmentos analisados, sobressaem considerações comuns a determinadas cadeias produtivas. Verifica-se que inúmeros processos e fenômenos, relativos à geração e difusão de conhecimento de mercado e de tecnologia, condicionam os indicadores de competitividade e de sustentabilidade das cadeias de transformação mineral.

- **Dualidade Tecnológica:** Dentre os segmentos analisados, verificam-se diferentes exemplos de dualidade tecnológica, em que se evidenciam acentuados gaps entre as MPEs e as empresas de porte médio e avançado, notadamente no que se refere a capacitações e instrumentações tecnológicas e gerenciais e, conseqüentemente,

nas correspondentes condições de competitividade e sustentabilidade. Os seguintes casos cabem ser assinalados a título de exemplo:

- Gipsita: as pequenas empresas utilizam fornos sem nenhum controle instrumental do processo, enquanto as grandes empresas operam com tecnologias de calcinação comparáveis às melhores do mundo.
- Gemas Coradas: Na lapidação são empregados desde equipamentos primitivos até equipamentos de última geração, como o *laser*.
- **Os Desafios de Sobre-Ofertas:** A descoberta de novos depósitos de características preferenciais e/ou de novos processos que substituam ou alterem as condições de competitividade de determinados produtos e respectivas cadeias de suprimento, assim como instabilidades conjunturais e/ou geopolíticas que ocasionem reversões nas condições de competitividade entre determinadas regiões - constituem desafios típicos com que se defrontam as empresas da indústria mineral. Neste contexto, o Brasil que se afirma cada vez mais como país de destaque na indústria mineral mundial, deve se preparar para enfrentar situações de sobre-oferta, diante às quais disponibilidades excedentes de recursos e reservas não se constituem, isoladamente, fator suficiente para viabilizar a penetração ou a expansão de fluxos comerciais no mercado global. Os casos seguintes exemplificam o contexto:
 - **Titânio:** com relação às perspectivas de expansão da produção brasileira de dióxido de titânio, verifica-se que “o mercado mundial é ofertante” e que “as novas fábricas tendem a adotar a rota cloreto, para o qual a ilmenita não constitui a matéria prima desejável. Há ainda que se considerar que existem importantes reservas de rutilo, particularmente na África, além de abundante escória de rutilo sintético no mercado, favorecendo a implantação de fábricas da rota cloreto. Neste contexto de cenário internacional, dificilmente uma nova planta produtora de dióxido de titânio será implantada no país, a curto ou médio prazo.
 - **Quartzo:** “a partir do final da década de 70, a “tecnologia de produção do cristal cultivado em autoclave, a partir de lascas de quartzo usadas como nutriente, permitiu a obtenção de um quartzo piezoeletrico com as mesmas propriedades do quartzo natural, o que afetou a demanda por quartzo natural no mercado internacional e, conseqüentemente, seu consumo e produção”. Conforme assinalado pelo RT-37, no final da década de 80, com o advento dos semicondutores e à medida que estes se tornavam mais baratos, as técnicas de processamento de dados se disseminaram e com isto a comunicação digital passou a ser utilizada. Dessa forma, os circuitos analógicos passaram a ser substituídos pelos circuitos digitais, afetando a indústria do quartzo piezoeletrico.
- **O Surgimento de Novas Oportunidades:** Num mundo em que os ciclos de geração e difusão de conhecimento e inovação assumem amplitude cada vez menor, e em que as interações entre os geradores e difusores de conhecimento vêm se acelerando em escala exponencial, com suporte em novas tecnologias de informação e de comunicação - a obsolescência e o fencimento, assim como o nascimento e a consolidação de produtos e processos se tornam cada vez mais freqüentes. Diante a tal contexto, os competidores sofrem pressões cada vez mais acentuadas, não apenas no que se refere à intensificação de **investimentos** e sobretudo de **eficiência** no planejamento e gestão de P&D&I, como também na efetiva captura das conseqüentes oportunidades, para o que se faz necessária a adoção de competentes sistemas e processos de planejamento estratégico. Dentre os segmentos de transformação mineral analisados, detectou-se algumas situações que bem refletem o contexto aqui assinalado:
 - Titânio: constatou-se que, no futuro, o TiO_2 terá novas aplicações, algumas delas revolucionárias, a exemplo do dióxido de titânio ultrafino, na escala nanométrica, que opera como catalisador da quebra de compostos de NO_x . “A idéia é utilizar tais pigmentos em revestimentos de obras civis e fachadas de prédios, transformando-os em grandes catalisadores ambientalmente corretos”.
 - Quartzo: Em meados da década de 70, a expansão da microeletrônica intensificou a utilização de componentes tais como filtros de frequência, osciladores, etc.. Mais recentemente, a miniaturização dos circuitos eletrônicos, reduziu a intensidade de consumo do quartzo piezoeletrico, enquanto, por outro lado, o surgimento da tecnologia digital intensifica o consumo de fibra ótica, que também utiliza o quartzo.
 - Diamantes: A evolução dos produtos superabrasivos tem revolucionado a indústria, criando possibilidades para tendências tecnológicas nunca antes conhecidas.
 - O desenvolvimento tecnológico ora em curso na VALE, através da Usina Hidrometalúrgica de Carajás (UHC) poderá mudar e redirecionar a indústria do cobre no Brasil, além de impactar a mundial.

- **Consolidação de Posição Competitiva:** Algumas das cadeias de transformação analisadas apresentam posição competitiva já consolidada, atendendo a exigentes consumidores no mercado doméstico e de exportação, além de evidenciarem oportunidades para fortalecimentos e consolidações adicionais. Tal é o caso das cadeias de *Rochas Ornamentais, Gemas Coradas, Aço, Gusa, Ferroligas, Fundição, Alumínio, Cobre, Níquel, Zinco, Estanho, Cimento, Cerâmica e Refratários*.
- **Substituição:** A ocorrência ou perspectiva de substituição por bens substitutivos ou concorrentes é uma das mais sérias ameaças com que se defronta o produtor de bens e serviços, sendo elencada no consagrado modelo das *Cinco Forças Competitivas*, de Michael Porter. No caso da empresa de mineração, tal ameaça se impõe com relativa frequência, como resultado não apenas de atividades de P&D&I, como também da descoberta e viabilização de novos depósitos minerais de substâncias com características técnico-econômicas mais atraentes. Dentre os 29 segmentos/ cadeias abordadas no presente estudo, cabe assinalar alguns exemplos de movimentos de substituição que ocasionaram retração de mercado de produtores brasileiros:
 - Quartzo: Em meados dos anos 70, a pressão exercida pelo Brasil com a sobretaxa de US\$ 5/ kg de lasca exportada resultou na viabilização de uma importante fonte de produto substitutivo, qual seja as areias quartzosas com elevada pureza – a *Iota Quartz*, dos EUA.
 - Diamante: A diversidade dos usos industriais, historicamente apontados para o Diamante Natural, têm se reduzido drasticamente, a favor da expansão dos usos do diamante sintético.
 - Zinco: Chapas galvanizadas podem ser substituídas por materiais como alumínio, magnésio, plástico e até mesmo aço especial. O metal de maior potencial de substituição do zinco é o alumínio e seu potencial de substituição está diretamente relacionado ao custo relativo dos metais.
 - Estanho: O estanho tem apresentado uma dinâmica de mercado bem inferior à de outros metais não ferrosos, refletindo a “substituição relevante da folha de flandres pelo alumínio na fabricação de embalagens metálica, assim como os aperfeiçoamentos do processo de produção de folha de flandres, com redução do consumo específico de estanho.
- **Tecnologias Condicionadas:** Cabe também assinalar a existência de movimentos de inovação condicionados, em que uma determinada tecnologia só se incorpora efetivamente ao mercado (inovação), uma vez viabilizada uma outra tecnologia de produto ou processo. Como exemplo, assinala-se o caso do diamante sintético, material de notável dureza e resistência à abrasão, que só passou a ser usado depois do desenvolvimento dos superabrasivos. As superligas e revestimentos térmicos, agora amplamente usados na indústria aeroespacial e automobilística, podem ser retificados e usinados com eficiência com os novos abrasivos.
- **Coletivização:** Em todos os pólos de produção mineral, mas principalmente naqueles já reconhecidos como típicos APLs, processos tais como suprimentos, alocação de equipamentos, desenvolvimento de recursos humanos, e acima de tudo, P&D&I podem e devem ser coletivizados, mediante estratégias associativas que enfatizem a importância da cooperação e da interação dos empreendedores em busca de soluções comuns para resolução de entraves de caráter técnico, gerencial e financeiro, que recaem, sobretudo, sobre as MPEs de mineração. Dentre os 29 segmentos/ cadeias produtivas abordadas neste relatório, a estratégia de coletivização parece se ajustar principalmente aos do *Argilas para Cerâmica Vermelha, Rochas Ornamentais, Gipsita, Gemas Coradas, Ferro-Gusa, Fundição, Cerâmico de Revestimento e Cal*.
- **Centrais de Massa:** Nos segmentos/ cadeias produtivas associados ao Setor Cerâmico - *Argila para Cerâmica Vermelha (RT-32) e Cerâmica de Revestimento (RT-69)* - as “Centrais de Massa” constituem pré-requisito essencial para a competitividade e sustentabilidade sistêmica, uma vez que asseguram benefícios tais como de preparação de misturas balanceadas para os diferentes processos e produtos cerâmicos, com melhoria e maior controle da qualidade das matérias-primas, além de simplificação e especialização das plantas industriais das cerâmicas. A implantação de Centrais de Massa deve ser acompanhada de laboratórios de caracterização tecnológica visando assegurar a obtenção de materiais mais qualificados. Ainda no Setor Cerâmico, no que se refere à Gestão de Resíduos - evidencia-se a perspectiva de se agregar, às massas cerâmicas, diferentes resíduos minerais, como por exemplo rejeitos de serragem de rochas para revestimento e os da produção de agregados (brita e areia). Tal perspectiva se estende também aos resíduos de natureza orgânica, tais como os sólidos finos derivados de biomassa (ex: palha de arroz, casca e caroço de oleaginosas), borras de óleo mineral e finos de carvão vegetal e mineral, o que deve ser elencado na agenda de prioridades de P&D&I da transformação mineral.

- **Certificações:** A difusão dos processos de auditoria de qualidade e normalidade ambiental é fator cada vez mais decisivo para a manutenção e fortalecimento da posição competitiva das empresas, assim como para a sua imagem de responsabilidade social perante os diferentes *stakeholders*. Na indústria mineral brasileira, notadamente nos seus segmentos de transformação mineral, observa-se uma crescente conscientização quanto à importância de tais processos. Dentre os 29 segmentos/ cadeias analisados, assinalam-se os seguintes exemplos:
 - Crisotila - Fibro-cimento: as empresas certificadas no PSQ-crisotila são fiscalizadas por trabalhadores, pelo instituto e por auditores independentes, com o mesmo rigor que uma fiscalização para a ISO 9000 e ISO 14000.
 - Água Mineral: segundo o INMETRO, nenhuma empresa de envase possui a Certificação ISO 14.001 e apenas quatro empresas possuem a ISO 9.001: Indaiá, Minalba, Mineração Cunha Comércio Ltda., J. Cruz Indústria e Comércio Ltda. e SPAL Indústrias Brasileiras de Bebidas S.A”.

9.4.2. Investimentos e Atividades de P&D&I

Finalizando, cabe registrar uma questão estratégica que condiciona o desenvolvimento brasileiro, as atividades industriais em particular e os segmentos de transformação mineral em especial: - a baixa intensidade de investimentos e de atividades de P&D&I, do que resulta uma baixa incorporação de inovação à produção de bens e serviços, com decorrentes efeitos perversos em termos de competitividade e sustentabilidade..

Pesquisa e Desenvolvimento:

No Brasil, dos cerca de 90 mil cientistas e engenheiros ativos em pesquisa e desenvolvimento, apenas 9 mil trabalham diretamente em empresas, no desenvolvimento de produtos ou serviços. Na Coreia do Sul – exemplo de país de industrialização recente - essa participação chega a 75 mil.

Como consequência, a Coreia registra 1.500 patentes por ano, enquanto o Brasil se resume a 56. Nos Estados Unidos, dos 960 mil cientistas e engenheiros que trabalham em pesquisa e desenvolvimento, 760 mil estão nas empresas, o que equivale a 80% do total. Já nos países que participam da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), o dispêndio empresarial em P&D&I atinge 2/3 do investimento nacional e vem crescendo significativamente, chegando a 11% ao ano na Finlândia, que ocupa o primeiro lugar no Índice de Avanço Tecnológico da ONU.

Muitas empresas - privadas, públicas ou mistas - investiram na formação de cientistas e geraram tecnologia própria. Cite-se o caso da Embraer, exemplo típico de boa parceria entre universidade e indústria, com resultados excepcionais. Outro exemplo importante é a Petrobrás, que desenvolveu uma avançada tecnologia de exploração e produção de petróleo em plataformas submarinas, e a Embrapa, que, com seus 2 mil cientistas, tornou a agricultura nacional um empreendimento produtivo, com pesquisas na área de biotecnologia, técnicas de melhoramento genético e no cultivo de soja..

O economista André Amaral de Araújo, do Ministério da Ciência e Tecnologia, assinala que o Brasil investe cerca de 1% do PIB em pesquisa e desenvolvimento, contra 2,5% dos Estados Unidos e da Europa e 3,2% do Japão. Só os Estados Unidos investem cerca de 270 bilhões de dólares por ano em pesquisa e inovação, cerca de 50 vezes mais que o Brasil.

Inovação:

Atualmente, boa parte da iniciativa privada já demonstra consciência de que a inovação tecnológica é cada vez mais decisiva para que as empresas ganhem ou mantenham competitividade diante da globalização dos mercados.

Ao assinalar que “é na empresa que a tecnologia se transforma em inovação”, André Araújo destaca a importância do Sistema Nacional de Inovação, que reúne empresas, universidades e instituições na mudança dessa realidade e citou como dado positivo o desenvolvimento, só no último ano, de 15 projetos para instalação de parques tecnológicos em vários Estados. “Isto é importante, pois o conhecimento passou a ser o eixo-chave do desenvolvimento e tem de ser transformado em informação e inovação e estar descentralizado.”

Ressalta ainda que, com mais investimentos em inovação, o Brasil também estará aplicando em cidadania e soberania. “É preciso definir as prioridades. Temos a chance de enfrentar o desemprego com desenvolvimento de tecnologia na área social em inúmeros campos como habitação, infra-estrutura, engenharia sanitária e urbanismo. Não podemos depender de empréstimos internacionais para isso. A tecnologia deve estar a serviço do desenvolvimento social”.

10. Bens de Capital e Serviços

De acordo com o Termo de Referência, a abordagem das demandas de **Bens de capital e serviços**, deve compreender: i) a análise crítica e sugestões para a maior participação da indústria brasileira de bens de capital (máquinas e equipamentos) e serviços (P&D, consultoria e engenharia) no atendimento das demandas dos segmentos/ cadeias de transformação mineral; ii) a estimativa (percentual), para cada área, do atendimento da demanda interna por fornecedores instalados no país; e iii) a análise do potencial de inserção/expansão no comércio de exportação de bens e serviços, discriminada para cada área.

De acordo com o Termo de Referência, o presente item consolida e analisa as principais demandas em termos de **Bens de Capital e Serviços de Engenharia** em unidades de transformação mineral, estando assim segmentado:

- Segmentos de Transformação Associados a atividades de Mineração: 9 segmentos, também abordados no RT-78
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos: 10 cadeias produtivas
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos: 10 cadeias produtivas

Cabe assinalar que os elementos analisados nos tópicos subsequentes referem-se ao Cenário Vigoroso. Os dados relativos aos dois outros Cenários (Frágil e Inovador) podem ser visualizados nas planilhas de consolidação apresentadas no Anexo IV

10.1. Segmentos de Transformação Associados às Atividades de Mineração

Nos 9 segmentos de transformação aqui analisados, o valor total da demanda de Bens de Capital e Serviços de Engenharia, no período 2010 a 2030, encontra-se estimado em R\$ 17,4 bilhões.

DEMANDA DE BENS DE CAPITAL E SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS À ATIVIDADE DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)
QUADRO 10.1 R\$ milhões

Segmentos Produtivos	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
- Bens de capital	2.081	2.012	2.382	2.822	3.344	12.640	4,11
- Serviços de Engenharia	780	754	893	1.058	1.254	4.740	4,11
- Total Geral	2.861	2.766	3.275	3.880	4.598	17.380	4.11

Nos aspectos relativos a Bens de Capital e Serviços de Engenharia, destacam-se as seguintes observações com relação aos segmentos analisados:

- **Argila para Cerâmica Vermelha:** Segundo o RT-32, o mercado brasileiro encontra-se plenamente capacitado para atender às demandas internas de máquinas e equipamentos, evidenciando-se a existência de várias empresas fornecedoras, inclusive multinacionais, concentradas na região sudeste. A capacitação em termos de serviços, encontra-se razoavelmente disseminada por diversas regiões do país, notadamente nas instituições de pesquisas, universidade e empresas de consultoria.
- **Rochas Ornamentais e de Revestimento:** Conforme assinala o RT-33, a modernização tecnológica do parque brasileiro de beneficiamento de rochas tem sido há mais de uma década obstaculizada por uma polêmica, relativa à concessão de ex-tarifários para importação de máquinas e equipamentos de interesse setorial. Na visão dos fabricantes brasileiros de máquinas e equipamentos, formalmente contrários à concessão de ex-tarifários, existiriam plenas condições para incorporação da tecnologia atualmente exigida no setor, desde que houvesse escala de demanda no Brasil. Essa tese esbarra em alguns obstáculos práticos de difícil superação: a tecnologia desejada já está disponível no exterior e pode ser aportada com a urgência necessária para o atendimento do setor.

