



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

VOLUME 3 - ANEXO II

**CADEIAS DE TRANSFORMAÇÃO DE
RECURSOS MINERAIS METÁLICOS**

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

VOLUME 3 - ANEXO II

Apresentação

O presente documento integra o Relatório Técnico 79 / 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.

Através de análises sínteses de escopo padronizado e na seqüência dos dez capítulos compreendidos, encontram-se abordados aspectos relativos às seguintes cadeias produtivas de transformação de recursos minerais metálicos:

- Aço (RT-58)
- Ferro-Gusa (RT-59)
- Ferro-Ligas (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 Relatórios Técnicos (RT-58 a RT-67), 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 que integram o volume principal do presente relatório.

Em cada uma das 10 análises sínteses, a abordagem empreendida busca caracterizar, para a 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 e Incentivos (fatores tributários, marcos legais, financiamentos, etc.).

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 uma das 10 cadeias produtivas analisadas, 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.

Cumpram ainda destacar que as informações fornecidas pelos RTs foram revisadas com os respectivos autores e, sempre que possível, foram complementadas com novos elementos informativos.

ÍNDICE

1. Cadeia do Aço (RT-58)	1
1.1. Investimentos	3
1.2. Recursos Humanos	4
1.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)	4
1.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia	5
1.5. Incentivos	6
1.6. Infra-estrutura de Energia e Transporte	7
2. Cadeia do Ferro-Gusa (RT-59)	7
2.1. Investimentos	11
2.2. Recursos Humanos	11
2.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)	12
2.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia	14
2.5. Incentivos	14
2.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes	15
3. Cadeia de Ferroligas (RT-60)	16
3.1. Investimentos	18
3.2. Recursos Humanos	18
3.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)	18
3.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia	21
3.5. Incentivos	21
3.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes	21
4. Cadeia de Fundição (RT-61)	22
4.1. Investimentos	23
4.2. Recursos Humanos	24
4.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)	25
4.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia	25
4.5. Incentivos	26
4.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes	26
5. Cadeia do Alumínio (RT-62)	27
5.1. Investimentos	29
5.2. Recursos Humanos	30
5.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)	30
5.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia	31
5.5. Incentivos	31
5.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes	32
6. Cadeia do Cobre (RT-63)	32

6.1. Investimentos	34
6.2. Recursos Humanos	35
6.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)	36
6.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia	37
6.5. Incentivos	38
6.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes	38
7. Cadeia do Níquel (RT-64)	39
7.1. Investimentos	40
7.2. Recursos Humanos	41
7.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)	42
7.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia	43
7.5. Incentivos	43
7.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes	44
8. Cadeia do Zinco (RT-65)	44
8.1. Investimentos	46
8.2. Recursos Humanos	46
8.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)	47
8.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia	48
8.5. Incentivos	48
8.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes	49
9. Cadeia do Chumbo (RT-66)	49
9.1. Investimentos	50
9.2. Recursos Humanos	51
9.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)	52
9.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia	53
9.5. Incentivos	53
9.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes	54
10. Cadeia do Estanho (RT-67)	54
10.1. Investimentos	56
10.2. Recursos Humanos	56
10.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I)	57
10.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia	58
10.5. Incentivos	59
10.6. Infra-estrutura de Energia e Transportes	59

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 subsequente identificação de grandes depósitos de minério de ferro, objeto de conjecturas dos inconfindentes de 1789, que já almejavam a construção de unidades siderúrgicas na então província de Minas Gerais”.

“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 mínero-metalúrgico e das indústrias de bens de capital e de bens de consumo durável a ele associadas, atividades fundamentais da economia brasileira”.

Mercado Mundial: O RT-05 (Calaes, 2009) assinala que, “no período 2000 a 2008, a produção siderúrgica mundial cresceu à taxa de 6,4% a.a., enquanto a produção da China, crescia a 19,2% a.a.. Ressalta também que a participação das usinas integradas (BOF) na produção mundial de aço, que era de 65% em 2003, ascende a 69% em 2008. Entretanto, a produção em EAFs (usinas a forno elétrico) tende a se expandir em mercados com elevada geração de sucatas, como é o caso dos EUA e da Europa, os quais tendem a ser também grandes compradores de gusa sólido, do qual o Brasil se constitui importante exportador, com elevada posição competitiva”. Entre 1980 e 2007, o mundo quase dobrou a sua produção siderúrgica, ao expandi-la a uma taxa de 2,5% a.a.. A produção siderúrgica da China deverá continuar a crescer, embora com taxas inferiores às verificadas ao longo da última década. Índia e Brasil deverão apresentar altas taxas de crescimento, uma vez que os planos hoje considerados nos dois países projetam capacidade de produção de 164 milhões t e 80 milhões t, a serem alcançadas em 2020 e 2016, respectivamente. O RT-58 assinala duas perspectivas para o crescimento da produção mundial entre 2010 e 2030:

- taxa de 2,5% a.a. (verificada entre 1980 e 2007) – Produção mundial em 2030: 2.370 milhões t
- taxa de 6,8% a.a. (verificada entre 2000 e 2007) - Produção mundial em 2030: 6.000 milhões t

É interessante observar que o crescimento de 500 milhões t, da produção siderúrgica mundial, entre 2000 e 2007, foi originado em 60% da China, “35% de outros países emergentes e apenas 5% de desenvolvidos”, conforme assinala José Armando Campos (IBS/ ILAFA, jul/ 09), o qual também ressaltou que a China respondeu por 36% da produção em 2007, estando porém diante de sérios desafios relacionados à necessidade de consolidação de sua indústria siderúrgica, suprimento de matérias primas, inflação e poluição.

Consumo Nacional: O RT-58 assinala que, em 2007, o consumo aparente de aço no Brasil foi de 22,0 milhões t, sendo 13,4 milhões t de produtos planos e 8,6 milhões t de longos. Ressalta que o Brasil apresenta consumo per capita da ordem de 120 kg/ habitante/ ano, bem inferior ao de países como o Japão e EUA da ordem de 400 kg/ habitante/ ano ou o da China (270 kg/ / habitante/ ano). Registra ainda que, no período 1965 a 2007, o consumo nacional de aço evoluiu à taxa

média de 5,2% a.a., de 2,9 milhões para 25,1 milhões t, enquanto o crescimento mundial, no mesmo período, exibiu uma taxa média de crescimento de 2,6% a.a..

Produção Nacional: O RT-58 destaca que o Brasil ocupa a 9ª posição no *ranking* mundial dos produtores de aço, tendo passado de uma produção de 8 milhões t em 1975 para 34 milhões t em 2007. Assinala que, em 2007, o valor da produção siderúrgica brasileira foi da ordem de US\$ 32 bilhões (80% relativos a vendas no mercado interno e 20%, no externo) e a arrecadação de tributos e contribuições foi de US\$ 12 bilhões, ou o equivalente a 38% do faturamento.

Estrutura da Oferta: A produção brasileira de aço é realizada em 26 usinas (12 integradas e 14 semi-integradas), subordinadas a nove grupos empresariais. O setor siderúrgico nacional emprega cerca de 119 mil trabalhadores e evidencia uma produtividade de cerca de 300 t/ homem/ ano. Sob o ponto de vista da estabilidade da mão-de-obra, cumpre ressaltar que 45% do efetivo tem mais de 11 anos de trabalho no setor. Analisando a composição da produção, segundo processos e linha de produtos, verifica-se:

- 76% da produção brasileira de aço é originária de usinas BOF e 24%, de EAF (FEA).
- 58% da produção é de produtos planos e 42% de produtos longos.

Valor Adicionado: Em 2007, o valor adicionado do setor siderúrgico foi de R\$ 31 bilhões:

	R\$ milhões	%
• Receita Bruta (A)	72.426	100
• Insumos adquiridos (B)	41.926	58
• Valor adicionado bruto (C = A - B)	30.500	42
• Retenções (D)	4.096	6
• Valor adicionado líquido (E = C - D)	26.404	37
• Transferências (F)	4.666	6
• Valor adicionado a distribuir (G = E + F)	31.070	43

Comércio Exterior: Ao longo do período 1970 a 2007, verifica-se uma notável transformação na balança comercial brasileira de produtos siderúrgicos:

- **1970:** Déficit de US\$ 445 milhões (importação de US\$ 845 M e exportação de US\$ 400 M)
- **2007:** Superávit de US\$ 4,7 bilhões (exportações: US\$ 6,6 B e importações de US\$ 1,9 B).

Ainda em termos de comércio exterior, o RT-58 ressalta que os produtos vendidos ao mercado interno são produtos mais elaborados enquanto as vendas para o exterior estão mais concentradas nos aços semi-acabados com valores médios inferiores àqueles. Em 2000, as exportações de semi-acabados participavam com 65% das vendas externas e, em 2007, com 50%.

Projeção da Demanda Nacional: O RT-58, baseado no “Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico”, apoiado pelo IBS, projeta a demanda nacional, para 2030, em 47,5 milhões t, com base na taxa de crescimento de 3,4% a.a.. Projeta ainda, para 2030, o consumo per capita de 370 kg/ habitante/ ano.

Projeção do Mercado Nacional: Dispondo atualmente de uma capacidade instalada da ordem de 41 milhões t/ ano, o parque siderúrgico nacional investiu US\$ 14 bilhões, nos últimos sete anos. Por outro lado, o perfil de utilização do aço, as excepcionais condições competitivas para a sua produção no Brasil e, principalmente, os vetores estratégicos que alicerçam um novo ciclo de desenvolvimento da economia brasileira (agronegócios, automotivo, bens de capital, construção civil e utilidades domésticas) - delineiam fortes perspectivas de expansão do setor siderúrgico nacional. Neste contexto e considerando-se os projetos de implantação ou de expansão ora em curso, assim como os empreendimentos programados ou ainda em estudo, o RT-58 assinala que a capacidade instalada de produção de aço em 2030, deverá ser de 80 milhões t/ ano (70% na rota BOF e 30% na rota EAF), com a expectativa de que o mercado mundial, recuperado da crise de 2008, possa absorver uma disponibilidade de exportação de 33,1 milhões t.