- **Crisotila – Fibrocimento:** O RT-35 assinala a existência de oferta de máquinas e equipamentos no Brasil. Ressalta também a oferta de máquinas de segunda mão na Alemanha e na Áustria.
- **Gemas Coradas:** O RT-56 assinala que a indústria brasileira tende a lançar novos equipamentos que possibilitarão o aumento de competitividade da gema lapidada brasileira no mercado internacional. Como exemplo, encontra-se em desenvolvimento uma máquina para lapidação de cabochão, com capacidade para 1,5 mil gemas/ dia, calibradas e padronizadas. Outra - de lapidação facetada, com controle numérico computadorizado e capacidade de 150 peças/ dia - deverá revolucionar o mercado no Brasil. Foi desenvolvida pela Lapidart, em parceria com empresas especializadas em mecatrônica e robótica. Utiliza *softwares* que lêem e interpretam programas específicos, executando a lapidação sem interferência humana.
- **Água Mineral:** Segundo o RT-57, a indústria brasileira de equipamentos e insumos para o envase de água mineral ou potável de mesa só não fabrica ainda, em território nacional, as injetoras e sopradoras, responsáveis pela fabricação das pré-formas e das garrafas descartáveis de PET. A indústria nacional não investiu o suficiente para a fabricação de máquinas Injetora/ Sopradora e Rotuladora de descartáveis, que são equipamentos ainda importados, respectivamente do Japão (NISSEI ASB) e da Alemanha (KRONES).

Nos segmentos de transformação associados a atividades de mineração, a demanda de Bens de Capital, no período 2010 a 2030, foi estimada em R\$ 12,6 bilhões.

DEMANDA DE BENS DE CAPITAL EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS À ATIVIDADE DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)

QUADRO 10.2

R\$ milhões

Segmentos Produtivos	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
- Argilas para cerâmica vermelha	1.549	1.494	1.766	2.086	2.465	9.360	4,26
- Rochas ornamentais e de revestim.	91	85	99	114	132	520	3,70
- Gipsita	12	12	15	18	22	80	4,91
- Crisotila – Fibrocimento	102	103	127	156	192	680	5,35
- Titânio	48	46	53	62	72	280	3,83
- Quartzo	39	41	52	65	82	280	6,00
- Gemas Coradas	11	12	15	19	24	80	6,00
- Diamante: Gema e Industrial	17	18	22	28	35	120	6,00
- Água Mineral	211	201	235	274	320	1.240	3,96
Total	2.081	2.012	2.382	2.822	3.344	12.640	4,11

Por outro lado, nos 9 segmentos de transformação aqui analisados, a demanda de Serviços de Engenharia, no período 2010 a 2030, encontra-se estimada em R\$ 4,7 bilhões.

DEMANDA DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS À ATIVIDADE DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)
QUADRO 10.3 R\$ milhões

Segmentos Produtivos	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
- Argilas para cerâmica vermelha	581	560	662	782	924	3.510	4,26
- Rochas ornamentais e de revestim.	34	32	37	43	49	195	3,70
- Gipsita	5	5	6	7	8	30	4,91
- Crisotila – Fibrocimento	38	39	48	59	72	255	5,35
- Titânio	18	17	20	23	27	105	3,83
- Quartzo	15	15	19	24	31	105	6,00
- Gemas Coradas	4	4	6	7	9	30	6,00
- Diamante: Gema e Industrial	6	7	8	11	13	45	6,00
- Água Mineral	79	75	88	103	120	465	3,96
Total	780	754	893	1.058	1.254	4.740	4,11

10.2. Cadeias Produtivas de Transformação Metálica

Na transformação metálica, o valor total da demanda de Bens de Capital e Serviços de Engenharia, no período 2010 a 2030, encontra-se estimado em R\$ 99,9 bilhões.

DEMANDA DE BENS DE CAPITAL E SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICAS (2010 – 2030)
QUADRO 10.4 R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
- Bens de Capital	11.867	11.493	13.654	16.251	19.375	72.640	4,20
- Serviços de Engenharia	4.450	4.310	5.120	6.094	7.266	27.240	4,20
Total Geral	16.317	15.803	18.774	22.345	26.641	99.880	4,20

Nos aspectos relativos a Bens de Capital e Serviços de Engenharia, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias transformação metálica:

- **Cadeia do Aço:** Segundo o RT-58, os maiores produtores mundiais de aço possuem domínio tecnológico ou estão em vias de possuírem, através de maciços investimentos em formação de pessoal, pesquisa e desenvolvimento. No Brasil, os investimentos neste sentido situam-se a níveis considerados insatisfatórios, apesar do apoio do BNDES a fábricas de bens de capital, mediante condições especiais para estimular a competitividade do setor.
- **Cadeia dos Ferroligas:** O RT-60 assinala que o Brasil conta com boa estrutura de suprimentos de bens de capital e serviços de engenharia demandados pela indústria de ferroligas.
- **Cadeia da Fundição:** A indústria nacional de bens de capital supre, em grande parte, as encomendas de novos equipamentos para o setor de fundição, a partir de projetos desenvolvidos pela engenharia brasileira, conforme assinala o RT-61.
- **Cadeia do Cobre:** O RT-63 assinala que o segmento de produção do cobre primário tem plena liberdade e não sofre restrições para acessar e adquirir tecnologias necessárias à modernização de suas unidades, comprar equipamentos e serviços de qualquer natureza, ou ainda adquirir outros fatores de produção, tanto interna quanto externamente. Ressalta que a indústria nacional de bens de capital é hoje competitiva e está perfeita e globalmente integrada.

- **Cadeia do Níquel:** No que se refere ao atendimento às demandas da cadeia do níquel, a indústria de bens de capital brasileira é hoje competitiva e está perfeita e globalmente integrada, segundo o RT-64. A área de P&D da mineração do níquel conta com centros de pesquisa de excelência no país para o aproveitamento de seus recursos, podendo ainda buscar alternativas no exterior, notadamente, naqueles países de tradição mineira.
- **Cadeia do Zinco:** Conforme assinalado pelo RT-65, na hipótese em que o Grupo Votorantim mantenha sua política de auto-suficiência energética, para atender às necessidades de expansão da metalurgia de zinco, deverá intensificar investimentos em geração de energia nova, particularmente na construção de usinas hidroelétricas na região centro-sul do país. Tal fato sinaliza importantes demandas para a indústria brasileira de bens de capital.
- **Cadeia do Chumbo:** A instalação de novas unidades metalúrgicas deveria privilegiar o emprego de fornos elétricos dotados de sistemas de instrumentação e controle que assegurassem um regime metalúrgico ótimo aliado ao consumo racional de energia. O RT-66 assinala ainda que os órgãos estaduais de controle ambiental deveriam estabelecer um protocolo comum, com o objetivo de padronizar as exigências para o licenciamento das unidades metalúrgicas, com a identificação e qualificação dos equipamentos de prevenção e controle da poluição no processo da metalurgia do chumbo.

Na transformação metálica, o valor da demanda de Bens de Capital, no período 2010 a 2030, encontra-se estimado em R\$ 72,6 bilhões, sendo R\$ 38,2 bilhões em transformação de metálicos ferrosos e R\$ 34,5 bilhões, de não ferrosos.

DEMANDA DE BENS DE CAPITAL EM CADEIAS DE
TRANSFORMAÇÃO MINERAL METÁLICA (2010 – 2030)

QUADRO 10.5

R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2011 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
Metais Ferrosos	6.757	6.305	7.237	8.311	9.549	38.160	3,34
- Cadeia do Aço	5.340	4.941	5.625	6.404	7.291	29.600	3,30
- Cadeia do Ferro-Gusa	75	64	69	73	78	360	1,64
- Cadeia dos Ferroligas	152	134	145	158	171	760	2,07
- Cadeia da Fundição	1.190	1.166	1.398	1.676	2.009	7.440	4,64
Metais Não Ferrosos	5.110	5.187	6.417	7.940	9.826	34.480	5,20
- Cadeia do Alumínio	3.752	3.801	4.694	5.796	7.157	25.200	5,42
- Cadeia do Cobre	230	229	277	336	408	1.480	4,95
- Cadeia do Níquel	784	819	1.040	1.320	1.676	5.640	6,15
- Cadeia do Zinco	250	245	293	351	421	1.560	4,63
- Cadeia do Chumbo	95	93	113	136	163	600	4,76
- Cadeia do Estanho	0	0	0	0	0	0	0,00
Total	11.867	11.493	13.654	16.251	19.375	72.640	4,20

Por sua vez, o valor da demanda de Serviços de Engenharia, na transformação metálica, no período 2010 a 2030, encontra-se estimado em R\$ 27,2 bilhões, sendo R\$ 14,3 bilhões em transformação de metálicos ferrosos e R\$ 12,9 bilhões, de não ferrosos.

DEMANDA DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL METÁLICA (2010 – 2030)

QUADRO 10.6

R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2011 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
Metais Ferrosos	2.534	2.365	2.714	3.117	3.581	14.310	3,34
- Cadeia do Aço	2.002	1.853	2.109	2.401	2.734	11.100	3,30
- Cadeia do Ferro-Gusa	28	24	26	28	29	135	1,64
- Cadeia dos Ferroligas	57	50	54	59	64	285	2,07
- Cadeia da Fundição	446	437	524	629	753	2.790	4,64
Metais Não Ferrosos	1.916	1.945	2.406	2.977	3.685	12.930	5,20
- Cadeia do Alumínio	1.407	1.425	1.760	2.174	2.684	9.450	5,42
- Cadeia do Cobre	86	86	104	126	153	555	4,95
- Cadeia do Níquel	294	307	390	495	629	2.115	6,15
- Cadeia do Zinco	94	92	110	132	158	585	4,63
- Cadeia do Chumbo	36	35	42	51	61	225	4,76
- Cadeia do Estanho	0	0	0	0	0	0	0,00
Total	4.450	4.310	5.120	6.094	7.266	27.240	4,20

10.3. Cadeias Produtivas de Transformação Não Metálica

Na transformação não-metálica, o valor total da demanda de Bens de Capital e Serviços de Engenharia, no período 2010 a 2030, encontra-se estimado em R\$ 22,8 bilhões.

DEMANDA DE BENS DE CAPITAL E SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO-METÁLICA (2010 – 2030)

QUADRO 10.7

R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
- Bens de capital	2.819	2.684	3.137	3.668	4.292	16.600	3,79
- Serviços de Engenharia	1.057	1.006	1.176	1.376	1.610	6.225	3,79
Total Geral	3.876	3.690	4.313	5.044	5.902	22.825	3,79

Nos aspectos relativos a Bens de Capital e Serviços de Engenharia, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias transformação de não metálicos:

- **Cadeia do Cimento:** Segundo o SNIC, cerca de 95% das instalações de uma fábrica de cimento são produzidos em território nacional, por filiais de grandes grupos industriais líderes desse setor, conforme ressaltado no RT-68. Os fornecedores de máquinas e equipamentos operam em nível mundial, não mantendo contrato de exclusividade com as cimenteiras, com exceção da Onoda, que é ligada a produtores de cimento japoneses. Os principais fornecedores são F.L.Smith (Dinamarca), Polysius (Alemanha), Technip Clepan (França) e Onoda (Japão). A indústria de equipamentos tem sido geradora de progressos técnicos, visto que a tecnologia está incorporada aos equipamentos produzidos por grandes empresas de engenharia e bens de capital.
- **Cadeia da Cerâmica de Revestimento:** Segundo o RT-69, o alto padrão tecnológico da indústria brasileira é relacionado a desenvolvimentos fornecidos por produtores de bens e serviços europeus, como as empresas de equipamentos italianas e os coloríficos espanhóis. No Brasil, são fabricados os equipamentos mecânicos, utilizados na moagem e preparação das massas, além de fornos, secadores e atomizadores. Os equipamentos com maior conteúdo tecnológico, como prensas, linhas de esmaltação e serigrafia, são produzidos no exterior. A interação dos fabricantes de equipamentos com os ceramistas é intensa. A indústria de bens de capital pode ser considerada a indutora de grande parte das inovações ocorridas no processo produtivo, como é o caso do desenvolvimento da Via Seca, concentrado no APL de Santa Gertrudes. Apesar de se contar no país com um aparato considerável de instituições de ensino, pesquisa, e inovação com capacitação e instrumentação em áreas afins, as parcerias com o setor produtivo são ainda tímidas.

- **Cadeia dos Colorifícios:** O RT-70 assinala que no Brasil são fabricados os equipamentos mecânicos utilizados na moagem e preparação dos compostos e esmaltes, além de fornos. Os equipamentos com maior conteúdo tecnológico empregados na aplicação industrial dos esmaltes e engobes, como as linhas de esmaltação e serigrafia, são produzidos no exterior. Pequenas e médias empresas brasileiras atuam como fornecedoras de componentes e equipamentos a empresas maiores, que incluem serviços de caldeiraria, usinagem e tubulação. Alguns fabricantes brasileiros já chegaram a produzir toda a linha de equipamentos no país. Fatores como concentração mundial dessa indústria, estratégia de focalização e sobrevalorização do câmbio levaram a indústria de equipamentos cerâmicos a uma retração no país, a exemplo de outros segmentos do setor de bens de capital.
- **Cadeia das Louças Sanitárias:** Segundo o RT-74, parcela considerável dos equipamentos é suprida por empresas brasileiras (nacionais e estrangeiras), sendo que a maior parte dos fornos produzidos no país, são fabricados por empresas italianas. As operações de beneficiamento das matérias-primas minerais, de preparação das massas e esmaltes, e de moldagem em gesso são realizadas com equipamentos produzidos no país. Já os equipamentos para fundição em resina são importados.
- **Cadeia das Louças de Mesa:** O RT-7A assinala que, no tocante a máquinas e equipamentos, existem várias empresas, inclusive multinacionais, na região sudeste, que atendem o mercado doméstico e também exportam. Quanto aos serviços, a capacitação está mais disseminada e pode ser encontrada em diversas regiões do país, ligadas a instituições de pesquisas, universidade e empresas de consultoria.
- **Cadeia dos Fertilizantes:** Focalizando somente os elos finais da cadeia (mistura e distribuição), o RT-75 assinala que os equipamentos misturadores são de fácil acesso e obtenção no mercado brasileiro, assim como de rápida montagem.

Na transformação não-metálica, o valor da demanda de Bens de Capital, no período 2010 a 2030, encontra-se estimado em R\$ 16,6 bilhões.

DEMANDA DE BENS DE CAPITAL EM CADEIAS
DE TRANSFORMAÇÃO NÃO METÁLICA (2010 – 2030)

QUADRO 10.8

R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
- Cadeia do Cimento	2.102	1.999	2.331	2.718	3.170	12.320	3,92
- Cadeia da Cerâmica de Revest.	308	307	374	456	555	2.000	5,06
- Cadeia dos Colorifícios	30	30	37	46	57	200	5,50
- Cadeia dos Refratários	112	98	107	116	127	560	2,15
- Cadeia da Cal	23	20	23	26	29	120	2,85
- Cadeia dos Abrasivos	9	10	14	19	26	80	8,00
- Cadeia das Louças Sanitárias	109	104	121	141	165	640	3,95
- Cadeia das Louças de Mesa	52	48	53	60	67	280	2,87
- Cadeia dos Fertilizantes	74	68	76	86	96	400	2,97
- Cadeia da Indústria Química	0	0	0	0	0		-100,00
Total	2.819	2.684	3.137	3.668	4.292	16.600	3,79

Por sua vez, o valor da demanda de Serviços de Engenharia, na transformação não-metálica, no período 2010 a 2030, encontra-se estimado em R\$ 6,2 bilhões.

DEMANDA DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM CADEIAS
DE TRANSFORMAÇÃO NÃO METÁLICA (2010 – 2030)

QUADRO 10.9

R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
- Cadeia do Cimento	788	749	874	1.019	1.189	4.620	3,92
- Cadeia da Cerâm. de Revest.	115	115	140	171	208	750	5,06
- Cadeia dos Colorifícios	11	11	14	17	21	75	5,50
- Cadeia dos Refratários	42	37	40	44	48	210	2,15
- Cadeia da Cal	8	8	9	10	11	45	2,85
- Cadeia dos Abrasivos	3	4	5	7	10	30	8,00
- Cadeia das Louças Sanitárias	41	39	45	53	62	240	3,95
- Cadeia das Louças de Mesa	20	18	20	22	25	105	2,87
- Cadeia dos Fertilizantes	28	25	29	32	36	150	2,97
- Cadeia da Indústria Química	0	0	0	0	0	0	-100,00
Total	1.057	1.006	1.176	1.376	1.610	6.225	3,79

10.4. Consolidação

O Quadro 10.10 apresenta a projeção consolidada dos valores de demanda de Bens de Capital (BC) e Serviços de Engenharia (SE), em unidades produtivas de 29 segmentos e cadeias de transformação (metálica e não metálica), no período 2010 a 2030, permitindo evidenciar as seguintes considerações:

- Do valor total de R\$ 140,1 bilhões, BC participa com 73% e SE com 17%
- Os segmentos de transformação associados a atividades de mineração participam com 12,4%, sendo 9% em BC e 3,4% em SE.
- As cadeias de transformação metálica participam com 71,3%, sendo 51,8% em BC e 19,4% em SE.
- Do valor total de BC e SE estimado para as cadeias de transformação metálica, as de metais ferrosos participam com 52,5% e as de metais não ferrosos com 47,5%.
 - Nas cadeias de transformação de metálicos ferrosos, BC participam com 27,2% e SE com 10,2% do total de R\$ 140,1 bilhões.
- Nas cadeias de transformação metálicos não-ferrosos BC participam com 24,6% e SE com 9,2% do total de R\$ 140,1 bilhões.
- As cadeias de transformação não-metálica participam com 16,3%, sendo 11,8% em BC e 4,4% em Serviços de Engenharia.

DEMANDA NACIONAL DE BENS DE CAPITAL E SERVIÇOS DE ENGENHARIA EM UNIDADES PRODUTIVAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL (2010 – 2030)
QUADRO 10.10

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a
Segmentos de Transformação	2.861	2.766	3.275	3.880	4.598	17.380	4,11
- Bens de capital	2.081	2.012	2.382	2.822	3.344	12.640	4,11
- Serviços de Engenharia	780	754	893	1.058	1.254	4.740	4,11
Transformação Metálica	16.317	15.803	18.774	22.345	26.641	99.880	4,2
- Bens de capital	11.867	11.493	13.654	16.251	19.375	72.640	4,20
- Serviços de Engenharia	4.450	4.310	5.120	6.094	7.266	27.240	4,20
- Metais Ferrosos	9.291	8.670	9.951	11.428	13.130	52.470	3,34
- Bens de capital	6.757	6.305	7.237	8.311	9.549	38.160	3,34
- Serviços de Engenharia	2.534	2.365	2.714	3.117	3.581	14.310	3,34
- Metais Não-Ferrosos	7.026	7.132	8.823	10.917	13.511	47.410	5,2
- Bens de capital	5.110	5.187	6.417	7.940	9.826	34.480	5,20
- Serviços de Engenharia	1.916	1.945	2.406	2.977	3.685	12.930	5,20
Transformação Não-Metálica	3.876	3.690	4.313	5.044	5.902	22.825	3,79
- Bens de capital	2.819	2.684	3.137	3.668	4.292	16.600	3,79
- Serviços de Engenharia	1.057	1.006	1.176	1.376	1.610	6.225	3,79
Total Geral	23.055	22.259	26.363	31.269	37.140	140.085	4,12
- Bens de capital	16.767	16.188	19.173	22.741	27.011	101.880	4,12
- Serviços de Engenharia	6.288	6.071	7.190	8.528	10.129	38.205	4,12

10.4.1. Tendências e Perspectivas de BC e SE nos Segmentos e Cadeias de Transformação

Embora as informações disponibilizadas nos 29 RTs envolvidos no presente relatório de análise síntese, não tenham fornecido suficientes informações relativas ao percentual de suprimento de demanda de BC e SE, pela oferta nacional, e referentes ao potencial de exportação, conforme requerido - pode-se tecer as seguintes considerações:

a) Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração:

- Acredita-se que o parque nacional de fornecedores poderá atender a pelo menos 70% do valor das demandas projetadas de BC e SE para o período 2010 a 2030.
- Determinados segmentos podem vir a manifestar uma certa dependência de importações de BC e SE, transitoriamente mais acentuada, a depender das rotas de desenvolvimento que venham adotar. Tal é o caso possivelmente do *Quartzo* e do *Titânio*.
- No que se refere ao potencial de exportação, seja pela tradição que o país acumula em certos segmentos de transformação como os de *Argila para Cerâmica Vermelha* ou de *Rochas Ornamentais*, seja pela dimensão de mercados de boa afinidade com o Brasil, onde tais segmentos se expandem, a exemplo de países sul-americanos, africanos e alguns asiáticos - pode-se indicar uma boa perspectiva de expansão de exportações brasileiras de BC e SE. Neste sentido, admite-se que, até 2030, as exportações de BC e SE, do presente grupo, possam alcançar 30% do valor consolidado de correspondentes demandas internas.

b) Cadeias de Transformação Metálica:

- Admite-se que os fornecedores nacionais de BC e SE poderão atender no mínimo a 60% das correspondentes demandas projetadas para o período 2010 a 2030.
- Determinadas cadeias devem continuar se notabilizando pelo nível de excelência que vêm conquistando, fruto de uma tradição industrial que se fundamenta em vocações fisiográficas e que remonta à própria história e processo de formação econômica do país. Tal é o caso das cadeias do *Aço*, *Ferro-Gusa*, *Ferroligas* e *Fundição*.

- Por outro lado, tendo em vista a atual dinâmica da cadeia do *Alumínio* e de previsíveis movimentos nas do *Cobre*, do *Níquel* e do *Zinco* - pode-se admitir que o país tenderá a convergir e sintonizar, ao longo dos próximos 20 anos, as forças de suas vocações geológicas e de sua capacitação tecnológica pré-existente, em termos de lavra, processamento e transformação, com as suas políticas, planos e programas de P&D&I de forma a melhor estimular os respectivos parques produtores de BC e SE.
- No que se refere ao potencial de exportação, em caráter meramente exploratório, pode-se indicar uma boa perspectiva de expansão das vendas externas de BC e SE. Neste sentido, admite-se que, até 2030, as exportações de BC e SE relacionadas às cadeias de transformação metálica possam alcançar a 30% do valor consolidado de correspondentes demandas internas.

c) Cadeias de Transformação Não-Metálica:

- Acredita-se que o parque nacional de fornecedores poderá atender a pelo menos 80% das demandas projetadas de BC e SE para o período 2010 a 2030.
- Neste grupo, verifica-se que a capacitação industrial associada à tradição produtiva é notavelmente consagrada no caso das cadeias de *Cimento* e *Cal*.
- Nos casos das cadeias de *Cerâmica de Revestimento*, *Colorifícios*, *Louças Sanitárias* e *Louças de Mesa* observa-se uma extraordinária dinâmica recente de acumulação de conhecimentos, expansão de capacidade produtiva e fortalecimento de posição competitiva. É interessante notar que tal dinâmica e o correspondente êxito tecnológico e mercadológico estão em boa parte fundamentados no *breakthrough* da tecnologia Via Seca, na intensa articulação produtor – fornecedor e nas demais vantagens competitivas desenvolvidas na interação entre agentes produtivos integrados a APLs, sobretudo nos de Santa Gertrudes e de Criciúma.
- Quanto à cadeia de *Fertilizantes*, os próximos 20 anos deverão assinalar uma extraordinária expansão do parque produtor de BC e SE, puxada por um inexorável esforço de políticas públicas que deverão ser implementadas buscando reverter a atual gigantesca dependência de importações.

10.4.2. Tendências e Perspectivas de Caráter Geral

Da análise consolidada dos aspectos relacionados a Bens de Capital e Serviços de Engenharia nos 29 segmentos analisados, sobressaem as seguintes considerações gerais e comuns a determinadas cadeias produtivas:

a) O Desafio da Expansão do Parque Produtor de BC e SE

- É interessante observar que, em qualquer dos três grupos retro-apreciados, a participação da oferta interna sobre a demanda agregada de BC e SE poderá se alargar, na hipótese de implementação de ações coordenadas que superem certos conflitos de interesse entre produtores e consumidores, a exemplo do que vem ocorrendo com parte do parque fornecedor de máquinas e equipamentos para a cadeia de *Rochas Ornamentais*.
- A mediação de tais conflitos pode ser implementada através da boa interação entre produtores e fornecedores, com a participação das respectivas representações empresariais, buscando acenar o potencial de mercado interno a ser conquistado, com substituição a importações, e em contrapartida a um esforço de capacitação / expansão que pode ser apoiado pelas agências de fomento.
- Tal esforço de negociação de entendimentos deve ser fundamentado em um plano estratégico que projete, não apenas os cenários de demanda interna, como os de exportação, levando-se em consideração as sinergias que podem emergir em campanhas de promoção de exportações fundamentadas na tradição que o país acumula em respectivos segmentos/ cadeias de transformação, e nas identidades e facilidades de acesso do país a determinados mercados potenciais, tais como os de países sul-americanos, africanos e de determinadas nações asiáticas.

b) O Desafio da Escala de Mercado:

- Em determinados segmentos / cadeias de transformação mineral observa-se que a capacidade incipiente de oferta de máquinas e equipamentos por parte do parque nacional de bens de capital encontra-se associada à baixa dimensão da demanda nacional, a qual não estimula a mobilização de investimentos na ampliação de capacidade e no desenvolvimento de produtos e processos.

- Em certas situações, a “armadilha” de escassez de oferta é ocasionada pelos próprios demandantes / usuários de máquinas e equipamentos, ao optar pela produção de seus próprios equipamentos com ilusórias vantagens competitivas, que geralmente mascaram deficiências tecnológicas. Em outras situações, os demandantes / usuários bloqueiam os fornecedores domésticos, diante a vantagens de similares importados, em análises comparativas muitas vezes duvidosas, e que conduzem a conclusões de certa rigidez temporal.
- Em qualquer uma das situações assinaladas, verifica-se um **círculo vicioso**, que pode ser revertido para **processo virtuoso**, mediante uma melhor articulação entre os segmentos de oferta e demanda, suportados por diagnósticos lúcidos realizados sob auspícios de entidades representativas das empresas e em que sejam identificadas e propostas as medidas de estímulo para eliminação da “armadilha” de escassez da oferta.
- Como exemplo, no segmento *Gemas Coradas*, a fabricação de máquinas para lapidação é muito incipiente, principalmente por problemas de escala; isto porque muitas indústrias fabricam ou montam suas próprias máquinas.

c) O Desafio da Inadequação Tecnológica da Oferta

- Em diferentes segmentos produtivos, a expansão e modernização do parque de processamento exige aquisições de máquinas e equipamentos, com deficiências de suprimento interno e, conseqüentemente, requerendo medidas de fortalecimento da oferta doméstica e/ou regimes especiais de importações (ex-tarifários).
- Durante o longo período em que vigoravam as barreiras de mercado que “protegem” a indústria nacional de bens de capital, o setor de rochas ornamentais praticamente não tinha acesso às modernas tecnologias de processamento embutidas em equipamentos importados, sobretudo da Itália. Conseqüentemente, o país exportava predominantemente rocha em bruto (blocos), já que o produto processado não alcançava padrões competitivos para exportação. Com a abertura de mercado, a partir de inícios da década de 90, e com o imediato acesso a equipamentos / tecnologias avançadas, o país expandiu rapidamente as suas exportações de processados.
- Ao mesmo tempo, os produtores de equipamentos nacionais passaram a modernizar os seus produtos e processos, num processo virtuoso, lado a lado. Entretanto, como resíduo da cultura que prevalecia anteriormente, os produtores nacionais continuaram clamando proteção de mercado, mediante imposto de importação. Os produtores de rochas ornamentais reivindicam a isenção de imposto de importação, pela aplicação de ex-tarifário, para máquinas e equipamentos de interesse setorial, o que tem sido objeto de calorosas polêmicas.

d) O Desafio do Desenvolvimento de Novos Equipamentos:

- Dentre os casos recentes de destaque em termos de desenvolvimentos de equipamentos de largo impacto na melhoria das condições de competitividade e sustentabilidade, destacam-se:
 - *Rochas Ornamentais e de Revestimento*: O ECOTEAR – máquina de desdobramento de blocos de mármore e granitos que processa o corte a seco, ao contrário dos equipamentos de uso vigente. Embora desenvolvida há mais de seis anos por uma empresa capixaba, ainda não se encontra em produção comercial..
 - *Gemas Coradas*: encontra-se em desenvolvimento uma nova máquina para lapidação de cabochão, com capacidade para 1,5 mil gemas por dia, calibradas e padronizadas. Outra - de lapidação facetada, com controle numérico computadorizado e capacidade de 150 peças/ dia - foi desenvolvida pela Lapidart, em parceria com empresas especializadas em mecatrônica e robótica.

11. Incentivos

De acordo com o Termo de Referência, a abordagem das demandas de **Incentivos** “deve compreender a análise crítica dos diversos aspectos comuns (fatores tributários, marcos legais, acesso a financiamento, etc.) que podem inibir ou incentivar o desenvolvimento da indústria mineral brasileira”.

De acordo com o Termo de Referência, o presente item consolida e analisa as principais demandas em termos de **Financiamentos e Incentivos**, assim como os principais aspectos de caráter **regulatório e tributário** que condicionam ou que podem vir a condicionar a expansão de capacidade, competitividade e sustentabilidade dos segmentos/ cadeias produtivas de transformação mineral, estando assim segmentado:

- Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração: 9 segmentos, também abordados no RT-78
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos: 10 cadeias produtivas
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos: 10 cadeias produtivas

Ao ressaltar que os elementos apresentados nos tópicos subseqüentes referem-se ao Cenário Vigoroso, cabe lembrar que os dados relativos aos dois outros Cenários (Frágil e Inovador) podem ser visualizados nas planilhas de consolidação apresentadas no Anexo IV.

11.1. Segmentos de Transformação Associados às Atividades de Mineração

11.1.1. Financiamentos e Incentivos

Nos aspectos relativos a Financiamentos e Incentivos, destacam-se as seguintes observações com relação aos segmentos analisados:

- **Rochas Ornamentais e de Revestimento:** O RT 33 recomenda as seguintes medidas de estímulo ao desenvolvimento setorial: aproveitamento dos rejeitos do beneficiamento; modernização do parque de beneficiamento; fortalecimento dos APLs; melhoria da infra-estrutura portuária; melhoria da oferta de transporte marítimo; fortalecimento do mercado interno; adequação da oferta de crédito para as MPEs; fortalecimento dos programas de apoio e fomento às exportações; e, articulação de instituições governamentais frente às barreiras tarifárias e não-tarifárias impostas às exportações brasileiras. Sugere também a concessão de linhas de crédito para adequação operacional das marmorarias; fortalecimento dos programas de apoio e fomento às exportações, tipo ApexBrasil e SEBRAE; e adequação da oferta de crédito para as MPEs, visando adensamento tecnológico, capital de giro e operações de comércio exterior.
- **Gipsita:** O RT-34 propõe a ativação do centro tecnológico do gesso para formação de mão-de-obra e difusão de tecnologias, assim como a concessão de incentivos para reflorestamento das áreas fornecedoras de lenha para a calcinação do gesso. Assinala que os produtores de gipsita necessitam de acesso ao crédito com juros e prazos mais acessíveis.

Nos 9 segmentos de transformação analisados, os valores relativos a Financiamentos do Sistema BNDES deverão compreender o montante acumulado, no período 2010 a 2030, estimado em R\$ 15,8 bilhões.

PERSPECTIVAS DE FINANCIAMENTOS DO SISTEMA BNDES EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS ÀS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)

QUADRO 11.1

R\$ milhões

Segmentos Produtivos	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a. (2030/10)
- Argilas para cerâmica vermelha	1.937	1.868	2.207	2.607	3.081	11.700	4,26
- Rochas ornamentais e de revestim.	113	107	123	142	165	650	3,70
- Gipsita	16	15	19	23	27	100	4,91
- Crisotila – Fibrocimento	127	129	158	195	241	850	5,35
- Titânio	60	57	66	77	89	350	3,83
- Quartzo	49	51	65	82	103	350	6,00
- Gemas Coradas	14	15	18	23	29	100	6,00
- Diamante: Gema e Industrial	21	22	28	35	44	150	6,00
- Água Mineral	264	251	293	342	400	1.550	3,96
Total	2.601	2.514	2.978	3.527	4.179	15.800	4,11

Por outro lado, nos 9 segmentos de transformação analisados, os valores relativos a Incentivos deverão compreender o montante acumulado, no período 2010 a 2030, da ordem de R\$ 1,6 bilhões.

PERSPECTIVAS DE INCENTIVOS EM SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS ÀS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO (2010 – 2030)

QUADRO 11.2

R\$ milhões

Segmentos Produtivos	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a. (2030/10)
- Argilas para cerâmica vermelha	194	187	221	261	308	1.170	4,26
- Rochas ornamentais e de revestim.	11	11	12	14	16	65	3,70
- Gipsita	2	2	2	2	3	10	4,91
- Crisotila – Fibrocimento	13	13	16	20	24	85	5,35
- Titânio	6	6	7	8	9	35	3,83
- Quartzo	5	5	6	8	10	35	6,00
- Gemas Coradas	1	1	2	2	3	10	6,00
- Diamante: Gema e Industrial	2	2	3	4	4	15	6,00
- Água Mineral	26	25	29	34	40	155	3,96
Total	260	251	298	353	418	1.580	4,11

11.1.2. Aspectos Regulatórios e Tributários

Além das demandas de financiamentos e de incentivos, o fortalecimento da capacidade produtiva, da competitividade e da sustentabilidade dos segmentos de transformação associados a atividades de mineração condiciona-se também a aspectos regulatórios e tributários conforme evidenciado nos tópicos a seguir:

- **Rochas Ornamentais e de Revestimento:** O RT-33 recomenda a adequação dos procedimentos para licenciamento ambiental. Sugere também a isenção de imposto de importação, pela aplicação de ex-tarifários, para máquinas e equipamentos. Recomenda ainda a articulação de instituições governamentais, para fazer frente a barreiras tarifárias e não tarifárias.
- **Gipsita:** O RT-34 sugere o reposicionamento do gesso na regulação 307 do CONAMA, que trata da reciclagem de desperdícios da construção civil.
- **Crisotila - Fibrocimento:** O RT-35 assinala que, no setor industrial do fibrocimento, a carga tributária atinge 37,3% um porcentual muito superior ao verificado na média da cadeia de construção (23,6%). Assinala também que vigoram, em conflito, uma legislação federal definindo o uso seguro de crisotila, em contraposição a legislações de alguns estados e municípios, e recentes portarias ministeriais, que proíbem o uso de amianto.