Expansão de Capacidade de Produção: Em relação à atual capacidade de produção (41 milhões t de aço/ ano) - tendo por referência os cenários desenvolvidos nos RTs-01, 04 e 05 - são consideradas as seguintes evoluções possíveis da capacidade instalada e consequentes implicações em termos de investimento e geração de postos de trabalho :

- **Cenário Frágil:** acréscimo de 20 milhões t/ ano na atual capacidade instalada [61 - 41 = 20]
 - Investimentos requeridos: 20 milhões t x R\$ 1.850 mil/ t de capacidade adicionada = R\$ 37 bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 20 milhões t / 270 t / homem/ ano = 74 mil.
- **Cenário Vigoroso:** acréscimo de 40 milhões t/ ano na atual capacidade instalada [81 - 41 = 40]
 - Investimentos requeridos: 40 milhões t x R\$ 1.850 mil/ t de capacidade adicionada = R\$ 74 bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 40 milhões t / 300 t / homem/ ano = 133 mil.
- **Cenário Inovador:** acréscimo de 60 milhões t/ ano na atual capacidade instalada [101 - 41 = 60]
 - Investimentos requeridos: 60 milhões t x R\$ 1.850 mil/ t de capacidade adicionada = R\$ 111 bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 60 milhões t / 330 t / homem/ ano = 182 mil

1.1. Investimentos

Segundo o RT-58, encontram-se estimados investimentos da ordem de US\$ 40 bilhões, até 2016, para expansão da capacidade de produção das atuais 41 milhões t/ ano, para 81 milhões t/ ano, ao custo médio de US\$ 1000/ t de capacidade instalada. 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, determinando um indicador de US\$ 765 / t de capacidade adicionada.

Adotando-se o indicador de R\$ 1.850/ t adicionada, os investimentos necessários para a expansão da produção siderúrgica nacional oscilarão entre o mínimo de R\$ 37 bilhões e o máximo de R\$ 111 bilhões.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ⁶ t/ ano)			Investimentos R\$ bilhões
	Atual	2030	adicional	
• Frágil	41	61	20	37
• Vigoroso	41	81	40	74
• Inovador	41	101	60	111

No que se refere aos aspectos relativos a Investimentos, cumpre ressaltar os seguintes tópicos assinalados pelo RT-58:

- 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.

Períodos	Investimento Total		BNDES	
	R\$ bilhões	R\$ B/ ano	R\$ bilhões	%
• 1975 – 1979	30,9	6,2	5,9	19
• 1980 – 1989	26,9	2,7	10,5	39
• 1990 – 1999	14,1	1,4	3,7	26
• Total	71,9	2,9	20,1	28

1.2. Recursos Humanos

O RT-58 adotou o índice de produtividade de 300 t/ homem/ ano (35,7 milhões t/ 119 mil trabalhadores) verificado no Brasil, em 2007. Na projeção das necessidades de mão-de-obra para fazer face à expansão da produção prevista para 2030, o RT-79 considera, no Cenário Vigoroso, a produtividade de 300 t/ homem/ ano, no Cenário Frágil, uma redução de 10% e, no Cenário Inovador, um aumento de 10%.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ⁶ t/ ano)			Produtividade t/ homem/ ano	Novos postos de Trabalho
	Atual	2030	Adicional		
• Frágil	41	61	20	270	74.074
• Vigoroso	41	81	40	300	133.333
• Inovador	41	101	60	330	181.818

Tomando-se a situação intermediária (Cenário Vigoroso), o número de novos postos de trabalho diretos (133 mil) somados aos atuais 119 mil, projeta para 2030, um contingente total de mão-de-obra da ordem, de 252 mil cooperadores.

O RT-58 registra que, 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). Assinala também que, segundo o IBS, “pelo menos, 85% do efetivo próprio das empresas associadas ao instituto tinham no mínimo o ensino médio completo em 2007 e que 14,5% possuíam o curso superior completo”. Destaca ainda que a melhoria do nível de escolaridade da mão-de-obra das usinas siderúrgicas facilita e estimula a absorção de conhecimentos tecnológicos.

Ainda no que se refere a Recursos Humanos, o RT-58 apresenta os seguintes comentários complementares:

- 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 evidencia uma reduzida taxa de rotatividade (relação entre o número de demitidos e a média do efetivo próprio) e possui 45% do quadro efetivo com mais de 11 anos de trabalho.
- O setor expõe a preocupação com a baixa formação de engenheiros em geral, e metalurgistas, em particular (CGEE, 2008).
- Também, considera que as exigências de competitividade demandam maior flexibilidade e simplificação das relações de trabalho (IBS, 2006).
- 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).

1.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Caracterização:

- “O aço é o mais importante metal utilizado pelo mundo. Em quantidade e valor, representa praticamente, a soma de todos os outros metais, como alumínio, cobre, zinco, níquel. 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. O aço necessário para a fabricação destes componentes é estimado na média de 750 a 1.014 quilos, ou seja uma relação entre 1,5 a 1,7 kg de aço por kg dos referidos componentes. A participação do custo do aço no valor de venda de um veículo representa algo entre 6% e 10% do preço dos veículos. (IBS, 2005)”

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)”.
- “Estudos Prospectivo do Setor Siderúrgico – que vêm sendo realizados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos Ciências e Tecnologia e Inovação (CGEE), em cooperação com a Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (AMB), o Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS) além de outras entidades governamentais, empresas siderúrgicas, e instituições acadêmicas – buscam 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; Aproveitamento do *gap* entre o consumo de energia teórico e o real na fabricação do aço; Aplicação do uso 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”.

1.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia

Supondo que a demanda de Bens de capital corresponda a 40% do valor dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e os Serviços de engenharia, a 15% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	BC e SE (R\$ milhões)	
		BC	SE
• Frágil	37.000	14.800	5.600
• Vigoroso	74.000	29.600	11.100
• Inovador	111.000	44.400	16.650

Obs.: BC = Bens de capital; SE = Serviços de Engenharia

No que se refere a Bens de capital e Serviços de engenharia, o RT-58 assinala os seguintes tópicos destacados do estudo do GGEE:

- “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 também é patente em países menores (especialmente os asiáticos) que desenvolveram sua indústria de forma espetacular”.
- “No Brasil, os investimentos neste sentido se situam a níveis abaixo dos grandes produtores de aço. Neste sentido recomenda ... a 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”**”.

1.5. Incentivos

Admitindo que o valor total de financiamentos originários de programas e linhas de apoio do BNDES corresponda a 50% dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e que o valor de renúncias fiscais, relativas a reduções / isenções de impostos, corresponda a 5% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	FB e IF (R\$ Milhões)	
		FB	IF
• Frágil	37.000	18.500	1.850
• Vigoroso	74.000	37.000	3.700
• Inovador	111.000	55.500	5.550

Obs.: FB = Financiamentos do Sistema BNDES; IF = Incentivos Fiscais

No que se refere a Incentivos, destacam-se as seguintes principais considerações assinaladas no RT-58:

- “Entre entraves ao desenvolvimento da indústria siderúrgica, o GGEE destaca a carga tributária elevada e a complexidade do sistema tributário. E destaca 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, medidas implantadas para fomentar novos investimentos não prejudicam a arrecadação, ao invés disso podem representar crescimento no volume de tributos arrecadados em períodos futuros. Como portador de futuro visualiza que **a carga tributária pode ser um entrave para o desenvolvimento da siderurgia**”.
- Os Programas de apoio do BNDES à indústria siderúrgica são fundamentais para desenvolver, ampliar e diversificar as fontes de recursos, além de aquecer a economia e gerar empregos e renda. “As ações do Banco para estimular o crescimento industrial do país visam dar conta de três grandes desafios: ampliar a capacidade produtiva da indústria e do setor de serviços; aumentar as exportações; e elevar a capacidade de inovação, fator essencial para o crescimento em um mundo globalizado”.
- “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)”.

1.6. Infra-Estrutura de Energia e Transporte

No que se refere aos aspectos relacionados a Energia e Transporte, destacam-se as seguintes principais considerações assinaladas no RT-58:

- “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”.
- “O GGEE define como fato portador de futuro: *é possível uma siderurgia com maior utilização do carvão nacional*. Assim, como concluiu para o futuro, que o carvão vegetal de floresta plantada pode ser a alternativa energética para a siderurgia brasileira.(GGEE, 2008)”.
- “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, cabendo ainda 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”.

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 a produção de peças fundida 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 capítulo anterior – 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. Conforme assinalado no RT-59, 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).

Mercado Mundial: O Brasil é o principal país produtor de gusa de mercado no mundo. Segundo o RT-59, entre 2000 e 2007, a participação do aço produzido em EAFs, sobre o total de aço

produzido no mundo decaiu de 34% para 31%, ressaltando-se a diferenciação de tal participação entre os grandes mercados, em 2007, segundo o IISI: Oriente médio: 88%; NAFTA: 59%; UE: 40%; AMERISUL: 37%; Ásia: 21%; CIS: 20%. Sobressaem alguns casos específicos, tais como os da Bielorrússia (95%), Espanha (78%), Índia (58%), EUA (58%), Brasil (24%), China (9%). Além da tendência de queda da participação do aço de EAFs no total da produção mundial de aço, verifica-se também uma queda da participação do gusa de mercado no suprimento de carga metálica das usinas semi-integradas, de 7,1% para 6,4%, entre 2000 e 2007. De acordo com o IISI, no mesmo período, a participação do ferro esponja (DRI / HBI) ascendia de 14% para 18% e a de sucata decaia de 79% para 75%. No Brasil, evidencia-se a seguinte participação no volume total da carga metálica suprida às usinas semi-integradas, em 2005: Gusa de mercado: 34%, Ferro esponja: 5%, Sucata: 31%.