- **Quartzo:** O RT-37 assinala que o Brasil adota taxas de 4% *ad valorem* para importações de quartzo piezelétrico e de tubos de quartzo ou fundidos de quartzo. Nos EUA, as importações de areia de alta pureza, quartzo (blocos piezelétricos e lascas) são isentas de impostos; a importação de quartzo piezelétrico cultivado (*cultured quartz*) é taxada com 3,0% *ad valorem*”.
- **Gemas Coradas:** Segundo o RT-56, a elevada tributação estimula a informalidade e portanto a clandestinidade.
- **Diamantes:** O RT-56A assinala que o Sistema de Certificação do Processo de Kimberley (SCPK) - mecanismo internacional que visa evitar que diamantes ilegais financiem conflitos armados - foi implantado no Brasil em 2003. Para atender aos objetivos do SCPK, o DNPM instituiu o monitoramento e o controle do comércio e da produção de diamantes brutos em território nacional por meio do Cadastro Nacional do Comércio de Diamantes (CNCD) e do Relatório de Transações Comerciais (RTC). O sistema CNCD visa o cadastramento de produtores e comerciantes de diamantes brutos em território nacional, o controle das declarações de produção e venda no mercado interno e o gerenciamento dos requerimentos de Certificado do Processo de Kimberley (CPK).
- **Água Mineral:** O RT-57 assinala que a elevada carga tributária da ordem de 45% do preço final do produto - compromete a atratividade e inibe investimentos e que a tributação do ICMS é baseada em valor de pauta, mediante pesquisas realizadas periodicamente pelas Secretarias de Fazenda dos estados. Vigora também o sistema de substituição tributária, arcando o envasador com seu imposto, além de antecipar o imposto devido pelo distribuidor. O RT-57 assinala também a incidência da CFEM sobre todo o processo de produção, além do IPI para insumos básicos, boa parte dos quais importados. Assinala ainda que disposições da ANVISA estabelecem a necessidade de profissional com curso de qualificação na área de produção de alimentos. O SENAI de Vassouras – RJ oferece um curso específico para a indústria da água mineral e potável de mesa, que capacita os participantes para responder pela indústria de água mineral, perante ANVISA. Ressalta, finalmente, que para o funcionamento de uma indústria de água mineral no Brasil, são necessários cerca de 17 documentos de diferentes entidades.

11.2. Cadeias de Transformação Metálica

11.2.1. Financiamentos e Incentivos

Nos aspectos relativos a Financiamentos e Incentivos, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias de transformação metálica:

- **Cadeia do Aço:** O RT-58 assinala que financiamento, via bancos de fomento (BNDES e instituições de repasse estaduais), são as fontes tradicionais de recursos à indústria siderúrgica.
- **Cadeia do Ferro-Gusa:** Segundo o RT-59, a desoneração do ICMS permitida pela Lei Complementar nº 87/96, além da COFINS e do PIS deixa o gusa isento de impostos sobre a produção exportada. Visando compensar os efeitos da crise internacional, Minas Gerais adotou medidas de incentivo ao setor de gusa: i) Inclusão de materiais incorporados à produção de gusa na lista de geradores de crédito de ICMS; ii) Atendimento, pela CEMIG, de pedidos de redução ou diferimento das contas de energia; iii) Prorrogação do prazo para pagamento do IPVA dos caminhoneiros.
- **Cadeia dos Ferroligas:** O RT-60 ressalta a existência de significativa produção de ferroligas em regiões sujeita aos incentivos da SUDENE e SUDAM.
- **Cadeia da Fundição:** O RT-61 propõe o estabelecimento de incentivos “draw-back” verde e amarelo, uma vez que o gusa tem elevada participação no preço final da peça fundida ferrosa e os produtores independentes, em sua maioria localizados em Minas Gerais, têm por prática nivelar seu preço para as fundições nacionais ao valor obtido no mercado externo, acarretando perda de competitividade para o setor de fundição. Recomenda também a adequação das linhas de financiamentos incentivados para as PMEs.
- **Cadeia do Alumínio:** Segundo o RT-62, os produtos de alumínio destinados à construção civil tiveram a alíquota de 5% do IPI reduzidas a zero.
- **Cadeia do Cobre:** Conforme assinala o RT-63, os estados do Espírito Santo e de Santa Catarina oferecem incentivos fiscais para importadores de cobre metálico e seus produtos, através de diferimento do ICMS e outras manobras fiscais, desde que as importações se façam pelos seus portos. Este tipo de incentivo tem criado sérias e danosas desvantagens competitivas para os produtores de cobre primário domésticos.

- **Cadeia do Zinco:** O RT-65 assinala que as unidades da VMZ situadas na região da SUDENE em Minas Gerais estão sujeitas aos benefícios fiscais da SUDENE. Assinala também que o BNDES apóia a construção de usinas hidroelétricas para o fornecimento de energia para as usinas metalúrgicas.
- **Cadeia do Chumbo:** O RT 66 destaca que o BNDES apóia financeiramente as atividades de mineração e metalurgia do chumbo, através de operações diretas, operações indiretas, FINAME e BNDESPAR.
- **Cadeia do Estanho:** O RT-67 assinala a existência de uma distorção fiscal resultante de incentivo oferecido pelo estado do Espírito Santo, através do FUNDAP, estimulando a importação desonerada de certos tributos, fazendo com que o metal importado seja comercializado internamente a preços inferiores aos do produtor local.

Na transformação metálica, os valores relativos a Financiamentos do Sistema BNDES deverão atingir um montante estimado em R\$ 90,8 bilhões, no período 2010 a 2030.

PERSPECTIVAS DE FINANCIAMENTOS DO SISTEMA BNDES
EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICA (2010 – 2030)

QUADRO 11.3

R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a. (2030/10)
Metais Ferrosos	8.446	7.882	9.046	10.389	11.937	47.700	3,34
- Cadeia do Aço	6.675	6.176	7.031	8.005	9.113	37.000	3,30
- Cadeia do Ferro-Gusa	94	81	86	92	98	450	1,64
- Cadeia dos Ferroligas	191	167	181	197	214	950	2,07
- Cadeia da Fundição	1.488	1.458	1.748	2.095	2.511	9.300	4,64
Metais Não Ferrosos	6.388	6.484	8.021	9.925	12.282	43.100	5,20
- Cadeia do Alumínio	4.689	4.751	5.867	7.245	8.947	31.500	5,42
- Cadeia do Cobre	288	286	347	420	510	1.850	4,95
- Cadeia do Níquel	980	1.024	1.300	1.650	2.095	7.050	6,15
- Cadeia do Zinco	312	306	367	439	526	1.950	4,63
- Cadeia do Chumbo	119	117	141	170	204	750	4,76
- Cadeia do Estanho	0	0	0	0	0	0	0,00
Total	14.834	14.366	17.068	20.313	24.219	90.800	4,20

Por outro lado, de acordo com os critérios adotados e conforme as estimativas e projeções realizadas, os Incentivos a serem concedidos, no período 2010 a 2030, a empreendimentos das cadeias de transformação metálica, deverão acumular valores da ordem de R\$ 9,1 bilhões.

PERSPECTIVAS DE INCENTIVOS EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO METÁLICA (2010 – 2030)

QUADRO 11.4

R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a. (2030/10)
Metais Ferrosos	845	788	905	1.039	1.194	4.770	3,34
- Cadeia do Aço	667	618	703	800	911	3.700	3,30
- Cadeia do Ferro-Gusa	9	8	9	9	10	45	1,64
- Cadeia dos Ferroligas	19	17	18	20	21	95	2,07
- Cadeia da Fundição	149	146	175	210	251	930	4,64
Metais Não Ferrosos	639	648	802	992	1.228	4.310	5,20
- Cadeia do Alumínio	469	475	587	725	895	3.150	5,42
- Cadeia do Cobre	29	29	35	42	51	185	4,95
- Cadeia do Níquel	98	102	130	165	210	705	6,15
- Cadeia do Zinco	31	31	37	44	53	195	4,63
- Cadeia do Chumbo	12	12	14	17	20	75	4,76
- Cadeia do Estanho	0	0	0	0	0	0	0,00
Total	1.483	1.437	1.707	2.031	2.422	9.080	4,20

11.2.2. Aspectos Regulatórios e Tributários

Além das demandas de financiamentos e de incentivos, o fortalecimento da capacidade produtiva, da competitividade e da sustentabilidade das cadeias de transformação metálica condiciona-se também a aspectos regulatórios e tributários conforme evidenciado nos tópicos seguintes:

- **Cadeia do Aço:** Conforme registra o RT-58, dentre os entraves ao desenvolvimento da indústria siderúrgica, o CGEE destaca a carga tributária elevada e a complexidade do sistema tributário. Assinala que a indústria siderúrgica é grande geradora de tributos, especialmente os chamados indiretos (ICMS, IPI, PIS e COFINS), em razão do significativo valor agregado de seus produtos. Portanto, incentivos fiscais para fomentar novos investimentos não necessariamente prejudicam a arrecadação. Ao contrário, podem estimular o crescimento na arrecadação de tributos em períodos futuros.
- **Cadeia do Ferro-Gusa:** Para o setor de gusa de mercado a carga tributária ascende a 38,6% sobre as vendas internas. O RT-59 também ressalta que o diferimento de ICMS é prática comum entre os estados produtores de gusa, sendo o imposto cobrado na etapa seguinte quando o gusa é consumido dentro das fronteiras estaduais. O estado do Pará concede crédito presumido de forma que a carga tributária fique reduzida para as empresas que tiveram o benefício concedido pelo governo estadual
- **Cadeia dos Ferroligas:** O RT-60 aponta a existência de oportunidades de expansão de produção em áreas sujeitas a regimes incentivados, notadamente na região de Carajás e nos eixos logísticos da Estrada de Ferro Carajás (EFC) e Hidrovia de Tucuruí.
- **Cadeia da Fundição:** O RT-61 assinala a necessidade de se proceder à revisão da cobrança de ICMS no abastecimento de sucata ferrosa e de alumínio, pois a tributação destes materiais nas transações interestaduais diminui a competitividade da produção de fundidos, especialmente nas regiões menos desenvolvidas, onde é menor a geração de sucata e a atividade de reciclagem.
- **Cadeia do Alumínio:** O RT-62 assinala que a carga tributária do setor é de 37%, resultado da divisão do total de impostos, pela receita de mercado interno, já que a de exportação é isenta.

11.3. Cadeias de Transformação Não Metálica

11.3.1. Financiamentos e Incentivos

Nos aspectos relativos a Financiamentos e Incentivos, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias de transformação não-metálica:

- **Cadeia do Cimento:** O RT-68 afirma que “o continuado apoio do sistema BNDES ao setor de cimento, com créditos específicos aos investidores, se faz necessário para a manutenção do desenvolvimento nacional e o pleno atendimento ao consumidor brasileiro”..
- **Cadeia da Cerâmica de Revestimento:** O RT-69 sugere ações de apoio para consolidação dos APLs de Criciúma e Santa Gertrudes, envolvendo: fortalecimento da governança, fomento de ações cooperadas, ordenamento territorial geomineiro, facilitação de acesso às reservas, capacitação de mão-de-obra, estudos de mercado, entre outras.
- **Cadeia dos Colorifícios:** O RT-70 recomenda apoio a programas prospectivos e de caracterização tecnológica de minerais industriais cerâmicos de demanda crescente nos colorifícios, principalmente para engobe e fritas. Ressalta também que, a partir das vantagens competitivas estabelecidas principalmente para os APLs de Santa Gertrudes e Criciúma, caberia estimular o parque de colorifícios a operar como uma plataforma de exportações para as Américas do Norte e Latina, a exemplo da Espanha.
- **Cadeia dos Refratários:** O RT-71 observa que empreendimentos fornecedores de matérias-primas para a indústria de refratários, encontram-se localizados na região nordeste do país e estão sujeitos aos benefícios fiscais da SUDENE.
- **Cadeia da Cal:** O RT-72 destaca os seguintes desafios que estão a requerer uma consistente política de incentivos: **i)** a produção de cal de forma sustentável depende de equipamentos dispendiosos e inacessíveis às MPEs; **ii)** é frequente a produção com métodos arcaicos de operação e gestão; **iii)** o financiamento não alcança a maioria das MPEs por requerer garantias reais; e **iv)** a falta de capacitação gerencial dificulta o alcance de padrões competitivos e sustentáveis.
- **Cadeia dos Abrasivos:** O RT-73 assinala que o *drawback* verde-amarelo”” constitui importante incentivo às empresas do setor. É necessário “intensificar a divulgação de mecanismos de financiamento de inovação tecnológica, como a Lei de Inovação, de modo a fazer frente aos concorrentes internacionais em termos de produtos de melhor qualidade e custos adequados, atendendo ao mesmo tempo às crescentes exigências de controle ambiental”.
- **Cadeia das Louças Sanitárias:** Segundo o RT-74, o mercado interno continuará sendo o principal fator de sustentação da expansão dessa indústria. Portanto, a continuidade das políticas públicas de suporte à construção civil, beneficiará o setor, facilitando também a sua maior inserção no mercado externo.
- **Cadeia das Louças de Mesa:** O RT-74A sugere a implementação das seguintes medidas de estímulo ao setor: i) apoio à modernização do parque produtivo, por meio de linhas de crédito para MPEs; ii) incentivo à implantação de Programas de Gestão da Qualidade; iii) apoio a projetos inovadores para desenvolvimento de novos produtos com maior valor agregado; e iv) apoio para a instalação de laboratório de caracterização tecnológica de matérias-primas e produtos cerâmicos.
- **Cadeia dos Fertilizantes:** O RT-75 recomenda “abertura de linhas de crédito direcionadas para cooperativas e associações de produtores agrícolas, tanto para importações de fertilizantes (matérias-primas e intermediários) como para a implantação de novos projetos produtivos”.
- **Cadeia da Indústria Química:** O RT-76 recomenda a implementação de um programa específico de incentivos para as CMQs, objetivando: a formação de clusters; a verticalização produtiva e a agregação de valor; P&D destinado ao desenvolvimento de cadeias produtivas; estudos dirigidos ao diagnóstico de CMQs; e criação de infra-estrutura de suporte operacional voltado à exportação de seus produtos.

Na transformação não-metálica, os valores relativos a Financiamentos do Sistema BNDES, no período 2010 a 2030, deverão acumular valores da ordem de R\$ 20,8 bilhões, de acordo com os critérios adotados e projeções efetuadas.

PERSPECTIVAS DE FINANCIAMENTOS DO SISTEMA BNDES EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO METÁLICA (2010 – 2030)

QUADRO 11.5

R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a. (2030/10)
- Cadeia do Cimento	2.628	2.498	2.913	3.398	3.963	15.400	3,92
- Cadeia da Cerâmica de Revestim	385	384	468	570	694	2.500	5,06
- Cadeia dos Colorifícios	37	38	47	58	71	250	5,50
- Cadeia dos Refratários	139	123	134	146	159	700	2,15
- Cadeia da Cal	28	26	29	32	36	150	2,85
- Cadeia dos Abrasivos	12	13	18	24	33	100	8,00
- Cadeia das Louças Sanitárias	136	130	151	177	206	800	3,95
- Cadeia das Louças de Mesa	66	60	67	75	84	350	2,87
- Cadeia dos Fertilizantes	93	85	95	107	120	500	2,97
- Cadeia da Indústria Química	0	0	0	0	0	0	0
Total	3.523	3.355	3.921	4.585	5.365	20.750	3,79

Por outro lado, na transformação não-metálica, os valores relativos a Incentivos, deverão compreender valores da ordem de R\$ 2,1 bilhões, no período 2010 a 2030, de acordo com os critérios adotados e projeções realizadas.

PERSPECTIVAS DE INCENTIVOS EM CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO NÃO METÁLICA (2010 – 2030)

QUADRO 11.6

R\$ milhões

Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a. (2030/10)
- Cadeia do Cimento	263	250	291	340	396	1.540	3,92
- Cadeia da Cerâmica de Revest.	38	38	47	57	69	250	5,06
- Cadeia dos Colorifícios	4	4	5	6	7	25	5,50
- Cadeia dos Refratários	14	12	13	15	16	70	2,15
- Cadeia da Cal	3	3	3	3	4	15	2,85
- Cadeia dos Abrasivos	1	1	2	2	3	10	8,00
- Cadeia das Louças Sanitárias	14	13	15	18	21	80	3,95
- Cadeia das Louças de Mesa	7	6	7	7	8	35	2,87
- Cadeia dos Fertilizantes	9	8	10	11	12	50	2,97
- Cadeia da Indústria Química	0	0	0	0	0	0	0
Total	352	335	392	459	537	2.075	3,79

11.3.2. Aspectos Regulatórios e Tributários

Além das demandas de financiamentos e de incentivos, o fortalecimento da capacidade produtiva, da competitividade e da sustentabilidade das cadeias de transformação não-metálica condiciona-se também aos aspectos regulatórios e tributários conforme evidenciado nos tópicos a seguir assinalados:

- **Cadeia do Cimento:** O RT-68 assinala que, em 1999, o CONAMA publicou a Resolução 264, com as linhas gerais do co-processamento, definindo os limites de emissão de material poluente. Por sua vez, a Resolução 316 complementou a anterior. A partir dos referidos marcos regulatórios, foram emitidas várias solicitações para co-processamento nas fábricas de cimento no Brasil. Atualmente, das 47 fábricas integradas, 35 (representando 80% da produção de clínquer) estão licenciadas para co-processar resíduos.
- **Cadeia da Cerâmica de Revestimento:** O RT-69 observa que o setor reivindica uma política de preços que evite oscilações freqüentes e aumentos acima da inflação e assinala que uma das preocupações se refere ao preço do gás natural.