Consumo Nacional: Entre 1972 a 2008, o consumo aparente brasileiro de ferro gusa ascendeu de 5 milhões t para 28,6 milhões t. Particularizando-se o gusa de mercado, é interessante observar que, entre 2000 e 2007, a produção de aço em usinas semi-integradas se expandiu de 5.745 mil t para 8.081 mil t (5% a.a.), e a de fundidos, 1.581 mil t para 2.690 mil t (7,9% a.a.). Enquanto isto, o consumo de gusa de aciaria crescia de 1.680 mil t, para 2.752 mil t (7,3% a.a.) e o de gusa de fundição de 638 mil t, para 710 mil t (1,5% a.a.). Portanto, o consumo brasileiro de gusa de mercado ascendeu de 2,3 milhões t para 3,5 milhões t, no período, cabendo ressaltar uma sensível alteração nos coeficientes médios de consumo:

- Na produção de aço em usinas semi-integradas, verificou-se um aumento no consumo de gusa / tonelada de aço de 0,29 t, em 2000, para 0,34 t, em 2007.
- Na produção de fundidos, verificou-se uma redução no consumo de gusa / tonelada de fundidos de 0,40 t, em 2000, para 0,26 t, em 2007.

O mercado consumidor de gusa de mercado compreende basicamente as fundições e as siderúrgicas semi-integradas produtoras de aço pelo processo de forno elétrico (FEA/ EAF). As fundições utilizam o gusa com teores de silício superiores a 1,5%, na produção de peças fundidas de ferro, especialmente para a indústria automobilística e agrícola. Na carga das usinas semi-integradas (que produzem o aço a partir de sucata, ferro esponja e /ou de gusa de mercado adquiridos de terceiros), o gusa de aciaria (silício < 1,5%) alimentou com 2,9 milhões t a produção do aço em fornos elétricos (FEA/EAF) em 2007 (MME, 2008).

Produção Nacional: Segundo o RT-59, entre 1975 e 2007, enquanto a produção de gusa nas usinas integradas crescia a 7,3% a.a., a de gusa de mercado se expandia a 8,3% a.a.. Entre 2000 e 2008, a produção brasileira de gusa de mercado ascendeu de 6,1 milhões t, para 8,3 milhões t, com um crescimento à taxa de 3,9% a.a. Em 2008, os produtores independentes de gusa de mercado participaram com uma produção de 8,3 milhões t, ou o equivalente a 25% da produção total de gusa do país – 34,8 milhões t, no referido ano, cabendo os 75 % restantes às usinas integradas. Em 2007, Minas Gerais respondeu por 52% da produção brasileira de gusa de mercado, Maranhão e Pará, por 41%, Espírito Santo, 4,% e Mato Grosso do Sul, 3%. Os preços oscilam segundo uma relação em que o preço do gusa de mercado é superior ao do ferro-esponja (RD/ DRI) e em que os preços do gusa de mercado e do ferro esponja são superiores ao da sucata.

Efeito Multiplicador: Conforme assinala o RT-59, o IBGE determinou o coeficiente multiplicador médio, relativo aos efeitos induzidos pela indústria de gusa de mercado, em 2,41 (2,64 para a frente e de 2,19 para traz). Para efeito de comparação, cabe lembrar que nos segmentos de agropecuária e de laminados de aço, tais coeficientes são da ordem de 5,1 e 3,5 respectivamente,. (IBGE, in BDMG, 1989).

Estrutura da Oferta: A produção brasileira de gusa de mercado está distribuída por cinco estados, 41 municípios e 81 empresas que operam 139 altos-fornos. O setor conta com cerca de 30 mil

empregos diretos. Estima-se que outros 60 mil de indiretos encontram-se ligados à cadeia de reflorestamento para carvão vegetal destinado à produção de gusa. Segundo o RT-59, “praticamente todas as empresa pertencem a grupos empresarias nacionais, muitas delas com certificação ISO 9.001-2000 e 14.001”. Com uma produtividade média da ordem de 300 t/ homem/ ano, a indústria brasileira de gusa de mercado consome aproximadamente 1,68 t de minério de ferro e em torno de 3 m³ de carvão vegetal por t de gusa produzido. Os dois insumos participam com cerca de 75% do custo de produção do gusa de mercado. A região Norte do país, que em 1990 participava com apenas 4% da produção nacional, ascende tal participação para 40%, em 2007. Por outro lado, a Região Sudeste, que detinha 93% da produção nacional, em 1990, contrai a sua participação para 56%, em 2007. Já a Região Centro-oeste, que participava com 1,7%, em 1990, aumenta a participação para 3,2%, em 2007.

- **Minas Gerais:** possui capacidade instalada de 8,1 milhões tpa, distribuída por 59 empresas, que operam 106 altos-fornos, localizados em 29 municípios. Destacam-se os municípios de Sete Lagoas (21 empresas, 40 fornos e capacidade instalada de 3 milhões tpa - 42% da existente no Estado ou 18% da do país); Divinópolis (10 empresas, 19 fornos, capacidade instalada de 1,0 milhão tpa - 2% do total existente no Estado), Itauna, com 6% da capacidade estadual e Betim, com 5%. Nos principais municípios produtores de gusa de mercado em Minas Gerais o IDH se situa entre o 0,774 (Matozinhos) e 0,831 (Divinópolis).
- **Pará:** o pólo produtor de gusa de mercado está concentrado no município de Marabá (IDH de 0,71), próximo ao distrito mineiro de Carajás e contíguo à Estrada de Ferro Carajás (EFC) e à Hidrovia Araguaia – Tocantins (HAT). Conta com 10 empresas produtoras com 21 altos-fornos e capacidade instalada de quase 3 milhões tpa. O município de Marabá dispõe de um distrito industrial localizado às margens da EFC. Dentre as empresas ali instaladas e em funcionamento, destacam-se duas produtoras de gusa, a Cosipar (capacidade de 500 mil tpa) e a Simara (264 mil tpa).
- **Maranhão:** com capacidade de produção de 2,3 milhões tpa, o pólo produtor de gusa de mercado do Maranhão possui 7 empresas, que operam 16 fornos, localizados em 3 municípios. Contando com 5 empresas, o município de Açailândia (IDH de 0,66) absorve 1,8 milhões tpa de capacidade instalada. As duas outras empresas se localizam nos municípios de Rosário (IDH 0,63) e Santa Inês (IDH 0,63). Conjuntamente, os pólos produtores de Pará e do Maranhão reúnem 17 empresas que operam 40 altos-fornos totalizando uma capacidade instalada de 6,1 milhões tpa (40% da capacidade nacional), tendo produzido, em 2007, 3,9 milhões t, destinado exclusivamente ao mercado externo, especialmente aos EUA.
- **Espírito Santo:** possui capacidade instalada de 0,8 milhão tpa, distribuída por 4 empresas, que operam 8 fornos, localizados em 5 municípios.
- **Mato Grosso do Sul:** possui capacidade instalada de 1,0 milhão tpa, distribuída por 5 empresas, que operam 7 fornos, localizados em 5 municípios. O município de Corumbá (IDH 0,771) apresenta vocação metalúrgica, o que pode ser constatado pela disponibilidade de recursos e reservas de minérios de ferro e de manganês.

Comércio Exterior: Segundo o IBS, no período 1970 a 2008, as exportações brasileiras de gusa de mercado, evoluíram, em volume, de 183 mil t, para 6.297 mil t (9,8% a.a.) e, em receita (preços correntes), de US\$ 9,2 milhões para US\$ 3,2 bilhões (16,6% a.a.). A produção brasileira de gusa de mercado é predominantemente destinada ao mercado de exportação. Com efeito, segundo o RT-59, em 2007, 61% da produção brasileira de gusa de mercado foi destinada ao exterior. Em 2008, as exportações brasileiras de gusa de mercado foram da ordem de US\$ 3 bilhões, superando diversas *commodities* minerais como o alumínio (US\$ 2 bilhões), cobre (US\$ 1,0 bilhão), nióbio (US\$ 1,0 bilhão), níquel, silício metálico, zinco e todos os ferroligas. Segundo o RT-59, em 2000, a região Sudeste participou com 57% das exportações brasileiras de gusa de

mercado, ano em que a região Norte respondeu por 43%. Em 2007, a participação da Região Norte ascende a 62%. Em 2008, a receita consolidada da indústria brasileira de gusa de mercado foi de US\$ 2,5 bilhões, sendo US\$ 1,0 bilhão no mercado interno e US\$ 1,5 bilhão no externo. Segundo o RT-59, o Brasil é, entre os países exportadores, a principal fonte de gusa de mercado, exportando uma média de 6 milhões t/ano, enquanto a Rússia exportava, em média, 5 milhões t/ano, no período 2000 e 2008. A Ucrânia passou a ter uma participação importante e a China reduziu bastante as suas exportações, assim como o Japão. As importações estão concentradas nos países da União Européia, especialmente Itália, Espanha e Alemanha, nos EUA e na Ásia (Coreia de Sul, Taiwan, Japão e Tailândia) sendo que estas regiões absorvem cerca de 30% cada uma ou 90% do total das importações mundiais. Ao se confrontar as importações e exportações, verifica-se que o Brasil é o principal fornecedor dos EUA, enquanto a Rússia e a Ucrânia têm no mercado europeu o principal destino. Para o mercado asiático, Brasil e Rússia são os principais fornecedores. Como concorrente direto do gusa de mercado, no mercado internacional a sucata tem um mercado transcontinental de cerca de 90 milhões t (2007), destacando-se a participação dos países da Europa, com cerca de 40% das transações comerciais (exportação e importação). Os países europeus comercializam entre si o material reciclável, sendo que os países da ex-União Soviética (CIS) são exportadores líquidos, assim como os norte-americanos; os países asiáticos destacam-se como importadores líquidos. Interessante notar a dependência da Turquia na importação de sucata que alimenta cerca de 80% da sua produção de aço em EAFs