- **Cadeia dos Coloríficos:** O RT-70 recomenda a “intensificação da participação dos centros de pesquisa e inovação, bem como do apoio governamental em projetos que visem o aprimoramento competitivo da cadeia produtiva cerâmica, em especial a de revestimentos, dirigidos à agregação de valor aos produtos e ampliação da participação no mercado internacional, para os quais pode ser destacada a necessidade de investimentos no aprimoramento contínuo da qualidade dos produtos (via seca e porcelanatos) e no desenvolvimento de *design* nacional”.
- **Cadeia dos Refratários:** O RT-71 destaca ainda a necessidade de apoio ao desenvolvimento tecnológico do setor de refratários, assim como a internacionalização das empresas do setor, as quais deverão ser estimuladas a promover a expansão de suas escalas produtivas e a construção de novos modelos de negócios competitivos e sustentáveis.
- **Cadeia da Cal:** O RT-72 recomenda “implementar programas de capacitação ambiental visando à adequação das empresas produtoras no que diz respeito ao cumprimento da legislação ambiental vigente”.
- **Cadeia dos Abrasivos:** O RT-73 propõe “criar centros de formação e capacitação em tecnologia de abrasivos que supram a demanda da indústria e possam gerar pólos desenvolvedores de avanços tecnológicos na área de fabricação e também aplicação de produtos abrasivos”.
- **Cadeia das Louças Sanitárias:** O RT-74 ressalta que o setor produtivo se preocupa com o preço do gás natural, fazendo-se necessária uma política de preços que evite oscilações e aumentos acima da inflação.
- **Cadeia das Louças de Mesa:** O RT-74A assinala que “no Brasil ainda não existe nenhuma iniciativa no sentido de estabelecer normas para produtos de louça de mesa, provavelmente em função da grande variedade de produtos que são fabricados e pelo fato de existirem poucas empresas bem organizadas e estruturadas que exportam parte de suas produções”. Ressalta que o Centro Cerâmico do Brasil (CCB) deverá ter um papel importante no estabelecimento de normas para produtos de cerâmica vermelha e de revestimento.
- **Cadeia dos Fertilizantes:** O RT-75 assinala a tendência de revisão do marco regulatório do setor mineral, com o possível reexame do regime de acesso às fontes de matérias primas para a indústria de fertilizantes.
- **Cadeia da Indústria Química:** O RT-76 recomenda o desenvolvimento e a criação de centros de informação de competitividade.

11.4. Consolidação

Em conclusão da análise de Incentivos e Financiamentos, incluindo os aspectos de caráter regulatório e tributário, o presente item busca consolidar os valores e apontar medidas de caráter fiscal e financeiro para estímulo ao desenvolvimento competitivo e sustentável dos segmentos e cadeias de transformação da indústria mineral brasileira.

11.4.1. Financiamentos e Incentivos

O Quadro 11.7 apresenta a estimativa de presumíveis montantes totais de financiamentos do Sistema BNDES, no período 2010 a 2030, a empreendimentos constantes dos 29 segmentos e cadeias de transformação contemplados no presente estudo.

PERSPECTIVAS DE FINANCIAMENTOS DO SISTEMA BNDES EM UNIDADES PRODUTIVAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL (2010 – 2030)

QUADRO 11.7

R\$ milhões

Segmentos / Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a. (2030/10)
Segmentos de Transformação	2.601	2.514	2.978	3.527	4.179	15.800	4,11
Cadeias de Transformação Metálica	14.834	14.366	17.068	20.313	24.219	90.800	4,20
- Metais Ferrosos	8.446	7.882	9.046	10.389	11.937	47.700	3,34
- Metais Não-Ferrosos	6.388	6.484	8.021	9.925	12.282	43.100	5,20
Cadeias de Transformação Não-Metálica	3.523	3.355	3.921	4.585	5.365	20.750	3,79
Total	20.959	20.235	23.966	28.426	33.764	127.350	4,12

Por sua vez, o Quadro 11.8 apresenta a estimativa de valores de Incentivos presumidos, durante o período 2010 a 2030, em empreendimentos integrantes dos 29 segmentos e cadeias de transformação contemplados no presente estudo.:

PERSPECTIVAS DE INCENTIVOS EM UNIDADES PRODUTIVAS DE TRANSFORMAÇÃO MINERAL (2010 – 2030)

QUADRO 11.8

R\$ milhões

Segmentos / Cadeias Produtivas	2010 a 2014	2015 a 2018	2019 a 2022	2023 a 2026	2027 a 2030	Total	% a.a. (2030/10)
Segmentos de Transformação	260	251	298	353	418	1.580	4,11
Cadeias de Transformação Metálica	1.483	1.437	1.707	2.031	2.422	9.080	4,20
- Metais Ferrosos	845	788	905	1.039	1.194	4.770	3,34
- Metais Não-Ferrosos	639	648	802	992	1.228	4.310	5,20
Cadeias de Transformação Não-Metálica	352	335	392	459	537	2.075	3,79
Total	2.096	2.024	2.397	2.843	3.376	12.735	4,12

11.4.2. Bases para o Desenvolvimento dos Segmentos e Cadeias de Transformação

Ao finalizar a abordagem dos aspectos relativos a Incentivos, cabe ressaltar as considerações assinaladas no Capítulo 2 do RT-04 (“Evolução do Mercado Mineral no Brasil a Longo Prazo”), de 2009, bem como no Capítulo 10 de “Planejamento Estratégico, Competitividade e Sustentabilidade na Indústria Mineral: Dois Casos de Não-Metálicos no Rio de Janeiro” (Calaes, 2005/ 06), onde se encontram recomendadas as seguintes diretrizes de política pública para o desenvolvimento da indústria mineral brasileira:

- Intensificação da geração de conhecimento e inovação relacionados à base de recursos naturais;
- Difusão sistematizada das vocações e oportunidades oferecidas pelos diferentes ambientes geo-mineiros do país;
- Atração de investimentos e apoio a projetos sintonizados com o desenvolvimento sustentável;
- Estimulação de investimentos em sintonia com modelos de referência, no que se refere a:
 - **novos sistemas de organização da produção**, com destaque para a implementação de APLs;
 - **novos padrões de estruturação financeira**, enfatizando: a) alocação de capitais de risco em PMEs, em atividades de pesquisa e inovação voltadas ao conhecimento e aproveitamento de recursos naturais; e b) mecanismos de financiamento lastreados no valor de ativos intangíveis ou produto da atividade minero-industrial.

No que se refere aos APLs, deve-se considerar a perspectiva de transformação de determinados pólos de atividade mínero-industrial, de forma a propiciar a aglutinação e a sinergia entre os agentes de produção, objetivando a qualificação de mão de obra, a melhoria de desempenho tecnológico e gerencial, o aumento da produtividade e a redução de custos e riscos operacionais, com decorrentes efeitos para a competitividade e para o desenvolvimento regional sustentável.

Cabe também assinalar a necessidade de estruturar um sistema de atração de capitais para as atividades de pesquisa e de inovação, de desenvolvimento e de produção (extração, processamento e transformação mineral), que contemple não apenas a introdução de mecanismos de promoção de investimentos em atividades geradoras de conhecimento (pesquisa e inovação), como também a utilização de ativos intangíveis (propriedades minerais e direitos tecnológicos) como instrumentos para a estruturação financeira de novos empreendimentos, seja na atração de capitais de risco ou no estabelecimento de garantias para a contratação de financiamentos.

Obviamente, para viabilização de tais objetivos, é necessário promover a padronização, segundo as melhores práticas internacionais, de procedimentos de auditoria técnica, de análise e de avaliação de ativos intangíveis, bem como de projetos e empreendimentos relacionados à extração, processamento e transformação mineral.

É também necessário estabelecer programas continuados de treinamento orientados para técnicas, procedimentos e melhores práticas de planejamento e gestão nas atividades de pesquisa, inovação e aproveitamento de recursos naturais. Tal programa deverá ser prioritariamente orientado para PMEs e PAs, visando facilitar o acesso dos mesmos, às novas oportunidades de estruturação financeira, a partir do consistente conhecimento e avaliação econômica de seus ativos intangíveis.

a) Plano de Desenvolvimento da Indústria Mineral

Face às vocações e oportunidades existentes no país, a pesquisa, a inovação e o aproveitamento dos recursos minerais constituem vias preferenciais para o desenvolvimento. Entretanto, a dinamização de tais atividades requer a adoção de uma política que estimule a **intensificação de investimentos** e que seja orientada de acordo com os seguintes objetivos gerais:

- Promover e subsidiar a modernização do sistema institucional associado à gestão da base de recursos territoriais.
- Propor e implementar aperfeiçoamentos dos marcos legais que disciplinam o acesso e a propriedade de ativos intangíveis relacionados aos recursos territoriais.
- Promover o adensamento do conhecimento sobre os recursos territoriais, segundo prioridades que conciliem potencialidades e vocações com as necessidades de mercado.
- Difundir informação, conhecimento e aprendizado relacionado às oportunidades de pesquisa, inovação e aproveitamento da base de recursos territoriais, de tal forma a atrair e orientar empreendedores.
- Conceber, implementar e gerenciar um eficiente sistema de estímulos a investimentos.

Cada um dos cinco objetivos retro-assinalados deverá ser conduzido através de programa específico a ser concebido e implementado com a incorporação de conceitos e com a utilização de instrumentos de **planejamento estratégico** orientado para o **desenvolvimento sustentável** e para a **competitividade**. Em sintonia com os propósitos deste capítulo, o item subsequente apresenta o esboço que se recomenda adotar para formulação do quinto e último objetivo retro-assinalado.

b) Programa de Estímulos a Investimentos em Pesquisa e Inovação

Para assegurar o desenvolvimento das atividades de pesquisa, inovação e aproveitamento de recursos territoriais, propõem-se a adoção de um conjunto de medidas, estruturadas através de um **Programa de Estímulos a Investimentos em Pesquisa e Inovação**, o qual deverá ser orientado segundo cinco objetivos específicos:

- Fortalecer a competitividade na atração de investimentos;
- Estimular o surgimento de novos empreendedores;
- Promover a dinamização do fluxo de conhecimento e inovação associado aos recursos territoriais;
- Ampliar a eficiência econômica, tecnológica e ambiental do aproveitamento de recursos territoriais;
- Articular o conhecimento e o aproveitamento de recursos territoriais com a redução da pobreza.

Com objetivos e processos de gestão claramente definidos, tal programa deverá contemplar os três segmentos da cadeia econômica dos recursos territoriais: **pesquisa e inovação** (geração de conhecimento), **desenvolvimento** (preparação para o aproveitamento) e **aproveitamento** (extração, processamento e transformação).

c) Estímulos Financeiros

Recomenda-se a implementação dos seguintes mecanismos de apoio financeiro a projetos e empreendimentos relacionados ao conhecimento e aproveitamento de recursos territoriais:

- Financiamento com opção de risco, para atividades de pesquisa e inovação;
- Financiamentos indexados a volume físico de produto;
- Constituição de *Fundos Setoriais de Investimento* orientados para a captação de recursos de investidores individuais e institucionais, nacionais e estrangeiros;
- Adequação de mecanismos de acesso aos mercados de capitais, às peculiaridades de projetos e empreendimentos de recursos territoriais, com ênfase nas PMEs;
- Promoção, junto às PMEs, dos fundos de investimento e demais programas de formação de capital de risco orientados para a pesquisa, a inovação e a produção; e
- Promoção do Programa de Crédito Produtivo Popular ("micro-financiamentos"), do Sistema BNDES junto aos pólos de PMEs e de PAs.

d) Estímulos Fiscais

O sistema proposto de estímulos fiscais deverá se fundamentar nos seguintes pressupostos:

- **Abrangência e Enfoque Sistêmico:** o sistema deverá contemplar o apoio a projetos e empreendimentos de pesquisa / inovação, desenvolvimento e aproveitamento / produção,.
- **Caráter dinâmico:** o sistema deverá ser submetido a ajustes periódicos, com base em análise *benefício / custo*, que permita monitorar os efeitos gerados, para a sociedade, em contrapartida ao ônus, por esta suportado, com a renúncia fiscal;
- **Diferenciação do Nível de Atratividade de Investimentos**, em função do produto e da região em que se localiza o projeto ou empreendimento, condicionando a renúncia fiscal a critérios de essencialidade e carência / dependência do produto, bem como de efeitos esperados de contribuição para o desenvolvimento regional sustentável.
- **Captação em Mercado:** o sistema proposto deverá priorizar a captação de recursos em mercado, atraindo capitais de investidores de portes e origens diferenciados.

Encontram-se a seguir designados os estímulos fiscais recomendados.

e) Estímulos a Investimentos em Pesquisa e Inovação

- Permissão para abatimento como despesa - para efeito de cálculo de imposto de renda - do valor de aquisição de ações em empresas que investem no conhecimento e aproveitamento de recursos territoriais;
- Permissão para abatimento como despesa - para efeito de cálculo de imposto de renda - do valor de aquisição de cotas em *Fundos Setoriais de Investimento em Recursos Territoriais*.

f) Estímulos a Investimentos na Incorporação de Ativos Intangíveis durante a Fase de Desenvolvimento de Empreendimentos de Aproveitamento de Recursos Territoriais

- Isenção de Imposto de Renda sobre lucros conseqüentes à incorporação de ativos intangíveis;
- Permissão para capitalização de até 50% do valor econômico de ativos intangíveis, sem qualquer efeito fiscal, destinando-se o valor remanescente a reserva de reavaliação.

g) Estímulos a Investimentos Durante a Fase de Extração, Processamento e Transformação de Recursos Naturais

- Permissão para que as despesas de capital no desenvolvimento do empreendimento sejam deduzidas no mesmo exercício ou submetidas à depreciação acelerada; e
- Redução de até 5% do imposto de renda a pagar, desde que o correspondente valor seja destinado à aquisição de cotas de *Fundos Setoriais de Investimento em Recursos Territoriais*, ou à formação de reserva para cobertura de gastos com: i) pesquisa e inovação; ii) formação e aperfeiçoamento de pessoal; e iii) recuperação ambiental.

Por último, cabe assinalar que o programa recomendado tem por referência modelos institucionais em vigor em outros países, sobressaindo o apoio á captação de capital de risco, em mercado de capitais. No Canadá, tal modelo favorece as empresas emergentes (*junior companies*) que atuam em exploração (pesquisa) mineral, petróleo, florestas e desenvolvimento de P&D&I.

Cabe também ressaltar que o modelo recomendado encontra-se concebido de acordo com uma abordagem sistêmica, buscando integrar o conhecimento e o aproveitamento de recursos territoriais segundo uma lógica de desenvolvimento das vocações e potencialidades regionais, assim como da verticalização e da geração de efeitos de encadeamento.

12. Infra-estrutura de Energia e Transportes

O presente item caracteriza e consolida as principais demandas em termos de Infra-estruturas de Energia e Transporte que deverão resultar da expansão e melhoria de competitividade e sustentabilidade das cadeias produtivas de transformação mineral, estando assim segmentado:

- Segmentos de Transformação Associados a Atividades de Mineração: 9 segmentos, também abordados no RT-78
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Metálicos: 10 cadeias produtivas
- Cadeias de Transformação de Recursos Minerais Não-Metálicos: 10 cadeias produtivas

12.1. Segmentos de Transformação Associados às Atividades de Mineração

12.1.1. Energia

Nos aspectos relativos a Energia e Transporte, destacam-se as seguintes observações relativas aos segmentos analisados:

- **Argila para Cerâmica Vermelha:** Segundo o RT-32, ganhos significativos de produtividade e de sustentabilidade poderão ser obtidos com a implementação de um programa de estímulo à eficiência energética. Cabe também conceber medidas de apoio e estímulo à concepção e realização de projetos inovativos para a produção de energia alternativa para a indústria de cerâmica vermelha, em substituição ao insumo atual (lenha de reflorestamento e nativa).
- **Rochas Ornamentais e de Revestimento:** O porto de Vitória continua liderando as exportações brasileiras de rochas ornamentais, embora os portos do estado do Rio de Janeiro estejam incrementando sua participação. Ainda segundo o RT-33, é necessário adequar o complexo portuário de Vitória, para operações de carga de rochas ornamentais. É também necessário “melhorar a oferta de navios e *containers*, para produtos de rochas ornamentais, principalmente nos portos do Espírito Santo e Rio de Janeiro”.
- **Gipsita:** O RT-34 assinala que no segmento da gipsita, verifica-se a utilização de energia elétrica no acionamento dos equipamentos de beneficiamento, predominando, na lavra, o uso do óleo diesel e, na calcinação, o da lenha.
- **Crisotila - Fibrocimento:** O RT-35 registra que o consumo de energia elétrica é da ordem de 50 kWh/ t de fibro-cimento (11 tep/ t), e participa com cerca de 3% do custo de produção. O setor de fibro-cimento com crisotila consumiu 22 milhões de tep em 2008. Assinala também que os custos logísticos têm um impacto acentuado no preço ao consumidor final.
- **Titânio:** O RT-36 ressalta que com o objetivo de atenuar o grande consumo de energia requerido pelo processo Kroll, estão em desenvolvimento procedimentos de eletrólise com sais fundidos.
- **Gemas Coradas:** Segundo o RT-56, o consumo de energia é diferenciado para cada tipo de gema e, salvo exceções, não é controlado pelas poucas empresas legalmente constituídas e muito menos nos garimpos.
- **Água Mineral:** Objetivando a redução de custos de energia, muitas empresas vêm implantando geradores a óleo diesel, para uso principalmente em horários de pico, conforme ressalta o RT-57.

12.2. Cadeias Produtivas de Transformação Metálica

Nos aspectos relativos à Energia, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias de transformação de metálicos:

- **Cadeia do Aço:** Quanto aos aspectos energéticos relacionados à redução - seja pela rota do forno elétrico (FEA) ou pela rota do alto forno a carvão mineral / coque (BOF) - o CGEE assinala que, no Brasil, assim como no restante do mundo, o consumo de energia e a emissão de CO₂ são questões acopladas na siderurgia. O RT-58 também ressalta que, tendo em vista a baixa possibilidade de contrair o consumo de energia e a emissão de gás de efeito estufa, nas rotas convencionais de produção de aço - existe hoje um entendimento quase consensual de que contrações acentuadas só poderão ocorrer com a adoção de novas tecnologias de redução.