Projeção da Oferta Nacional: O RT-59 assinala que a capacidade brasileira de produção de gusa de mercado é da ordem de 14,2 milhões t/ano. Prevê uma contração de 36% na produção de gusa de mercado de 8.340 mil t (2008) para 5.340 mil t, em 2009. Adota, na projeção da produção brasileira de gusa de mercado, para o período 2010 a 2030, duas abordagens alternativas:

a) Sintonia com a Projeção do IBS para a Siderurgia Nacional: Considera as seguintes hipóteses de projeção da produção brasileira de gusa de mercado:

- crescimento à taxa média de 6,5% a.a., alcançando 20.039 mil t, em 2030.
- crescimento à taxa média de 5,2% a.a., alcançando 15.484 mil t, em 2030.

b) Sintonia com a Projeção da Siderurgia Mundial: Partindo de 341 milhões t, em 2009, e supondo o crescimento à taxa de 5,5% a.a., o RT-59 projeta a produção mundial de aço em EAFs para 1.109 milhões t, em 2030. Com base em tal projeção, o RT-59 estima em 48,7 milhões t o mercado internacional de gusa de mercado, para aquele ano. Supondo a manutenção do atual *market share* de 35% do Brasil no mercado exportador mundial de gusa de mercado, é projetada, para 2030, a exportação de 17 milhões t. Finalmente considerando que, em média, a participação das exportações sobre a produção brasileira de gusa de mercado tem sido de 62%, o RT-59 projeta, para 2030, a produção de 27.532 mil t.

Expansão de Capacidade de Produção: Em relação à atual capacidade de produção (14,2 milhões t/ano), são consideradas as seguintes evoluções possíveis da capacidade instalada e consequentes implicações em termos de investimento e geração de postos de trabalho:

▪ **Cenário Frágil:** acréscimo de 1,3 milhões t/ano na atual capacidade instalada [15,5 - 14,2 = 1,3]

- Investimentos requeridos: 1,3 milhões t x R\$ 158,57/ t de capacidade adicionada = R\$ 206 milhões.
- Novos postos de trabalho: 1,3 milhões t / 270 t / homem/ ano = 4.815

▪ **Cenário Vigoroso:** acréscimo de 5,8 milhões t/ano na atual capacidade instalada [20,0 - 14,2 = 5,8]

- Investimentos requeridos: 5,8 milhões t x R\$ 158,57/ t de capacidade adicionada = R\$ 920 milhões.
- Novos postos de trabalho: 5,8 milhões t / 300 t / homem/ ano = 19.333

▪ **Cenário Inovador:** acréscimo de 13,3 milhões t/ano na atual capacidade instalada [27,5 - 14,2 = 13,3]

- Investimentos requeridos: 13,3 milhões t x R\$ 158,57/ t de capacidade adicionada = R\$ 2.109 milhões
- Novos postos de trabalho: 13,3 milhões t / 330 t / homem/ ano = 40.303

2.1. Investimentos

Segundo o RT_59, “o investimento fixo para a produção de gusa de mercado, a carvão vegetal, é relativamente reduzido, média de US\$ 60,00/ t instalada”. Partindo de tal parâmetro e admitindo que os investimentos fixos correspondam a 70% do investimento total, o RT-79 estima que os investimentos necessários para a expansão da capacidade brasileira de produção de gusa de mercado oscilarão entre o mínimo de R\$ 206 milhões e o máximo de R\$ 2.109 milhões.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ⁶ t/ ano)			Investimentos R\$ milhões
	Atual	2030	adicional	
• Frágil	14,2	15,5	1,3	206
• Vigoroso	14,2	20,0	5,8	920
• Inovador	14,2	27,5	13,3	2.109

2.2. Recursos Humanos

Conforme assinala o RT-59, o SINDIFER avalia a mão-de-obra direta da indústria brasileira de gusa de mercado em 30.000 pessoas, do que resulta uma estimativa de produtividade média da ordem de 300 t/ empregado/ ano. Estima também um contingente de mão-de-obra indireta da ordem de 60 mil pessoas ligadas à cadeia de reflorestamento para produção de carvão vegetal para consumo na produção de gusa de mercado. Na projeção das necessidades de mão-de-obra direta para fazer face à expansão da produção prevista para 2030, considerou-se, no Cenário Vigoroso, a produtividade de 300 t/ homem/ ano, no Cenário Frágil, uma redução de 10% na produtividade e, no Cenário Inovador, um aumento de 10%.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ⁶ t/ ao)			Produtividade t/ homem/ ano	Novos postos de Trabalho
	Atual	2030	Adicional		
• Frágil	14,2	15,5	1,3	270	4.815
• Vigoroso	14,2	20,0	5,8	300	19.333
• Inovador	14,2	27,5	13,3	330	40.303

Tomando-se a situação intermediária (Cenário Vigoroso), o número de novos postos de trabalho diretos (19.333) somados aos atuais 30.000, projeta para 2030, um contingente total de mão-de-obra direta da ordem, de 49.333 pessoas, Considerando-se, adicionalmente, um contingente de 98.666 postos de trabalho indiretos, pode-se projetar a mão-de-obra da cadeia do ferro gusa em 148 mil pessoas, para 2030.

No que se refere a Recursos Humanos, o RT-59 apresenta os seguintes comentários complementares:

- 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.

2.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

As questões de P&D&I associadas à cadeia do ferro-gusa possuem íntima articulação com o aumento de competitividade e melhorias de sustentabilidade. Compreendendo os temas *Alto-forno, Carvão Vegetal, Destinação de rejeitos e re-utilização de água, Energia, Meio Ambiente, Minério de Ferro, Reflorestamento e Tecnologias Alternativas* - tais questões encontram-se sumarizadas nos tópicos seguintes:

Alto-Forno: Alternativas ao alto-forno permanecem fundamentais no processo de renovação da siderurgia independente. Entretanto, paradoxalmente, no Brasil, a vocação produtiva e a facilidade de suprimento de carvão vegetal como redutor, inibe a evolução de processos alternativos. 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. O RT-59 assinala que a primeira usina (experimental) de gusa com tecnologia TecnoRed encontra-se instalada na Aços Villares, em Pindamonhangaba (SP), dentro da área industrial da siderúrgica, e possui capacidade para 75 mil tpa, mas a linha ainda passa por adaptações. A TecnoRed já patenteou a tecnologia em 25 países.

Tecnologias alternativas: Além desta tecnologia, há outras em consideração. Por exemplo, 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). Porém, 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.

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. Recentemente, 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). 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 de 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. Como desvantagem, assinala a pequena capacidade de produção do alto-forno a carvão vegetal, assim como a necessidade de auto-abastecimento do carvão vegetal de florestas plantadas.

Destinação de Rejeitos e Re-utilização de água: 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.

Energia: Segundo o RT-59, em muitas unidades industriais, 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.

Meio Ambiente: Para a produção de cada metro cúbico de carvão vegetal pode-se utilizar no máximo 12 árvores (Instrução Normativa 01/96 do Ministério do Meio Ambiente) equivalente a 80 m³ de gás natural. O RT-59 assinala que os empreendimentos florestais inserem-se no denominado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, definidos no Protocolo de Kyoto e que, 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”.

Minério de Ferro: Segundo o IBS 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), produzido tanto no Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais), quanto na Província de Carajás (Pará). Segundo o DNPM, em 2007, a produção de minério de ferro granulado, foi da ordem de 15,2% da produção total de minério de ferro do país (375 milhões t). Portanto, naquele ano, cerca de 60 milhões t de minério granulado foram destinadas à produção de gusa, sendo que 16 milhões t, para gusa de mercado. Estas recentes mudanças no mix das empresas produtoras, 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 (pelota). Dentre as soluções alternativas, destaca-se a possibilidade de aproveitamento dos finos gerados ao longo dos anos na região da Serra do Azul (Itatiaiuçu), seja para aglomeração e/ou para consumo direto de minérios finos, mediante alteração do processo produtivo. Uma unidade de sinterização construída pela empresa Minerita Minério Ltda., em Itatiaiuçu, pode ser o teste para novas unidades de aglomeração que venham a abastecer os guseiros da região de Minas Gerais. A possibilidade de aglomeração a frio (*green pellets*, da JICA), ou os sistemas Corex e Tecored, constituem soluções alternativas ao uso do minério granulado.

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 5,0 milhões ha plantados em Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia e Espírito Santo. A maior parte dos plantios destina-se a siderurgia a carvão vegetal e a produção de celulose. No Brasil as espécies mais comuns podem atingir a 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.

- **Minas Gerais:** É o estado que mais planta floresta, apresentando-se com a maior área de floresta plantada no país: 1,23 milhão de ha correspondendo a 21,5% da área plantada existente no país.

- **Pará e Maranhão:** Com o total de 209 mil há de florestas plantadas (basicamente de eucalipto), participa com apenas 4% das florestas plantadas do país. Embora as usinas de gusa de Açailândia comprem, no Pará, cerca de 50% das suas necessidades de carvão vegetal, o pólo guseiro do Maranhão possui um plano para dentro de 5 anos se tornar autosuficiente em carvão vegetal, já contando com uma área plantada de 100 mil ha. (SIFEMA, 2007)

- **Mato Grosso do Sul:** As 4 usinas já em funcionamento (Ribas do Rio Pardo, Campo Grande, Aquidauana e Corumbá, além de novas usinas anunciadas), sinalizam um aumento considerável do consumo de carvão vegetal para os próximos anos. Como exemplo, a usina da MMX consumirá 275 mil t de carvão por ano e nos primeiros sete anos de funcionamento desenvolverá uma floresta cativa de 35 mil ha de eucalipto.