- **Cadeia do Ferro-Gusa:** O RT-59 assinala que em muitas unidades, a energia elétrica é fornecida por usinas termoeletricas próprias, com aproveitamento dos gases de alto-forno. O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), do MME, deve ser considerado como dispositivo de suporte às iniciativas de aproveitamento energético associado à carbonização da madeira, bem como à instalação de sistemas de co-geração. A oferta de GN nacional ainda não é suficiente para o abastecimento do mercado, estando condicionada às perspectivas dos campos das bacias de Santos (SP) e de Campos (RJ) e do *pré-sal* ou ainda do gasoduto da Venezuela, para atender a região norte, ou o da Bolívia, para a região sudeste.
- **Cadeia dos Ferroligas:** Conforme destacado no RT-60, as empresas produtoras de ferroligas têm hoje, uma capacidade instalada de cerca de 650 MW. A produção própria de energia corresponde a menos de 5% dessa capacidade. No período 1998 a 2007, o consumo de energia elétrica na indústria de ferroligas cresceu à taxa de 3,2% a.a., de 5,7 milhões MWh, para 7,6 milhões MWh. A energia elétrica participa com 35% dos custos de produção, sendo o principal insumo utilizado para a produção de ferroligas.
- **Cadeia da Fundição:** O RT-61 destaca que o segmento de Fundição é intensivo no consumo de energia elétrica. Em 2008 para uma produção de 3,350 milhões de toneladas de peças, consumiu 3,28 milhões de MWh, numa média bem próxima de 1.000 kWh por tonelada produzida.
- **Cadeia do Alumínio:** Conforme assinala o RT-62, a garantia de fornecimento de energia com tarifas estáveis é a base para a expansão da indústria. No Brasil, a matriz energética da indústria do alumínio está na hidroeletricidade, enquanto no resto do mundo são os combustíveis fósseis, que predominam no abastecimento da produção do metal. Segundo a ABAL, pelo menos 31% da energia usada na produção do alumínio são oriundos de cotas de geração das próprias empresas produtoras.
- **Cadeia do Cobre:** Segundo o RT-63, entre 2003 e 2009, o consumo unitário de energia elétrica e de gás natural, na planta da Caraíba Metais, evidenciou redução, respectivamente, de 1.729 para 1.442 kWh/ t de cobre produzido e de 181 para 152 mil m³/ t de cobre produzido..
- **Cadeia do Zinco:** O RT-65 assinala que as operações de fusão e refino de concentrados de minério sulfetado ou silicatado, através de processos hidrometalúrgicos, são intensivas em energia - principal insumo desta cadeia produtiva. Ressalta também que cerca de 85% da atual demanda energética da VMZ é suprida por geração própria.
- **Cadeia do Chumbo:** Conforme apontado pelo RT-66, grande parte das unidades metalúrgicas que reprocessam o chumbo localizam-se na região centro-sul do país. Tais usinas exigem emprego intensivo de energia elétrica, o que introduz um fator de alerta para os planejadores do setor energético, tendo em vista a intensificação prevista de recuperação de chumbo, no futuro.
- **Cadeia do Estanho:** Segundo o RT-67, o consumo de energia de plantas operadas com eficiência e com minério de boa qualidade está na faixa de 1.600 – 2.000 kWh/ t de estanho.

12.2.2. Transporte

Nos aspectos relativos a Transporte, destacam-se as seguintes observações com relação às cadeias de transformação de metálicos:

- **Cadeia do Aço:** O RT-58 assinala que as vias rodoviárias e ferroviárias - de ligação das siderúrgicas às fontes de minério, ao mercado consumidor e aos portos para recebimento do carvão mineral e escoamento dos produtos siderúrgicos - estão hoje relativamente adequadas aos atuais volumes deslocados. A expansão da produção siderúrgica para 80 milhões t, em 2030, exigirá modernização dos atuais sistemas de transporte, assim como novas construções para adequar a logística às demandas futuras.
- **Cadeia do Ferro-Gusa:** Conforme assinalado no RT-59, o pólo produtor de Minas Gerais se localiza em região dotada de boa infra-estrutura de transporte, seja para efeito de suprimento de insumos ou para escoamento da produção em direção ao mercado interno e de exportação. Ressalta que a região é servida por ferrovias, tais como a FCA (acesso às regiões Nordeste e Centro-Oeste e ao porto de Angra dos Reis); EFVM (liga o centro do estado ao complexo portuário de Vitória - ES); e MRS (interliga os três principais centros industriais do país e acessa os portos de Rio de Janeiro, Sepetiba e Santos). No pólos produtores de Marabá e Açailândia, destaca-se a EFC, que liga o complexo mineiro de Carajás (VALE) ao terminal marítimo de Ponta da Madeira, na Baía de São Marcos, no Maranhão. Ressalta-se também que os rios Tocantins e Araguaia poderão oferecer excelente alternativa de transporte hidroviário.

- **Cadeia da Fundição:** Conforme assinalado no RT-61, no segmento de fundição, destacam-se os seguintes fluxos de transporte: **i) Gusa:** de Minas Gerais para São Paulo e Sul; **ii) Sucata:** do sudeste para o Sul; e **iii) Peças Fundidas:** do Sul e de Minas para São Paulo. Apesar dos custos elevados do modal rodoviário, o segmento de fundição não pode contar com as ferrovias para seu transporte de materiais e de produtos, pois não há oferta competitiva em prazo de entrega neste segundo modal. Preocupa ainda a ineficiência da maioria dos portos brasileiros no manuseio dos produtos e dos materiais da Cadeia de Fundição. O porto de São Francisco do Sul – SC atende de forma satisfatória às exportações da TUPY, maior fundição do país, mas, não se mostra adequado ao recebimento de gusa, que poderia advir dos portos do Maranhão e do Pará, nem para o manuseio de sucata.
- **Cadeia do Níquel:** Segundo o RT-64, a logística de escoamento dos produtos de níquel está baseada essencialmente no modal rodoviário.

12.3. Cadeias Produtivas de Transformação Não-Metálica

Nos aspectos relativos à Energia e Transporte, destacam-se as seguintes observações relativas às cadeias de transformação de não-metálicos:

- **Cadeia do Cimento:** Segundo o RT-68, em 2007, verificou-se a seguinte composição do consumo de energia na indústria de cimento: Coque de petróleo (68%), Eletricidade (11%), Carvão vegetal (7%), Carvão mineral (2%), Óleo combustível (1%), Outros (11%). Levantamento realizado em 2003, evidenciava o seguinte consumo médio de energia na indústria do cimento brasileira: **i) térmica:** 825 Kcal / kg de clínquer; e **ii) elétrica:** 107 kWh / t de cimento. Comparativamente a outros países, o Brasil apresenta-se competitivo, no que se refere ao consumo de energia na indústria de cimento. O RT-68 também assinala que a otimização da logística na indústria do cimento exige a localização das fábricas perto das jazidas de calcário e do centro consumidor, pois o cimento tem uma baixa relação preço/ peso. Na distribuição do cimento no mercado nacional, verifica-se a predominância do transporte rodoviário, o qual responde por cerca de 93% da produção total transportada. O modal ferroviário participa com 4% e o hidroviário, com 3%.
- **Cadeia da Cerâmica de Revestimento:** O RT-69 ressalta que o setor de cerâmica de revestimento conta, em sua matriz energética, com o consumo de gás (essencialmente gás natural - GN) no processo de combustão para atomização, secagem forçada das argilas e queima, e energia elétrica na movimentação dos equipamentos das plantas industriais. O consumo total de energia é de 791.337 kcal/ t, o que corresponde ao consumo médio de 0,079 tep/ t de revestimento produzido. O RT-69 assinala também que o consumo energético é especialmente baixo nas indústrias Via Seca, seja em relação às plantas Via Úmida nacionais, ou em comparação às plantas européias.
- **Cadeia dos Colorifícios:** O RT-70 observa que o combustível utilizado no processo de fusão é o gás natural enriquecido com oxigênio. Estima-se que o consumo médio de GN se situa em torno de 240 m³/ t de fritas processadas. Convertendo esse consumo energético para kcal, obtém-se o valor de 2,35 milhões kcal/ t, o que equivale ao consumo de 0,23 tep/ t de fritas. Além da energia térmica, relativa à combustão de GN enriquecido, as plantas também consomem energia elétrica nas operações para composição dos produtos, o qual é pouco representativo no consumo total de energia.
- **Cadeia dos Refratários:** Segundo o RT-71, o consumo energético é fator relevante no custo das plantas de refratários. O consumo de óleo e GN estão normalmente vinculados a processos de queima, seja para produção e beneficiamento de matérias-primas, seja para manufatura de produtos acabados. Diferenciadas combinações de matérias primas, associadas a diferentes processos de suprimento e de produção, dificultam a obtenção de indicadores padrões de consumo de energia. Considerando os processos que demandam tratamento térmico, valores indicativos para o consumo de energia pela queima de combustíveis fósseis situam-se na faixa de 600 a 800 Mcal/ t, provindo principalmente de GN e do óleo pesado. Por outro lado, o consumo de energia elétrica está vinculado principalmente a equipamentos pesados, tais como moinhos, misturadores e prensas. Neste caso, valores indicativos situam-se na faixa de 150 a 200 kWh/ t de refratário produzido.
- **Cadeia da Cal:** O RT-72 assinala que os combustíveis utilizados na calcinação da rocha calcária para a produção da cal virgem podem ser óleos combustíveis; carvão mineral; carvão vegetal, granulado ou em pó; coque de petróleo; GN; lenha e seus derivados, na forma de toras, cavacos ou serragem; combustíveis não-convencionais, para uso em co-processamento, desde que sua utilização seja submetida à aprovação prévia e ao controle do órgão ambiental competente. A matriz energética do setor é dinâmica, podendo apresentar variações

significativas ano a ano. O combustível mais utilizado é o coque de petróleo (30%), GN (20%), lenha (20%), óleo combustível (20%) e carvão (10%). O consumo de combustível varia de acordo com o tipo de forno utilizado.

- **Cadeia dos Abrasivos:** O RT-73 assinala que o consumo específico de energia elétrica no processo é alto, o que suscita preocupações a respeito do preço e da disponibilidade da mesma nos próximos anos, o que já tem provocado adiamento de investimentos. No caso do carvão de silício, o consumo médio de energia é de 7 a 9 kWh/ kg e, no da alumina eletrofundida, de 3,3 kWh/ kg de material obtido.
- **Cadeia das Louças Sanitárias:** O RT-74 assinala que a indústria de louça sanitária conta, em sua matriz energética com o consumo de combustível (essencialmente GN) no processo de combustão para secagem e queima das peças, e energia elétrica na movimentação dos equipamentos das plantas. Ressalta também que o consumo total de energia equivale a 0,30 tep/ t de louças sanitárias produzidas e observa que a maior parte das plantas industriais brasileiras opera com padrão de consumo similar às indústrias dos principais produtores mundiais, como China, México, Turquia e Bulgária.
- **Cadeia das Louças de Mesa:** Em 2 empresas do setor, o RT-74A detectou os seguintes parâmetros relativos ao consumo de energia: 35.000 m³ de GN / mês ao custo de R\$ 1,60/ m³.
- **Cadeia dos Fertilizantes:** O RT-75 assinala que o desenvolvimento do setor de fertilizantes condiciona-se, dentre outros fatores, à melhoria da logística de transporte e à diminuição dos encargos portuários.
- **Cadeia da Indústria Química:** Como fator de diferenciação de atratividade e de competitividade, o RT-76 pontua a disponibilidade de energia com custos competitivos internacionalmente; Disponibilidade de infraestrutura de suporte operacional e de serviços especialistas; Meios e infra-estruturas de transporte modernos e ágeis; e Custos de infra-estruturas não superiores à média internacional.

12.4. Consolidação

Encontram-se destacadas, no presente item, outras questões de caráter geral relativas a Energia e Transporte que condicionam ou que podem vir a condicionar a expansão, a competitividade e a sustentabilidade das diferentes cadeias de transformação.

Iniciando pelas oportunas e consentâneas reflexões do Prof. Carlos Lessa, em entrevista ao JE (Jornal dos Economistas, de agosto/ 2009) - da análise consolidada dos aspectos relacionados a Energia e Transporte, sobressaem considerações estratégicas que devem nortear, de forma geral, as políticas e planos de ação para as cadeias de transformação mineral:

- **Matriz Energética / Planejamento Energético:** Lessa (2009) observa que “a qualidade da matriz energética brasileira é admirável. Estamos mais próximos do que qualquer outro país do planeta da utopia da sustentabilidade: progredir sem diminuir a perspectiva da população brasileira do futuro”. Assinala que, em 2006, as fontes de energia não-renováveis (petróleo, gás natural, carvão mineral e urânio) foram responsáveis por 45,1% do consumo nacional de energia expresso em TEP (tonelada equivalente de petróleo), enquanto as fontes renováveis (hidráulica, lenha, cana de açúcar) respondiam por 54,9%. No mundo, tal participação é de 86,8% para as fontes não-renováveis e de 13,2% para as renováveis. Ressalta também ser “espetacular a vantagem brasileira de utilizar, para a geração de energia elétrica, 75,7% de origem hidráulica, enquanto que no mundo, apenas 16,1% desse tipo de energia provêm de recursos hídricos”. Enfatiza ainda ser necessário “afastar a tendência à produção de termoelectricidade. A boa aposta estratégica para o Brasil é ampliar o aproveitamento hidráulico e não considerar a abundância de petróleo do Pré-Sal como uma alternativa cômoda e de rápida instalação
- **Matriz Logística Planejamento de Transporte:** Lessa (2009) assinala que “ao contrário da excelência de nossa matriz energética, temos uma péssima matriz de transporte, responsável por elevados níveis de fretes internos. Transportamos a maioria de nossas cargas pelo modal rodoviário. Proporcionalmente, somos o maior consumidor relativo de diesel em nível mundial. Simultaneamente, prevalece, no transporte urbano de passageiros, a utilização de veículos movidos a derivado de petróleo. Esta matriz de transporte impõe ao consumo interno fretes elevados que reduzem o poder de compra da população. O frete rodoviário é quatro vezes o ferroviário em deslocamentos de longa distância. O transporte aquaviário é ainda bem inferior ao ferroviário. Nos EUA, transportes consomem 8,9% do PIB, enquanto no Brasil consomem 13%”. Observa também que “o Brasil dispõe

de 17 mil km de costa marítima, aonde se situam sete regiões metropolitanas e três grandes redes fluviais. Temos um intenso tráfego rodoviário consumindo petróleo em vez de utilizarmos a navegação de cabotagem”.

- **Participação do Custo de Energia no Custo de Produção:** Em diferentes segmentos de transformação mineral, as despesas com energia participam significativamente do custo total de produção, sobressaindo, conseqüentemente, a constatação de que o fortalecimento da posição competitiva de tais segmentos necessita, por um lado, de uma eficiente gestão empresarial - em prol do uso racional e da economia de energia - e, por outro, de um posicionamento de políticas públicas fundamentadas na garantia de suprimento e na adoção de mecanismos diferenciados de tarifação que atendam às peculiaridades setoriais e que reconheçam se tratar de atividades situadas na base das grandes cadeias produtivas da economia e que, portanto, possuem um grande poder de propagar os benefícios de eficiências estruturais, assim como de reverberar efeitos de ineficiências e de impactos inflacionários.
- **P&D&I e Eficiência Energética / Logística:** Esforços concentrados de P&D&I na busca incessante por otimizações de desempenho energético e logístico nas cadeias de transformação mineral tende a se afirmar, cada vez mais, como fator decisivo para a competitividade e a sustentabilidade de seus produtos, notadamente mediante a superação de efeitos e impactos associados a três expressivas e inexoráveis tendências a seguir assinaladas:

TENDÊNCIAS, EFEITOS E IMPACTOS AMBIENTAIS PREVISÍVEIS ILUSTRAÇÃO 12.1



Fonte: Calaes (2005), a partir de Pimiento (2000).

- **Logística e Competitividade:** Por se tratar essencialmente de fornecedora de insumos básicos e devido às suas característica de rigidez locacional e de exaustão progressiva de depósitos mais ricos e mais próximos a mercados - a indústria mineral lida fundamentalmente com o deslocamento de grandes e crescentes volumes a distâncias cada vez mais acentuadas. Conseqüentemente, a busca de soluções logísticas de eficiência crescente e custos decrescentes reflete uma das diretrizes de ação para o planejamento estratégico competitivo e sustentável das cadeias de transformação mineral.
- **Energia e Competitividade:** Além de incorporar o impacto energético implícito no desafio da logística, o planejamento energético torna-se, a cada dia, um vetor mais decisivo para a competitividade, não apenas em razão de seu crescente custo específico, mas principalmente, da tendência que se alarga nas cadeias da indústria mineral, de uma utilização mais intensiva de energia, em conseqüência à queda progressiva de teores médios dos depósitos minerais e de exigências cada vez mais severas em padrões de qualidade de produtos, inclusive no que se refere à minimização de teores de elementos nocivos / deletérios.

13. Conclusões Gerais

Cabe finalmente consolidar as conclusões gerais do presente relatório, segundo grandes temas relacionados aos objetivos do estudo empreendido:

13.1. Investimentos

As projeções efetuadas de investimentos nos 29 segmentos e cadeias de transformação mineral analisados, para o período 2010 a 2030, evidenciaram crescimento à taxa de 4,1% a.a. e valores totais acumulados da ordem de R\$ 255 bilhões. Sobressaem as seguintes conclusões comuns a determinadas cadeias produtivas:

- Com base em racionalização de investimentos, evidencia-se oportunidades de melhoria de competitividade, através da coletivização de sistemas e processos operacionais, mediante a cooperação entre empresas.
- Presumindo que a postura de Estado Indutor do Desenvolvimento Regional Sustentável, seja um dos principais fundamentos da política mineral a ser reafirmada com o Plano Duodecenal, cabe assinalar que a efetivação dos investimentos consolidados no presente estudo dependerá essencialmente de uma estratégia de estimulação dos agentes de mercado, a começar pela consistente promoção de investimentos e atração de investidores. .
- Ainda em sintonia com a postura de Estado Indutor, a efetivação dos investimentos consolidados, com a máxima eficácia em termos de contribuições para o Desenvolvimento Regional Sustentável, dependerá sensivelmente de uma estratégia de orientação e assistência aos agentes de mercado, mediante sinalização de perspectivas e tendências relativas a mercados, tecnologias e processos de acesso e aproveitamento de recurso naturais, além de mecanismos de organização, planejamento e gestão da produção e da comercialização.

13.2. Recursos Humanos

Ao longo dos 20 próximos anos, as atividades de transformação mineral poderão responder pela geração de cerca de 1,2 milhões de novos postos de trabalho, dos quais 120 mil de profissionais de nível superior e 168 mil de nível médio. Tais estimativas se referem tão somente às necessidades de pessoal para suprir os novos postos de trabalho a serem gerados com a expansão da produção nos 29 segmentos e cadeias produtivas envolvidos, não incluindo, portanto, a demanda de reposição de mão-de-obra em postos de trabalho existentes e vacantes. Caso incluído o contingente requerido para preenchimento de vacâncias, a demanda efetiva de recursos humanos, será da ordem de 1.475 mil novos cooperadores, compreendendo 306 mil de reposição (21%) e 1.169 mil (79%) para novos postos de trabalho.

Da análise consolidada dos aspectos relacionados a Recursos Humanos nos 29 RTs analisados, sobressaem as seguintes conclusões comuns a determinados segmentos/ cadeias produtivas:

- **Acesso aos meios de atualização:** Nos segmentos e cadeias produtivas de transformação mineral, em geral, notadamente naqueles em que se destaca a presença de MPMEs, verifica-se a importância de se promover o acesso aos meios de atualização tecnológica e gerencial, como condição indispensável para expandir os padrões de competitividade e de sustentabilidade.
- **Qualificação de Pessoal:** Evidenciou-se a necessidade de vigorosas ações de governo no sentido de ampliar e consolidar a oferta de profissionais de nível médio com perfil para a mineração e a metalurgia, fazendo-se também necessário ampliar a rede de escolas profissionalizantes e criar centros de treinamento para qualificação de pessoal voltado à atividade mineiro-metalúrgica.
- **Melhoria de produtividade:** a adoção de modernas técnicas de planejamento e gestão da produção tem aumentado sensivelmente a produtividade da mão de obra em determinadas cadeias produtivas de transformação metálica.

13.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)

Da análise consolidada dos aspectos relacionados a P&D&I, verifica-se que inúmeros processos e fenômenos, relativos à geração e difusão de conhecimento de mercado e de tecnologia, condicionam os

indicadores de competitividade e de sustentabilidade de determinados segmentos e cadeias de transformação:

- Dentre os segmentos analisados, verificam-se diferentes exemplos de dualidade tecnológica, em que se evidenciam acentuados gaps entre as MPEs e as empresas de porte médio e avançado, notadamente no que se refere a capacitações e instrumentações tecnológicas e gerenciais e, conseqüentemente, nas correspondentes condições de competitividade e sustentabilidade..
- A descoberta de novos depósitos de características preferenciais e/ou de novos processos que substituam ou alterem as condições de competitividade de determinados produtos e respectivas cadeias de suprimento, assim como instabilidades conjunturais e/ou geopolíticas que ocasionem reversões nas condições de competitividade entre determinadas regiões - constituem desafios típicos com que se defrontam as empresas da indústria mineral. O Brasil que vem se afirmando como país de destaque na indústria mineral mundial, deve se preparar para enfrentar situações de sobre-oferta, diante às quais disponibilidades excedentes de recursos e reservas não constituem, isoladamente, fator suficiente para viabilizar a penetração ou a expansão de fluxos comerciais no mercado global.
- Num mundo em que os ciclos de geração e difusão de conhecimento e inovação assumem amplitude cada vez menor, e em que as interações entre os geradores e difusores de conhecimento vêm se acelerando em velocidade cada vez maior, com suporte em novas tecnologias de informação e de comunicação - a obsolescência e o feneçimento, assim como o nascimento e a consolidação de produtos e processos se tornam cada vez mais freqüentes. Diante a tal contexto, os competidores sofrem pressões cada vez mais acentuadas, não apenas no que se refere à intensificação de **investimentos** e sobretudo de **eficiência** no planejamento e gestão de P&D&I, como também na efetiva captura das conseqüentes oportunidades, para o que se faz necessária a adoção de competentes sistemas e processos de planejamento estratégico.
- A ocorrência ou perspectiva de substituição por bens substitutivos ou concorrentes é uma das mais sérias ameaças com que se defronta o produtor de bens e serviços. No caso da empresa de mineração, tal ameaça se impõe com relativa freqüência, como resultado não apenas de atividades de P&D&I, como também da descoberta e viabilização de novos depósitos minerais com características mais atraentes, sob o ponto de vista técnico-econômico, relativamente aos de empreendimentos concorrentes.
- Cabe também assinalar a existência de movimentos de inovação condicionados, em que uma determinada tecnologia só se incorpora efetivamente ao mercado (inovação), uma vez viabilizada uma outra tecnologia de produto ou processo. Como exemplo, assinala-se o caso do diamante sintético, material de notável dureza e resistência à abrasão, cuja utilização foi intensificada com o desenvolvimento dos superabrasivos. As superligas e revestimentos térmicos, agora amplamente usados na indústria aeroespacial e automobilística, podem ser retificados e usinados com eficiência com os novos abrasivos.
- Em todos os pólos de produção mineral, mas principalmente naqueles já reconhecidos como típicos APLs, processos tais como suprimentos, alocação de equipamentos, desenvolvimento de recursos humanos, e acima de tudo, P&D&I podem e devem ser coletivizados, mediante estratégias associativas que enfatizem a importância da cooperação e da interação dos empreendedores em busca de soluções comuns para resolução de entraves de caráter técnico, gerencial e financeiro, que recaem, sobretudo, sobre as MPEs de mineração.
- Nos segmentos/ cadeias produtivas associados ao Setor Cerâmico - *Argila para Cerâmica Vermelha e Cerâmica de Revestimento* - as “Centrais de Massa” constituem pré-requisito essencial para a competitividade e sustentabilidade sistêmica, uma vez que asseguram benefícios tais como de preparação de misturas balanceadas para os diferentes processos e produtos cerâmicos, com melhoria e maior controle da qualidade das matérias-primas. A implantação de Centrais de Massa deve ser acompanhada de laboratórios de caracterização tecnológica visando assegurar a obtenção de materiais mais qualificados. Ainda no Setor Cerâmico, no que se refere à Gestão de Resíduos - evidencia-se a perspectiva de se agregar, às massas cerâmicas, diferentes resíduos minerais, como por exemplo rejeitos de serragem de rochas para revestimento e os da produção de agregados (brita e areia). Tal perspectiva se estende também a resíduos de natureza orgânica, tais como os sólidos finos derivados de biomassa.
- A difusão dos processos de auditoria de qualidade e normalidade ambiental é fator cada vez mais decisivo para a manutenção e fortalecimento da posição competitiva das empresas, assim como para a sua imagem de responsabilidade social perante os diferentes *stakeholders*. Na indústria mineral brasileira, notadamente nos seus segmentos de transformação mineral, observa-se uma crescente conscientização quanto à importância de tais processos.

A partir da análise dos gargalos de caráter específico aos segmentos e cadeias de transformação

analisadas, foram destacadas 35 linhas de ação de P&D&I, das quais 12 comuns a dois ou mais segmentos/ cadeias de transformação. Dentre estas, encontram-se a seguir assinaladas 8 consideradas de maior significado diante aos propósitos do presente trabalho:

Linhas de Ação em P&D&I	Segmentos Ass. à Mineração	Cadeias Metálicas	Cadeias Não-Metálicas
Articulação de Centros de P&D c/ produtores		Estanho	Cerâm Revest., Coloríficos
Articulação produtor-fornecedor			Coloríficos, Refratários
Capacitação/ especialização de RHs	Gemas	Aço	
Centro de P&D focado	Titânio, Gemas e Diamantes		
Desenvolvimento de métodos e processos		Ferrogusa, Fundição e Níquel	
Educação ambiental/ Difusão de práticas	Gipsita, Crisotila, Água Mineral		Cal
Intensificar atividades de P&D/ Fomentar projetos		Aço, Chumbo	
Rede e programa focados	Quartzo e Diamantes	Chumbo	Cimento

13.4. Bens de Capital e Serviços

Da análise dos aspectos relacionados a Bens de Capital e Serviços de Engenharia, nos 29 segmentos analisados, sobressaem as seguintes conclusões gerais comuns a determinadas cadeias produtivas:

a) O Desafio da Expansão do Parque Produtor de BC e SE

- Em qualquer dos três grupos de segmentos/ cadeias de transformação analisados nesta relatório, a participação da oferta interna sobre a demanda agregada de BC e SE poderá se alargar na hipótese de implementação de ações coordenadas que superem certos conflitos de interesse entre produtores e consumidores.
- A mediação de tais conflitos pode ser implementada através da boa interação entre produtores e fornecedores, com a participação das respectivas representações empresariais, buscando acenar o potencial de mercado interno a ser conquistado, com substituição a importações, e em contrapartida a um esforço de capacitação / expansão que pode ser apoiado pelas agências de fomento.
- Tal esforço de negociação de entendimentos deve ser fundamentado em um plano estratégico que projete, não apenas os cenários de demanda interna, como os de exportação, levando-se em consideração as sinergias que podem emergir em campanhas de promoção de exportações fundamentadas na tradição que o país acumula em respectivos segmentos/ cadeias de transformação, e nas identidades e facilidades de acesso do país a determinados mercados potenciais, tais como os de países sul-americanos, africanos e de determinadas nações asiáticas.

b) O Desafio da Escala de Mercado:

- Em determinados segmentos / cadeias de transformação mineral observa-se que a capacidade incipiente de oferta de máquinas e equipamentos por parte do parque nacional de bens de capital encontra-se associada à baixa dimensão da demanda nacional, a qual não estimula a mobilização de investimentos na ampliação de capacidade e no desenvolvimento de produtos e processos.
- Em certas situações, a “armadilha” de escassez de oferta é ocasionada pelos próprios demandantes / usuários de máquinas e equipamentos, ao optar pela produção de seus próprios equipamentos com ilusórias vantagens competitivas, que geralmente mascaram deficiências tecnológicas. Em outras situações, os demandantes / usuários bloqueiam os fornecedores domésticos, diante a vantagens de similares importados, em análises comparativas muitas vezes duvidosas, e que conduzem a conclusões de certa rigidez temporal.
- Em qualquer uma das situações assinaladas, verifica-se um **círculo vicioso**, que pode ser revertido para **processo virtuoso**, mediante uma melhor articulação entre os segmentos de oferta e demanda, suportados por diagnósticos lúcidos realizados sob auspícios de entidades representativas das empresas e em que sejam identificadas e propostas as medidas de estímulo para eliminação da “armadilha” de escassez da oferta.

c) O Desafio da Inadequação Tecnológica da Oferta

- Em diferentes segmentos produtivos, a expansão e modernização do parque de processamento exige aquisições de máquinas e equipamentos, com deficiências de suprimento interno e, conseqüentemente, requerendo medidas de fortalecimento da oferta doméstica e/ou regimes especiais de importações (ex-tarifários).

13.5. Incentivos

A projeção consolidada dos valores estimados relativos aos 29 segmentos e cadeias de transformação (metálica e não metálica), no período 2010 a 2030, evidenciou valores da ordem de R\$ 127 milhões, para Financiamentos e de R\$ 13 milhões para Incentivos.

Retomando as considerações assinaladas no Capítulo 2 do RT-04 (*“Evolução do Mercado Mineral no Brasil a Longo Prazo”*), de 2009, bem como no Capítulo 10 de *“Planejamento Estratégico, Competitividade e Sustentabilidade na Indústria Mineral: Dois Casos de Não-Metálicos no Rio de Janeiro”* (Calaes, 2005/ 06) - as conclusões gerais relativas à Política de Incentivos incorporam e ressaltam as seguintes diretrizes a serem consideradas na proposição de estímulos consentâneos com as características, demandas e perspectivas apresentadas pelos segmentos e cadeias de transformação mineral:

- Intensificação da geração de conhecimento e inovação relacionados à base de recursos naturais;
- Difusão das vocações e oportunidades oferecidas pelos ambientes geo-mineiros do país;
- Atração de investimentos e apoio a projetos sintonizados com o desenvolvimento sustentável;
- Estimulação de investimentos em sintonia com modelos de referência, no que se refere a:
 - . **novos sistemas de organização da produção**, com destaque para a implementação de APLs;
 - . **novos padrões de estruturação financeira**, enfatizando: a) alocação de capitais de risco em PMEs, em atividades de pesquisa e inovação voltadas ao conhecimento e aproveitamento de recursos naturais; e b) mecanismos de financiamento lastreados no valor de ativos intangíveis ou produto da atividade mínero-industrial.

No que se refere aos APLs, deve-se considerar a perspectiva de transformação de determinados pólos de atividade mínero-industrial, de forma a propiciar a aglutinação e a sinergia entre os agentes de produção, objetivando a qualificação de mão de obra, a melhoria de desempenho tecnológico e gerencial, o aumento da produtividade e a redução de custos e riscos operacionais, com decorrentes efeitos para a competitividade e para o desenvolvimento regional sustentável.

Cabe também assinalar a necessidade de estruturar um sistema de atração de capitais para as atividades de pesquisa e de inovação, de desenvolvimento e de produção (extração, processamento e transformação mineral), que contemple não apenas a introdução de mecanismos de promoção de investimentos em atividades geradoras de conhecimento (pesquisa e inovação), como também a utilização de ativos intangíveis (propriedades minerais e direitos tecnológicos) como instrumentos para a estruturação financeira de novos empreendimentos, seja na atração de capitais de risco ou no estabelecimento de garantias para a contratação de financiamentos.

Obviamente, para viabilização de tais objetivos, é necessário promover a padronização, segundo as melhores práticas internacionais, de procedimentos de auditoria técnica, de análise e de avaliação de ativos intangíveis, bem como de projetos e empreendimentos relacionados à extração, processamento e transformação mineral.

É também necessário estabelecer programas continuados de treinamento orientados para técnicas, procedimentos e melhores práticas de planejamento e gestão nas atividades de pesquisa, inovação e aproveitamento de recursos naturais. Tal programa deverá ser prioritariamente orientado para PMEs e PAs, visando facilitar o acesso dos mesmos, às novas oportunidades de estruturação financeira, a partir do consistente conhecimento e avaliação econômica de seus ativos intangíveis.

13.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes

Da análise consolidada dos aspectos relacionados a Energia e Transporte, sobressaem considerações estratégicas que devem nortear, de forma geral, as políticas e planos de ação para as cadeias de transformação mineral:

Participação do Custo de Energia no Custo de Produção: Em diferentes segmentos de transformação mineral, as despesas com energia participam significativamente do custo total de produção, sobressaindo, conseqüentemente, a constatação de que o fortalecimento da posição competitiva de tais segmentos necessita, por um lado, de uma eficiente gestão empresarial - em prol do uso racional e da economia de energia - e, por outro, de um posicionamento de políticas públicas fundamentadas na garantia de suprimento e na adoção de mecanismos diferenciados de tarifação que atendam às peculiaridades setoriais e que reconheçam se tratar de atividades situadas na base das grandes cadeias produtivas da economia e que, portanto, possuem um grande poder de propagar os benefícios de eficiências estruturais, assim como de reverberar efeitos de ineficiências e de impactos inflacionários.

Logística e Competitividade: Por se tratar essencialmente de fornecedora de insumos básicos e devido às suas característica de rigidez locacional e de exaustão progressiva de depósitos mais ricos e mais próximos a mercados - a indústria mineral lida, fundamentalmente, com deslocamentos de grandes e crescentes volumes, a distâncias cada vez mais acentuadas. Conseqüentemente, a busca de soluções logísticas de eficiência crescente e custos decrescentes reflete uma das diretrizes de ação para o planejamento estratégico competitivo e sustentável das cadeias de transformação mineral.