2.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia

Supondo que a demanda de Bens de capital corresponda a 40% do valor dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e os Serviços de engenharia, a 15% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	BC e SE (R\$ milhões)	
		BC	SE
• Frágil	206	82	31
• Vigoroso	920	368	138
• Inovador	2.109	844	316

Obs.: BC = Bens de capital; SE = Serviços de Engenharia

2.5. Incentivos

Admitindo que o valor total de financiamentos originários de programas e linhas de apoio do BNDES corresponda a 50% dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e que o valor de renúncias fiscais, relativas a reduções / isenções de impostos, corresponda a 5% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	FB e IF (R\$ milhões)	
		FB	IF
• Frágil	206	103	10
• Vigoroso	920	460	3546
• Inovador	2.109	1.055	106

Obs.: FB = Financiamentos do Sistema BNDES; IF = Incentivos Fiscais

O RT-59 assinala algumas questões de natureza tributária peculiares ao setor de gusa de mercado:

Diferimento de ICMS: 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 as alíquotas são de 12% (para estados do sul e sudeste) e de 7% (para estados do norte, nordeste, centro-oeste e Espírito Santo).

Pará: 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.

Isenção na Exportação: 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.

Carga tributária: Para o setor de gusa de mercado a carga tributária ascende a 38,6% sobre o faturamento interno.

IPI: O Imposto sobre Produtos Industrializados incide à alíquota de 5% sobre o preço de venda.

Incentivos: 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.
- A CEMIG está atendendo a pedidos de redução ou diferimento das contas de energia.
- Prorrogação do prazo para pagamento do IPVA dos caminhoneiros,

Linhas de financiamento de bancos oficiais para reflorestamento:

PROPFLORA (Banco do Brasil e demais bancos credenciados pelo BNDES)

- Apóia implantação e manutenção de florestas: Juros: 8,75% a.a.

PRONAF FLORESTAL (Banco do Brasil, BASA, BNB demais bancos do SNCR)

- Apóia agricultores familiares: Juros de 4% ao ano.

FNO FLORESTA - Região Norte (BASA)

- Juros: 6% a 10,75%, de acordo com o porte de empreendimento.

FCO PRONATUREZA – Região Centro-Oeste (Banco do Brasil).

- Juros: 6% a 10,75%, de acordo com o porte de empreendimento.

FNE VERDE - Região Nordeste. (BNB).

- Juros: 6% a 10,75%, de acordo com o porte de empreendimento.

Minas Gerais: BDMG reduziu os juros no programa de financiamento de projetos de reflorestamento de 6% para 4% a.a..

Pará: siderúrgicas que atuam no pólo Carajás criaram o Fundo Florestal Carajás visando exclusivamente fomentar e fiscalizar projetos de reflorestamento, mediante financiamentos com recursos provenientes das exportações de ferro-gusa: para cada tonelada exportada, US\$ 3,00 são depositados no referido Fundo.

2.6. Infra-estrutura de Energia e Transporte

Algumas principais considerações assinaladas no RT-59 encontram-se a seguir destacadas:

Minas Gerais: O pólo produtor 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. Por outro lado, Minas Gerais dispõe de boa capacidade de geração de energia - 13.000 MW (15% do total do País). A CEMIG assiste a maioria dos 853 municípios existentes com uma rede de distribuição de 315 mil km. A malha rodoviária estadual é a mais extensa do país, com mais de 25 mil km de estradas pavimentadas. A região é também servida por ferrovias, tais como a FCA (acesso às regiões Nordeste e Centro-Oeste do país e ao porto de Angra dos Reis); EFVM (ligando o centro do estado ao complexo portuário de Vitória - ES); e MRS (que interliga os três principais centros industriais do país e estabelece o acesso aos portos de Rio de Janeiro, Sepetiba e Santos). A totalidade das exportações é realizada por Vitória, com acesso pela EFVM. No terminal de Aruba (ES) os vagões com gusa são descarregados por virador, sendo a carga disposta em pilhas separadas conforme o destino: porto de Paul ou de Tubarão. O custo das operações de transporte e manuseio, desde a usina produtora até o embarque do navio é da ordem de US\$ 20/ t de gusa. Os produtores de gusa de mercado dispõem de 4 terminais dedicados para embarque de suas exportações:

- Prudente de Moraes: próximo a Sete Lagoas; operado por terceiros;
- Funil - Região de Ouro Preto: operado por terceiros;
- PATRAG: na BR-040, em Ouro Branco operado pela VALE; e
- Bernardo Monteiro: em Contagem, operado por terceiros.

Pará: O município de Marabá é servido por energia elétrica gerada pela UHE de Tucuruí (9 mil MW). A rede ferroviária do Pará conta com 386 km, dos quais 283 km da EFC, de um total de 850 km da ferrovia que liga o complexo mineiro de Carajás (VALE) ao terminal marítimo de Ponta da Madeira, na Baía de São Marcos, no Maranhão. Em termos de transporte fluvial, os rios Tocantins e Araguaia poderão se converter em fatores determinantes para o aproveitamento de ampla base de recursos naturais.

Maranhão: A localização e interligação dos dois pólos a fontes de matérias primas e a infra-estruturas (ferroviárias, hidroviárias e portuárias) confiáveis, deverão assegurar a manutenção e ampliação da correspondente posição competitiva

Mato Grosso do Sul: Conta com facilidades de infra-estrutura (atuais e previsíveis), em termos de transporte (hidroviário e ferroviário), bem como de energia (gás natural importado da Bolívia e energia elétrica, com geração local em termoeletricas a gás). Assinale-se que a referida combinação de recursos logísticos apresenta boa articulação com mercados em expansão, seja o da região centro-oeste do Brasil, ou os do Mercosul e países andinos.

Além da infra-estrutura citada nos tópicos precedentes, cabe acrescentar a possibilidade de ligação terrestre do litoral leste (Atlântico) com o litoral Oeste (Pacífico). A viabilização de tal corredor ferroviário implica articular os sistemas ferroviários dos vários países. Um consórcio formado por VALE, Rio Tinto, Cargill, Odebrecht, Braskem, Ferrovia Oriental da Bolívia e Brasil Ferrovias, poderia aproveitar e recuperar os trilhos já existentes. Com extensão de 4,2 mil km, a ferrovia teria capacidade para transportar até 1,5 milhão de t/ ano. Um dos maiores atrativos da ferrovia seria o aumento do intercâmbio com a China. A distância que separa o Brasil da China seria encurtada em sete mil km com a rota bioceânica, o que significaria um custo menor de transporte e produtos mais competitivos. A construção de uma infra-estrutura que ligue o Brasil ao Oceano Pacífico concretizaria a integração física do continente. A perspectiva é que toda a ligação bioceânica seja completada.

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 RT-60 ressalta também que “dois aspectos da indústria metalúrgica são relevantes ao setor ferro-ligas. Um primeiro contempla o fato que na maior parte das aplicações, as propriedades de metais puros são insuficientes ou, mesmo, inconvenientes, para atender ao requerido para aquele emprego. Com isto, ao metal base são adicionados componentes que, combinados com aquele, corrigem, conferem ou potencializam propriedades desejadas. O outro fato é que na produção do metal primário alguns componentes indesejados são a ele incorporados, em decorrência das características dos processos de redução e refino. A sua remoção ou neutralização é levada a efeito com o concurso de elementos que, reagindo com estes componentes, eliminam seu efeito deletério. Estes usos são particularmente intensivos nos setores siderúrgicos e de fundição”.

Mercado Mundial: Segundo o RT-60 o Brasil é um dos 8 maiores produtores mundiais de ferroligas.

Consumo Nacional: De acordo com o RT-60, no período 1970 a 2007, o consumo brasileiro de ferroligas cresceu à taxa de 5,1% a.a., de 82 mil t, para 519 mil t. O RT-60 também ressalta que a produção de aço responde por cerca de 85% do consumo doméstico de ferroligas e o de fundidos de ferro e aço, pelos 15% restantes.

Produção Nacional: Ainda de acordo com o RT-60, no período 1970 a 2007, a produção brasileira de ferroligas cresceu à taxa de 6,2% a.a., de 99 mil t, para 933 mil t.

Estrutura da Oferta: O RT-60 assinala que “o setor brasileiro de ferroligas é composto por trinta unidades produtoras, operadas por 18 empresas, localizadas em 6 estados”. Ressalta também “a grande concentração de unidades em Minas Gerais, a concentração de produção de

silício e ligas no Norte de Minas e a concentração de unidades produtoras de ferro-níquel em Goiás. Observa ainda, um grande número de unidades produtoras de ligas de manganês, também em Minas Gerais. ... Em grandes números, pode-se dizer, que: i) a grande concentração de unidades é uma decorrência natural da vocação do estado que, com as suas grandes reservas de minério de ferro, estimulou a implantação de usinas siderúrgicas, que são os principais usuários das ferro-ligas. Além disto a sinergia advinda da existência de grandes reservas de manganês e quartzo grau metalúrgico alavancou a implantação de unidades produtoras dos dois tipos de liga predominantes; ii) os incentivos na área mineira da SUDENE, aliada à existência de grandes reserva de quartzo de alta pureza, no Norte de Minas e interior da Bahia, além do potencial florestal da região e, finalmente, a disponibilização, em quantidade e custos convenientes da energia elétrica da CHESF, estimulou a implantação de unidades produtoras de silício e suas ligas”. “De um modo geral, este conjunto de fatores, com exceção, talvez, dos custos da energia, ainda persiste, se bem que tenham surgido novos nichos que podem levar à formação e crescimento de novos pólos. Ilustrando, as unidades pioneiras do Pará podem vir a ser embriões de um novo pólo, dada a convergência de fatores favoráveis, existentes e futuros. Com efeito: i) a região conta com reservas importantes de minério de manganês e níquel e uma disponibilidade conveniente de quartzo; ii) há uma boa disponibilidade de energia elétrica, tanto de Tucuruí, quanto de novos aproveitamentos hidroelétricos, previstos dentro do horizonte considerado; iii) já existe uma grande capacidade instalada de alumínio primário e a implantação da grande siderurgia é prevista para a região nos próximos anos.

Comércio Exterior: Segundo o RT-60, no período 1970 a 2007, as exportações brasileiras de ferroligas cresceram à taxa de 8,0% a.a., de 18 mil t, para 311 mil t. O RT-60 assinala o baixo significado das importações no período 1970 a 1989. Entretanto, no período 1990 a 2007, observa-se um crescimento à taxa de 11% a.a., de 15 mil t para 88 mil t.

Projeção da Demanda Nacional: O RT-60 assinala a perspectiva de que na segunda metade da década de 2020 a capacidade instalada de produção de aço esteja expandida para 73,5 milhões t/ ano e a de fundidos de ferro e aço, para 8 milhões t/ ano. Ressalta que, com a expansão destes dois setores, a demanda doméstica de ferroligas atingirá 1,4 milhões t, em 2030. Diante a tal estimativa, o presente RT-79 adota as seguintes projeções de consumo para 2030:

- **Cenário Frágil:** 1,1 milhões t; crescimento: 3,4% a.a.; consumo per capita: 5,1 kg/ habit./ ano
- **Cenário Vigoroso:** 1,4 milhões t; crescimento: 4,6% a.a.; consumo per capita: 6,5 kg/ habit./ ano
- **Cenário Inovador:** 1,7 milhões t; crescimento: 5,6% a.a.; consumo per capita: 7,9 kg/ habit./ ano

Projeção da Oferta Nacional: O RT-60 assinala que, para assegurar “o pleno abastecimento interno e exportação de 30% de sua produção ... - média histórica de exportação de ferroligas pelo Brasil”, o setor deverá expandir a sua capacidade instalada dos atuais 1,3 milhões t/ ano para cerca de 1,9 milhões t/ ano, em 2030. Ao associar tal estimativa ao Cenário Vigoroso, o RT-79 adota as seguintes estimativas para a produção brasileira de ferroligas em 2030:

- **Cenário Frágil:** 1,6 milhões t, com crescimento a 2,5% a.a.
- **Cenário Vigoroso:** 2,0 milhões t, com crescimento a 3,5% a.a.
- **Cenário Inovador:** 2,4 milhões t, com crescimento a 4,4% a.a..

Expansão de Capacidade de Produção: Em relação à atual capacidade de produção (1,3 milhões t/ ano), são consideradas, para 2030, as seguintes evoluções possíveis da capacidade instalada e consequentes implicações em termos de investimento e geração de postos de trabalho:

- **Cenário Frágil:** acréscimo de 300 mil t/ ano na atual capacidade instalada [1,6 - 1,3 = 0,3].

- Investimentos requeridos: 300 mil t x R\$ 2.775 / t de capacidade adicionada = R\$ 0,8 bilhões.

- Novos postos de trabalho: 300 mil t / 45 t / cooperador / ano = 6.667

▪ **Cenário Vigoroso:** acréscimo de 700 mil t/ ano na atual capacidade instalada [2,0 - 1,3 = 0,7].

- Investimentos requeridos: 700 mil t x R\$ 2.775 / t de capacidade adicionada = R\$ 1,9 bilhões.

- Novos postos de trabalho: 700 mil t / 50 t / cooperador / ano = 14.000

▪ **Cenário Inovador:** acréscimo de 1,1 milhões t/ ano na atual capacidade instalada [2,4 - 1,3 = 1,1].

- Investimentos requeridos: 1,1 milhões t x R\$ 2.775 / t de capacidade adicionada = R\$ 3,1 bilhões..

- Novos postos de trabalho: 1,1 milhões t / 57 t / cooperador/ ano = 19.298

3.1. Investimentos

O RT-60 estima que “para aumentar sua capacidade instalada em 600 mil t/ ano o setor 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.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ⁶ t/ ano)			Investimentos R\$ bilhões
	Atual	2030	adicional	
• Frágil	1,3	1,6	0,3	0,8
• Vigoroso	1,3	2,0	0,7	1,9
• Inovador	1,3	2,4	1,1	3,1

3.2. Recursos Humanos

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”.

Na projeção das necessidades de mão-de-obra para fazer face à expansão da produção prevista para 2030, o RT-79 considera, 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%.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ⁶ t/ ano)			Produtividade t/ homem/ ano	Novos postos de Trabalho
	Atual	2030	Adicional		
• Frágil	1,3	1,6	0,3	45	6.667
• Vigoroso	1,3	2,0	0,7	50	14.000
• Inovador	1,3	2,4	1,1	57	19.298

Tomando-se a situação intermediária (Cenário Vigoroso), o número de novos postos de trabalho (14.000) somados aos atuais 18.320, projeta para 2030, um contingente total de mão-de-obra da ordem, de 32.320 mil pessoas.

3.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Sob o ponto de vista dos condicionantes relativos a P&D&I, cumpre ressaltar as seguintes principais considerações assinaladas no RT-60:

Caracterização:

- “**Ligas de Silício:** São classificadas em função do seu teor em silício. A estas é acrescido o Silício Metálico. No Brasil são produzidos o Silício Metálico e o Ferro-Silício 75. A liga Ferro-Silício 45 também é produzida, mas em caráter eventual”.

- **“Cálcio-Silício:** O Brasil tem uma unidade produtora de cálcio-silício”.
- **“Ligas de Manganês:** Existem três tipos de ligas de manganês, em função dos teores de carbono e silício - Ferro Manganês Alto Carbono (FeMnAC), Ferro-Manganês Baixo/Médio Carbono e Ferro Sílico-Manganês. No Brasil são produzidas as ligas de alto e médio carbono e as ligas sílico-manganês. Apesar de as ligas FeMnAC serem mais fáceis de produzir e mais baratas, as ligas FeSiMn constituem a maior parcela, tanto no Brasil, quanto do mundo. Isto decorre da maior flexibilidade no que se refere ao minério e ao seu excepcional desempenho na desoxidação do aço. Além disto, é uma liga tipicamente de médio teor de carbono”.
- **“Ligas de cromo:** Na forma de ferro-liga o emprego predominante do cromo é na produção dos aços inoxidáveis – cerca de 70%. A exemplo do manganês, pode-se considerar que os tipos de liga são similares. Deste modo, as ligas com alto teor de carbono, são as ligas Ferro Cromo Alto Carbono (FeCrAC) e as com carbono mais baixo são o Ferro Cromo Médio Carbono (FeCrMC), Baixo Carbono (FeCrBC) e Extra baixo Carbono (FeCrEBC). Às ligas com altas concentrações de silício dá-se a denominação de Ferro Sílico Cromo (FeSiCr). No Brasil são produzidos todos os tipos de liga. A liga FeSiCr não é comercializada (no Brasil) – a sua produção é cativa para a produção da liga de baixo carbono”.
- **“Ligas Ferro-Níquel:** As ligas ferro-níquel constituem uma das alternativas de recuperação do metal de minérios lateríticos. A seleção desta rota depende de uma série de fatores, com destaque da natureza e concentração dos diversos componentes constituintes do minério. São denominados ferro-níquel as ligas com teor do metal acima de 20%. Com teores mais baixos, o produto é denominado gusa niquelífero. O Brasil tem uma unidade em produção e três em construção”.
- **“Liga Ferro-Nióbio:** O Brasil é, de longe, o maior produtor mundial desta liga, participando com 95% do mercado. Tem duas unidades produtoras”.
- **“Ferro-Fósforo:** O ferro-fósforo é, usualmente, um sub-produto de um outro processo. No Brasil há três unidades industriais onde o ferro-fósforo é produzido como sub-produto”.
- **“Ferro Vanádio:** A produção de vanádio no Brasil é incipiente, mas há um empreendimento de porte em implantação. As ligas aqui caracterizadas correspondem àquelas que são produzidas no Brasil, em escala significativa ou, no caso do Vanádio, o serão em futuro próximo”.

Tecnologia:

- “A produção de ferroliga 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”.
- “O processo de obtenção das ferro-ligas é a fusão redutora dos óxidos do elemento de liga em presença do ferro. São três os redutores empregados na produção das ferro-ligas. O principal é o carbono, tanto pela sua eficiência, quanto por seu custo e disponibilidade. O seu emprego só é descartado, quando o próprio carbono for prejudicial ao processo usuário. Neste caso ele é substituído pelo silício e, quando o seu poder redutor for insuficiente, pelo alumínio. Assim, em função do redutor, são identificados três processos: carbotérmico, silicotérmico e aluminotérmico”.
- “O processo carbotérmico se caracteriza pela absorção de calor e, portanto, exige que seja realizado com aporte de calor externo. Na grande maioria dos processos de produção de ferro-ligas, este aporte é feito com energia elétrica. O equipamento empregado é o forno elétrico de arco submerso”.
- “O processo silicotérmico desenvolve calor, mas na maior parte dos casos, este é insuficiente para a compleição do processo. Nestes casos, a complementação das necessidades energéticas também é feita por meio de energia elétrica. O equipamento empregado é o forno elétrico de arco aberto”.
- “No processo aluminotérmico, o calor desenvolvido é, na maioria das vezes, suficiente para a finalização do processo. Neste caso, o uso de energia externa não é obrigatória, podendo, porém, ser usada em substituição de parte do alumínio, por razões econômicas”.