Energia e Competitividade: Além de incorporar o impacto energético implícito no desafio da logística, o planejamento energético torna-se, a cada dia, um vetor mais decisivo para a competitividade, não apenas em razão de seu crescente custo específico, mas principalmente, da tendência que se alarga nas cadeias da indústria mineral, de uma utilização mais intensiva de energia, em conseqüência à queda progressiva de teores médios dos depósitos minerais e de exigências cada vez mais severas em padrões de qualidade de produtos, inclusive no que se refere à minimização de teores de elementos nocivos / deletérios.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. Sustentabilidade e Território nas Ciências Sociais. In: HERCULANO, S.; FREITAS, C. M.; FIRPO, M. *Qualidade de Vida e Riscos Ambientais*. Rio de Janeiro: UFF, 1997, p.49-87 (ou Anais do VII Encontro Nacional da ANPUR, p. 1909-1934)
- ALBUQUERQUE, G.; CALAES, G. Estudo do Parque Produtor de Brita da RMRJ: Índices Preliminares de Sustentabilidade. In: VILLAS BÔAS, R.; BEINHOFF, C. (Ed.). *Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Mineral*. Rio de Janeiro: GEF, CBPq/CYTED, 2002, 564 p.
- APROMIN (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROFISSIONAIS DA MINERAÇÃO). *Subsídios para uma Política de Desenvolvimento Mineral*. Rio de Janeiro, 1989, 32 p.
- _____. *Estímulos a Investimentos em Atividade Mineral*. Rio de Janeiro, 1990. Mimeografado.
- BRESCHI, S.; MALERBA, F. Sectored Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries. In EDQUIST, C. (Ed.) *Systems of Innovation: Technology, Institutions and Organizations, Overview and Basic Concepts*. Londres: Pinter, 1997, cap. 6.
- BRITO, O. E. A. Recursos Minerais: Notas para Discussão. *Fundação João Pinheiro*. [S.l.], n. 6 (3), p. 32-37, mar. 1976.
- CALAES, G.D. *Mineração e Desenvolvimento Econômico*. 1988. Curso de Economia Mineral para o IBRAM e Seminário PLANFAP/DNPM/CENTRECON. Rio de Janeiro, 1988. Apostila.
- _____. Capital Externo e Desenvolvimento Brasileiro. In: *Economia Mineral do Brasil*. Brasília, 1995, p. 41 a 46.
- _____. *Elementos Estratégicos para Abordagem de Oportunidades Minerais Brasileiras*. 1995. 8 f. Palestra realizada no International Symposium on Brazilian Mining, Salvador, BA, nov. 1995.
- _____. Planejamento do Desenvolvimento. In: *Economia Mineral do Brasil*. Brasília, 1995, p. 11 a 30.
- _____. *Planejamento e Gerenciamento Econômico da Pesquisa e Produção Mineral*. 1995. Trabalho apresentado no Seminário em Economia Mineral, Rio de Janeiro, 1995. Apostila.
- _____. *Prospects and Challenges in the New Mining Investment Cycle in South América*. 1996. Palestra proferida no *Simposio Oro 96*, promovido por *Panorama Minero*, Buenos Aires, nov. 1996.
- _____. *O Que o Brasil Deve Fazer para Ter uma Mineração Tão Competitiva na Atração de Investimentos Quanto a Argentina e o Chile*. 1997. 15 f. Palestra realizada no VII Congresso Brasileiro de Mineração, Belo Horizonte, maio 1997.
- _____. Mineração e Globalização. *Revista de Escola de Minas*, [S.l.], n. 51, 2 p., jan./mar. 1998.
- _____. *Panorama de la Pequeña Minería en América del Sur*. 2000. Palestra realizada no Taller Panamericano Organización de la Pequeña Minería como un Medio para Combatir la Pobreza y la Marginalidad, Caracas, Venezuela, jul. 2000.
- _____. *Programa Nacional de Estímulos a Investimentos em Mineração*. 2001. Palestra realizada no 1º Seminário de Política e Economia Mineral, Brasília, ago. 2001.
- _____. *A Indústria Mineral na Era do Conhecimento*. 2002, 28f. Trabalho final da disciplina Firma e Tecnologia (Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional e Econômica) - Instituto de Economia; DG/IGEO/CCMN/UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.
- _____. *Desenvolvimento Sustentável do Mercado de Brita no Rio de Janeiro - Brasil: Planejamento Estratégico Participativo na Solução de Conflitos Locacionais*. 2003. Trabalho apresentado no III Seminário Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 2003.

_____. *Estudo Setorial de Rochas Ornamentais do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: Análise Estratégica e Plano de Desenvolvimento Sustentável*. 2003. Trabalho apresentado no III Seminário Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 2003.

_____. *O Planejamento Estratégico na Solução de Conflitos Locacionais: O Caso do Parque Produtor de Brita da RMRJ*. 2003, 39f. Trabalho final da disciplina Sustentabilidade e Cidade (Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional e Econômica), IPPUR; DGI/IGEO/CCMN/UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.

_____. *Histórico e Perspectivas de Evolução Macroeconômica Setorial da Economia Brasileira a Longo Prazo – Estudo técnico-econômico para J. Mendo Consultoria Ltda.*, parte integrante dos Estudos para Elaboração do Plano Duodecenal (2010 – 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, realizado pela SGM / MME, abr-mai/2009, 52 p.

_____. *Evolução do Mercado Mineral no Brasil a Longo Prazo – Estudo técnico-econômico para J. Mendo Consultoria Ltda.*, parte integrante dos Estudos para Elaboração do Plano Duodecenal (2010 – 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, realizado pela SGM / MME, abr-mai/2009, 77 p.

_____. *Evolução do Mercado Mineral Mundial a Longo Prazo – Estudo técnico-econômico para J. Mendo Consultoria Ltda.*, parte integrante dos Estudos para Elaboração do Plano Duodecenal (2010 – 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, realizado pela SGM / MME, mai-jun/2009, 111 p.

_____. *Análise Comparativa da Competitividade do Setor Mineral Nacional – Estudo técnico-econômico para J. Mendo Consultoria Ltda.*, parte integrante dos Estudos para Elaboração do Plano Duodecenal (2010 – 2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, realizado pela SGM / MME, mai-jun/2009, 98 p.

CALAES, G.D.; DRUMMOND, D. *The Brazilian Outlook for the Dimensional Stones Industry: A Quick Overview of a New Frontier of Business Opportunities for Canadian Junior Mining Companies*. 2005. Exposição apresentada para agentes financeiros, investidores e empresários canadenses. Toronto, Canadá, 2005. Power point.

CALAES, G D; NETTO, B.P.C.; AMARAL, J. A. G. *Estudo do Parque Produtor de Brita da Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro. 2002. 320 f. Estudo elaborado por ConDet Ltda. para o DGI / IGEO da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

CASSIOLATO, J.E. *A Economia do Conhecimento e as Novas Políticas Industriais e Tecnológicas*. In: *Informação e Globalização na Era do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999, p. 164-190.

CASSIOLATO, J.E.; BAPTISTA, M.A.C. *The Effects of Brazilian Liberalization of the IT Industry on Technological Capabilities of Local Firms*. In: *Information Technology for Development*. IDRC Canada: IOS Press, 1996.

CASSIOLATO, J.E.; LASTRES H.M.M. *O Foco em Arranjos Produtivos e Inovativos Locais de Micro e Pequenas Empresas*. In: CASSIOLATO, J.E.; LASTRES, H. M. M. e MACIEL, M. L. *Pequena Empresa: Cooperação e Desenvolvimento Local*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003, cap. 1.

CEPAL/UNCTAD. *El Tratamiento a la Inversión Extranjera en América Latina y el Caribe*. 1994. Trabalho apresentado no Seminário Regional sobre la Modernización de la Legislación Minera en América Latina y el Caribe. Havana, Cuba, 1994.

CHESNAIS, F.; SAUVIAT, C. *The Financing of Innovation-Related Investment in the Contemporary Global Finance-Dominated Accumulation Regime*. In: CASSIOLATO, J. E. *Systems of Innovation for Development in the Knowledge Era*. Londres: Edward Elgar, 2003.

COELHO, J.M. *Impactos da Reestruturação do Setor de Feldspato no Brasil sobre as Empresas de Pequeno Porte: Importância de uma Nova Abordagem na Análise de Investimentos*. 2001. 231f. Tese (Doutorado em Administração e Política de Recursos Minerais) Universidade de Campinas, Campinas, SP, 2001.

CONDET (CONSULTORIA DE EMPREENDIMIENTOS LTDA.). *Empresas Estrangeiras na Mineração Latino-Americana: Comportamento e Tendências do Fluxo de Investimentos*. 1994. 27 f. Estudo Multicliente, Rio de Janeiro, 1994.

_____. *Perspectivas de Investimentos de Empresas Estrangeiras na Indústria Mineral Brasileira*. Estudo Multicliente, Rio de Janeiro, 1995-1997.

_____. *Atração de Capital Estrangeiro para a Mineração na América do Sul: Análise Comparada dos Países: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Guiana, Peru e Venezuela*. 1996. 98 f. Estudo elaborado para o DNPM, Rio de Janeiro, 1996.

_____. *Análise da Competitividade do Brasil em Relação à África do Sul, Austrália, Canadá e Estados Unidos*. 1997. Estudo elaborado para o DNPM, Rio de Janeiro, 1997.

_____. *Estudo Setorial de Rochas Ornamentais do Estado do Rio de Janeiro: Diagnóstico e Plano de Ação*. 1999. 247 f. Elaborado para a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), Rio de Janeiro, 1999.

_____. *Diretrizes Estratégicas para o Fundo Setorial de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Mineração: Bases Estratégicas para a Implementação*. 2000. 65 f. Estudo elaborado para a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), 2000.

_____. *Promoção de Investimentos em Mineração: Exposição de Motivos e Ante-Projeto de Lei*. 2000. 55 f. Estudo elaborado para a SMM/MME, 2000.

_____. *Projeto Fertilizantes Fosfatados de Itaiaia Estudo Técnico-Econômico de Análise de Oportunidade de Investimento*. 2001. 67 f. Estudo contratado pela INB, Indústrias Nucleares do Brasil S.A., Rio de Janeiro, 2001.

CONSÓRCIO BRASILIANA. *Estudo dos Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento*. Relatório Síntese. Trabalho realizado para o BNDES, Brasília, maio 2000.

COUTINHO, L. G. Macroeconomic Regimes and Business Strategies: an Alternative Industrial Policy for Brazil in the Wake of the 21st Century. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. L. (Ed.). *Systems of Innovation for Development in the Knowledge Era*. Londres: Edward Elgar, 2003, Part 1, 12: 312-328.

DNPM (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL). *Potencial Econômico da Pesquisa de Ouro no Brasil*. Estudos de Política e Economia Mineral. Brasília, jul. 1991, 220 p.

_____. *Plano Plurianual para o Desenvolvimento da Mineração Brasileira (PPDM)*. Estudo. v.1. Brasília, 1994, 146 p.

_____. *Economia Mineral do Brasil*. Brasília, 1995, 279 p.

DOGGETT, M. *Incorporating Exploration in the Economic Theory of Mineral Supply*. 1994. 195f. Tese de Doutorado. Department of Geological Sciences, Queen's University, Kingston, ON, Canada, 1994.

FERREIRA, G.E. *Pequena Empresa: A Base para o Desenvolvimento da Mineração Nacional*, Rio de Janeiro: MCT/CNPq/CETEM, 1996.

FIRJAN (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO). *Estudo Setorial de Rochas Ornamentais do Estado do Rio de Janeiro: Sumário Executivo*. 1999. 27 f.

FOSTER, M.J. Scenario Planning for Small Businesses. In: *Long Range Planning*. Londres: [s.n.], fev.1993, v.26, n.1, p.123-129.

FREEMAN, C. A Hard Landing for the new Economy?: Information Technology and the United States National System of Innovation. In: CASSIOLATO, J.E., LASTRES, H.M.; MACIEL, M.L. (Ed.). *Innovation and Development in the Knowledge Era*. Londres: Elsevier, 2002.

FURTADO, C. *Subdesenvolvimento e Estagnação na América Latina*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira S.A., 1968.

GALBRAITH, J. K. *Desenvolvimento Econômico em Perspectiva*. [S.l.]: Fundo de Cultura, 1962.

- GERTLER, M. S. Between the Global and the Local: The Spatial Limits to Productive Capital. In: COX, K. R. (Ed.). *Spaces of Globalization: Reasserting the Power of the Local*. Nova Iorque: The Guilford Press, 1997.
- GIRAUD, P. N. *Geopolitique des Ressources Minières*. Paris: Econômica, 1983.
- HADDAD, P. R. O Nordeste de Cada Um. *Gazeta Mercantil*, Rio de Janeiro. [2004?]
- HEALEY, P. Building Sustainable Futures in Small and Medium-Sized Cities in Europe. In: MEGA, V.; PETRELLA, R. (Ed.). *Utopias and Realities of Urban Sustainable Development: new Alliances between economy, environment and democracy for small and medium-sized cities*. Turin-Barolo, 1996, p. 21-19.
- HIRSCHMAN, A. *The Strategy of Economic Development*. New Haven: [s.n.]. Yale University, 1958.
- JOHNSON, B; LUNDEVALL, B.A. Promoting Innovation Systems as a Response to the Globalize Learning Economy. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. L. (Ed.). *Systems of Innovation for Development in the Knowledge Era*. Londres: Edward Elgar, 2003, Part 5, 3: 141-184.
- LASTRES, H.M.M.; FERRAZ, J.C. Economia da Informação, do Conhecimento e do Aprendizado. In: LASTRES, H.M.M.; ALBAGLI, S. (Org.) *Informação e Globalização na Era do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999, p. 27-57.
- LEITE, A.D. Sempre Pouco ... Sempre Tarde. *Jornal do Brasil*. Rio de Janeiro.[1980?]
- LUNDEVALL, B.; BORRÁS, S. *The Globalize Learning Economy: Implications for Innovation Policy*. Relatório com a contribuição de 7 projetos apoiados pelo *TSER Program*, DG XII, Commission of the European Union, 1997, caps. 6 a 9.
- LUNDEVALL, B.. The Learning Economy: Challenges to Economic Theory and Policy. In NIELSEN, K.; JOHNSON, B. (Ed.). *Institutions and Economic Change: New Perspectives on Markets, Firms and Technology*. Londres: Edward Elgar, 1998, cap. 2, p. 33-54.
- MACHADO, I. F. *Recursos Minerais: Política e Sociedade*. São Paulo: Edgar Buchler, PADCT/CNPq/PROMINÉRIO, 1990, 410p.
- MACKENZIE, B. W. *Economic Guidelines for Mineral Exploration and Mining Project Development*. Curso Economics of Mineral Exploration, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada, 1990.
- MANSELL, R.; WEHN, U. Innovation System and the Learning Process. In: *Knowledge Societies: Information Technology for Sustainable Development*, Oxford: OUP, 1998, cap. 3.
- MEADOW, D. *Limits to Growth*. Nova Iorque: Universe Books, 1972.
- MYTELKA, L. K. *Competition, Innovation and Competitiveness: Learning to Innovate under Conditions of Dynamic Industrial Change*. 1998. Trabalho apresentado à International Conference on The Economics of Industrial Structure and Innovation Dynamics, Centro Cultural de Belém, Lisboa, out. 1998. Mimeografado.
- PETIT, P. Structure and Development of a Knowledge Based Economy: The Policy Implications. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. L. (Ed.) *Systems of Innovation for Development in the Knowledge Era*. Londres: Edward Elgar, 2003, Part 1, 2: 37-60.
- PIMIENTO, E.V. Indicadores de Sostenibilidad y su Aplicación a las Empresas Mineras. *Gestión y Ambiente*, Medellín, Colombia, 2000, n. 4, p. 9-34.
- PORTER, M. E. *Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência*. 9 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.
- RAPPAPORT, A. *Creating Shareholder value: A Guide for Managers and Investors*. Nova Iorque: The Free Press, 1998.
- ROUSSEL, P.A.; SAAD, K.N.; BOHLIN, N. *Pesquisa e Desenvolvimento: Como Integrar P&D ao Plano Estratégico e Operacional das Empresas Como Fator de Produtividade e Competitividade*, [S.l.]: Makron Books, 1992, 198 p.

SACHS, W. Anatomía Política del Desarrollo Sostenible. *Democracia Viva*, [S.l.], n. 1, p. 96-117, nov. 1997.

SAD, J.; VALENTE, J. *Normas Nacionais e Internacionais para Classificação de Recursos e Reservas*. 2003. Trabalho apresentado no Seminário Nacional de Certificação de Reservas Minerais e Financiamento de Projetos de Mineração, Belo Horizonte, 2003.

SALOMÃO, E. P. *O Papel das Empresas de Consultoria e de Serviços no Desenvolvimento da Mineração Brasileira*. Trabalho apresentado em workshop promovido pelo DNPM. Brasília, 2003. Power point.

SANCHEZ, O.A. *The Ethics of Investing*. Conferência proferida no *Investing in the Americas*, Miami, EUA, 1995.

SILVA, E.B. *Infrastructure for Sustainable Development and Integration of South America*. Rio de Janeiro: CVRD, Bank of America, 1996.

SOUZA, P.A. *Impacto Econômico da Questão Ambiental no Processo Decisório do Investimento em Mineração*. 2000. 257 f. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

STORPER, M. Territories, Flows, and Hierarchies in the Global Economy. In: Kevin R. Cox (Ed.). *Spaces of Globalization: Reasserting the Power of the Local*, Nova Iorque: The Guilford Press, 1997, p. 19-41.

THOMSON, I.; JOYCE, S. *Mineral Exploration and the Challenge of Community Relations*. 1997. Trabalho apresentado na conferência e mesa redonda Mining and the Community, Banco Mundial Quito Equador, maio 1997.

Principais Sites consultados:

www.abm.org.br

www.andifes.org.br

www.André de Araújo .org.br/atividades/redirect.php?idProduto=2178 ???

www.anp.gov.br

www.bcb.gov.br

www.bndes.gov.br

www.cprm.gov.br

www.dnpm.gov.br

www.fgvdados

www.ibge.gov.br

www.ipeadata.gov.br

www.meg.com.ca

www.mme.gov.br

www.bndes.gov.br

www.cmconsultoria.com.br/vercmnews.php?codigo=33237

www.condet.com.br

www.cprm.gov.br

www.demet.ufmg.br/grad/main3.html

www.dnpm.gov.br

www.fgvdados

www.grupocalibracao.com.br

www.ibge.gov.br

www.ipeadata.gov.br

www.mme.gov.br

www.protec.org.br

www.seesp.org.br

www.weforum.org

www.wikipedia.org

www.worldbank.org

www.worldfactbook.org

ANEXOS

- I. ANÁLISE SÍNTESE DE SEGMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE MINERAÇÃO (VOLUME 2 – Em Separado)
- II. ANÁLISE SÍNTESE DE CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS METÁLICOS (VOLUME 3 – Em Separado)
- III. ANÁLISE SÍNTESE DE CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS (VOLUME 4 – Em Separado)
- IV. PLANILHAS DE CONSOLIDAÇÃO DA BASE QUANTITATIVA
– Vide Arquivo Excell: “RT-79 Planilhas”