- “O equipamento básico é o forno, constituído de uma carcaça, revestida internamente com material refratário, onde é adicionada a carga. O aquecimento é feito por meio de três eletrodos (sistema trifásico), que são inseridos na carga. Os gases gerados no processo são exauridos via coifa, montada sobre o forno”.
- “O processo é contínuo: a carga constituída de minério e redutor é introduzida na parte superior do forno, passa por etapas de aquecimento, fusão e redução, gerando liga e escória, que são vazadas pela parte inferior. À medida que a carga desce, mais material é carregado, dando continuidade ao processo. O aquecimento e a manutenção da zona de alta temperatura, necessária para que se dê a fusão e redução, é feita pela passagem da corrente elétrica, introduzida no forno por meio dos três eletrodos, conectados ao transformador do forno”.
- “Os eletrodos são de carbono. No caso do silício metálico, este eletrodo é, na maioria dos casos, de carbono amorfo, previamente cozido. Em todos os demais casos, os eletrodos são formados a partir de uma mistura pastosa, constituída de coque de petróleo e piche. Esta mistura, quando aquecida, sofre uma destilação e, em temperaturas mais elevadas, completa o cozimento e se consolida. À medida que os eletrodos se consomem, mais pasta é adicionada no topo, assegurando a continuidade do processo”.

Matérias Primas:

- “As matérias primas para a produção das ferroligas são essencialmente os minérios, redutores, inclusive carvão vegetal e/ou coque e, também, a pasta eletródica que é consumida nos eletrodos durante o processo”.
- “Para a produção das ferroligas, todos os minérios consumidos são de origem nacional. Para alguns, as reservas brasileiras são abundantes, como os de nióbio, quartzo de boa qualidade e são suficientes as reservas de manganês, cromo e níquel”.
- “O Brasil importa de forma descontinuada pequenas quantidades de minério de titânio, vanádio, molibdênio, e tungstênio que são usados no processo aluminotérmico para produção de suas ferroligas”.

Carvão:

- “O setor consome como principais redutores o carvão vegetal e o coque. O primeiro é o mais consumido, hoje totalmente originário de florestas plantadas. As empresas plantam anualmente cerca de 10.000 ha, basicamente eucalipto”.
- “O carvão mineral, em casos específicos, é utilizado em mistura com o carvão vegetal ou coque”.
- A atual área reflorestada vinculada ao setor de ferroligas é da ordem de 140 mil ha
- “Considerando-se a expansão da atual capacidade instalada de 1,3 milhões t/ ano para 2 milhões t/ ano, em 2030, “a área plantada de florestas homogêneas deverá atingir 210 mil hectares”

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”.

3.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia

Supondo que a demanda de Bens de capital corresponda a 40% do valor dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e os Serviços de engenharia, a 15% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	BC e SE (R\$ milhões)	
		BC	SE
• Frágil	833	333	125
• Vigoroso	1.943	777	291
• Inovador	3.053	1.221	458

Obs.: BC = Bens de capital; SE = Serviços de Engenharia

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

3.5. Incentivos

Admitindo que o valor total de financiamentos originários do programas e linhas de apoio do BNDES corresponda a 50% dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e que o valor de renúncias fiscais, relativas a reduções / isenções de impostos, corresponda a 5% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	FB e FI (R\$ milhões)	
		FB	IF
• Frágil	833	417	42
• Vigoroso	1.943	972	97
• Inovador	3.053	1.527	153

Obs.: FB = Financiamentos do Sistema BNDES; IF = Incentivos Fiscais

Com relação aos aspectos relacionados aos Incentivos cabe lembrar 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.

3.6. Infra-estrutura de Energia e Transporte

Sob o ponto de vista dos aspectos relativos a Energia e Transporte que condicionam ou que possam condicionar o setor de ferroligas, cabe destacar as seguintes principais considerações assinaladas no RT-60:

- “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”.

4. Cadeia da 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”.

Mercado Mundial: O RT-61 assinala que a produção mundial de fundidos situa-se na casa de 100 milhões t/ ano, historicamente equivalente a 9% da produção mundial de aço. Os sete maiores produtores mundiais de fundidos são: China, EUA, Rússia, Índia, Japão, Alemanha e Brasil. Ao analisar a intensidade de consumo (kg per capita/ PIB per capita) de fundidos, nas 15 principais economias do mundo, o RT-61 evidencia a correlação do consumo de fundidos com a população e a renda.

Consumo Nacional: O RT-61 destaca também que o consumo per capita de peças fundidas no Brasil (14,7 kg/ habitante/ ano, em 2008) é considerado reduzido quando comparado a: Taiwan (57 kg/ habitante/ ano), Japão (52), Europa (52), EUA (47), Canadá (39), Coreia (38). Ressalta ainda que “no período 1990 a 2008, o consumo brasileiro de fundidos cresceu à taxa de 4,2% a.a. e representou, na média do período e no ano mais recente da série histórica, 11,4% do consumo de laminados de aço no Brasil”. Em 2009, face à atual crise econômica global, o consumo brasileiro de fundidos deverá acusar uma contração de 17%, para atingir a 2,26 milhões t, em comparação com as 2,74 milhões t registradas em 2008. Em 2008, cerca de 67% da tonelagem de fundidos vendidos no mercado interno foi destinada ao setor Automotivo, sendo seguido pelo de Bens de Capital, com 19%, Infra-estrutura (6%) e Outros (8%). No setor automotivo, em 2008, verificou-se um consumo médio de 571 kg de fundidos por veículo fabricado. No setor de Bens de Capital, os segmentos de Máquinas e Implementos Agrícolas participa com 24% do consumo total de fundidos, o de Geração e Distribuição de Energia, com 23% e o de Siderurgia, Mineração e Cimento, com 22%. O RT-61 destaca também, “no setor de Infraestrutura, o maior destaque é para tubos, conexões e tampões para sistemas de água e esgoto”. Assinala ainda a concentração do consumo das peças em alumínio e em ferro no setor automotivo, e a predominância, no consumo de fundidos de aço, na fabricação de máquinas e equipamentos.

Produção Nacional: O parque brasileiro produtor de fundidos é o sétimo maior do mundo, tendo evoluído a sua produção, entre 2001 e 2008, à taxa de 9,5% a.a., de 1,8 milhões para 3,4 milhões t, respectivamente. Com capacidade de produção estimada em 3,9 milhões t, o setor de fundição operou, em 2008, com ocupação da ordem de 87%. Em 2008, a tonelagem de fundidos produzida, apresentou a seguinte composição, segundo o metal: Ferro: 83%; Aço: 10%; Alumínio: 6,7%; Cobre: 0,6%; Outros: 0,2%. Na realização desta produção, dentre os metais consumidos, destacam-se os seguintes materiais: Ferro-gusa (1.125 mil t), Sucata ferrosa (2.195 mil t), Alumínio (215 mil t) e Ferro-ligas (75 mil t). O Brasil participa com cerca de 3% na produção mundial de fundidos.

Estrutura da Oferta: A indústria brasileira de fundição compreende cerca de 1.340 unidades fabris, 48% produzindo peças em metais ferrosos (ferro e aço) e 52% fabricando peças em metais não-ferrosos, principalmente em alumínio (2/3 deste segmento). 97% das empresas do setor são controladas por capital nacional e 95% são classificadas como PMEs. A característica de concentração do setor fica evidenciada ao se verificar que “as 30 empresas maiores, dentre as 40 de capital estrangeiro, respondem por cerca de 30% da produção nacional de fundidos, e as 43 empresas de grande porte – acima de 1.000 t de peças/ mês - contribuem com mais de 63% da produção total brasileira”. Cerca de 90% da tonelagem produzida referem-se a peças fundidas ferrosas (92,4% em 2008), e aproximadamente 7%, a peças de alumínio (6,7% em 2008). São Paulo, Minas Gerais e os estados da região Sul concentram cerca de 90% da produção de peças fundidas. Esta geografia da produção de fundidos tende a ser alterada tendo em vista as atuais

tendências de localização da indústria cada vez mais determinada pela proximidade em relação às fontes de suas principais matérias primas.

Comércio Exterior: Em 2008, as exportações brasileiras de fundidos corresponderam a 18% da tonelagem produzida e a 14% do faturamento do setor (US\$ 11 bilhões). As exportações brasileiras de fundidos (cerca de 600 mil t/ ano) acusam, aproximadamente, as seguintes destinações: NAFTA: 59%; UE: 22%; América do Sul: 10% e Outros (Ásia): 9%. Segundo o RT-61, as importações brasileiras de fundidos em bruto são irrelevantes, embora venham ocorrendo de forma indireta através de conjuntos completos, adquiridos no exterior, tais como: componentes automotivos, motores, veículos montados ou CKD e bens de capital.

Projeção da Demanda Nacional: Adotando o fator 1,8 para a elasticidade do consumo de fundidos, em relação ao PIB, o RT-61 projeta, para 2030, as seguintes previsões de demanda nacional: **i) Cenário Frágil:** 5,1 milhões t; **ii) Cenário Vigoroso:** 7,6 milhões t; e **iii) Cenário Inovador:** 10,8 milhões t. Assumindo probabilidades de 20%, 70% e 10%, de ocorrência de cada um dos três Cenários, é estimada, para o ano de 2030, uma demanda de 10,4 milhões t.

Projeção da Oferta Nacional: No RT-61, “a projeção de produção futura de fundidos no Brasil foi estimada considerando 100% de abastecimento da demanda interna por produção nacional e mais uma oferta brasileira de fundidos para exportação. Nos 5 últimos anos, as exportações representaram em média 20,2% da produção de fundidos, percentual que sofreu queda para 18,3%, em 2008 e 16,4%, em 2009. De acordo com as projeções efetuadas, o RT-61 estima que a participação das exportações sobre o total da produção brasileira evoluirá para 25%, em 2030. O RT-61 ressalta também que “a ABIFA projetava uma capacidade instalada no setor para 2012 de 5,15 milhões t/ ano, mas vários projetos foram postergados, de forma que este horizonte deve evoluir para o entorno de 2015”. Assinala ainda que o setor brasileiro de fundição deverá elevar sua capacidade do nível de 3,9 milhões t/ ano (atuais) para a casa dos 10 milhões t/ ano, até 2030.

Expansão de Capacidade de Produção: Em relação à atual capacidade de produção (3,9 milhões t de fundidos/ ano), são consideradas as seguintes evoluções possíveis da capacidade instalada e consequentes implicações em termos de investimento e geração de postos de trabalho:

- **Cenário Frágil:** acréscimo de 2,9 milhões t/ ano na atual capacidade instalada $[(5,1/0,75) - 3,9 = 2,9]$
 - Investimentos requeridos: 2,9 milhões t x R\$ 3 mil/ t de capacidade adicionada = R\$ 8,7 bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 2,9 milhões t / 77 t / homem/ ano = 38 mil.
- **Cenário Vigoroso:** acréscimo de 6,2 milhões t/ ano na atual capacidade instalada $[(7,6/0,75) - 3,9 = 6,2]$
 - Investimentos requeridos: 6,2 milhões t x R\$ 3 mil/ t de capacidade adicionada = R\$ 18,6 bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 6,2 milhões t / 119 t / homem/ ano = 52 mil.
- **Cenário Inovador:** acréscimo de 10,5 milhões t/ ano na atual capacidade instalada $[(10,8/0,75) - 3,9 = 10,5]$
 - Investimentos requeridos: 10,5 milhões t x R\$ 3 mil/ t de capacidade adicionada = R\$ 31,5 bilhões..
 - Novos postos de trabalho: 10,5 milhões t / 138 t / homem/ ano = 76 mil.

O RT-61 assinala que a expansão projetada exigirá sensíveis aumentos no suprimento de ferro-gusa, ferro-ligas, e alumínio primário, equivalentes, no Cenário Inovador, a 4,7 milhões t, 310 mil t e 1 milhão t, respectivamente.

4.1. Investimentos

Segundo o 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. 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 de peças”.

O referido relatório assinala que “o setor projetava um aumento de capacidade 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”.

Destaca também que “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”. Registra, em resumo, os seguintes parâmetros de investimentos em projetos de unidades produtoras de fundidos: i) **Greenfield**: US\$ 1.800/ t; e ii) **Brownfield**: US\$ 1.100/ t. Adotando-se o indicador de R\$ 3.000/ t adicionada, os investimentos necessários para a expansão da produção brasileira de fundidos oscilarão entre o mínimo de R\$ 8,7 bilhões e o máximo de R\$ 31,5 bilhões.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ⁶ t/ ano)			Investimentos R\$ bilhões
	Atual	2030	adicional	
• Frágil	3,9	6,8	2,9	8,7
• Vigoroso	3,9	10,1	6,2	18,6
• Inovador	3,9	14,4	10,5	31,5

4.2. Recursos Humanos

O setor empregava, em 2008, 59.721 pessoas, com um índice de produtividade de 56,2 t/ homem/ ano, quase o dobro do verificado em 1995, porém inferior ao mesmo índice registrado em países mais desenvolvidos (Espanha: 77 t/ homem/ ano; Alemanha: 119 t/ homem/ ano; EUA; 138 t/ homem/ ano). Admitindo-se que os níveis de produtividade da produção brasileira evoluam para os patamares da Espanha, da Alemanha e dos EUA, nos Cenários Frágil, Vigoroso e Inovador, respectivamente - a geração de novos postos de trabalho, sob efeito da expansão projetada na produção brasileira de fundidos, encontra-se a seguir determinada:

Cenários	Capacidade Instalada (10 ⁶ t/ ano)			Produtividade t/ homem/ ano	Novos postos de Trabalho
	Atual	2030	Adicional		
• Frágil	3,9	6,8	2,9	77	37.662
• Vigoroso	3,9	10,1	6,2	119	52.101
• Inovador	3,9	14,4	10,5	138	76.087

Tomando-se a situação intermediária (Cenário Vigoroso), o número de novos postos de trabalho diretos (52 mil) somados aos atuais 60 mil, projeta para 2030, um contingente total de mão-de-obra da ordem, de 112 mil pessoas.

No que se refere a Recursos Humanos, o RT-61 apresenta os seguintes comentários complementares:

- 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 de produção, 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 e 5% possuem curso de nível superior e 1,3% tiveram acesso à pós-graduação.

4.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

O RT-61 assinala que “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.”

Ressalta também que “o acabamento das peças fundidas também 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”.

Destaca ainda que “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”.

Da análise das atividades inovadoras no setor de fundição, o RT-61 ressalta 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

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

O RT-61 assinala que “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, pelo 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”

4.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia

Supondo que a demanda de Bens de capital corresponda a 40% do valor dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e os Serviços de engenharia, a 15% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	BC e SE (R\$ milhões)	
		BC	SE
• Frágil	8.700	3.480	1.305
• Vigoroso	18.600	7.440	2.790
• Inovador	31.500	12.600	4.725

Obs.: BC = Bens de capital; SE = Serviços de Engenharia

4.5. Incentivos

Admitindo que o valor total de financiamentos originários de programas e linhas de apoio do BNDES corresponda a 50% dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e que o valor de renúncias fiscais, relativas a reduções / isenções de impostos, corresponda a 5% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	FB e IF (R\$ milhões)	
		FB	IF
• Frágil	8.700	4.350	435
• Vigoroso	18.600	9.300	930
• Inovador	31.500	15.750	1.575

Obs.: FB = Financiamentos do Sistema BNDES; IF = Incentivos Fiscais

O RT-61 assinala que a “cadeia de fundição..., no Brasil, por congregar mais de 1.300 unidades fundidoras, a maioria classificada como pequena ou média empresa, merece maior atenção no que tange à tributação e incentivos financeiros, já que constitui 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.” Assim, o referido relatório faz recomendações específicas sobre:

- 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 do tipo “draw-back” verde e amarelo, uma vez que o gusa tem elevada participação no preço final da peça fundida ferrosa e os produtores independentes desta matéria prima, em sua maioria localizados no estado de 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 pequenas e médias empresas, uma vez que os montantes envolvidos, na maioria das vezes, não possibilitam acesso às fontes mais favorecidas (BNDES, financiamentos externos).

4.6. Infra-estrutura de Energia e Transporte

Sob o ponto de vista dos aspectos relativos a Energia e Transporte que condicionam ou que possam condicionar o setor de fundição, cabe destacar as seguintes principais considerações acrescentadas pelo autor do RT-61:

- “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. 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

Mercado Mundial: O Brasil é o sexto maior produtor de alumínio primário e participa com cerca de 5% da produção mundial de 338 milhões t e com 10% do comércio internacional deste metal. Em 2007, cerca de 50% da produção mundial de alumínio foi realizada em países integrantes dos BRICs: Brasil (1,1 milhões t), Rússia (3,9 milhões t), Índia (1,2 milhões t) e China (12,5 milhões t). Destacaram-se ainda, naquele ano, as produções de Austrália (1,9 milhões t), Canadá (3,0 milhões t), EUA (2,5 milhões t) e Noruega (1,3 milhões t). O consumo mundial de alumínio evoluiu de 4,2 milhões t, em 1960, para 38,1 milhões t, em 2007 (taxa de 4,8% a.a.). O RT-62 registra que, em 1960, o cobre tinha um consumo mundial superior ao do alumínio, mas com o decorrer dos anos o alumínio passa a ter o maior volume de consumo e produção entre os metais não ferrosos. Destaca também o consumo da China que, de 4,5 milhões t, em 2000, ascendeu para 10,2 milhões t em 2006 (taxa de 14,6% a.a.). Com consumo per capita superior a 20 kg/habitante/ ano, os países desenvolvidos respondem por cerca de 70% do consumo mundial. O alumínio tem os seus preços cotados na *London Metal Exchange – LME*. Em 2007, os preços médios registrados foram de US\$ 2.638,42/ t (metal primário) e US\$ 2.192,78/ t (metal secundário).

Consumo Nacional: O RT-62 assinala que o consumo brasileiro de alumínio, no período 2000 a 2006, ascendeu à taxa de 4% a.a. Destaca as seguintes mudanças na composição do consumo brasileiro de alumínio primário entre 1983 e 2007: i) Construção civil: 23% do consumo em 1983 e 12% em 2007; ii) Material de transporte: 18%, em 1983 e 26%, em 2007; iii) Eletricidade: 16% e 10%; iv) Bens de consumo: 18% e 9%; v) Embalagens: 9% e 30%; vi) Máquinas e equipamentos: 5% e 4%; e vii) Outros: 11% e 9%. Segundo a ABAL, o consumo per capita brasileiro que era de 2,5 kg/habitante/ ano, em 1983, ascende a 5 kg/habitante/ ano, em 2007. Cabe assinalar que as mudanças na composição do consumo refletem as significativas transformações estruturais e conjunturais da economia brasileira, entre os períodos considerados, conforme registrado no RT-01. No consumo específico por automóvel o Brasil apresenta o índice de 47 kg por unidade, bastante inferior aos 145 kg/ unidade dos EUA, ou aos 132 kg/ unidade, da Europa.

Produção Nacional: Em 2007, o Brasil produziu 1,6 milhões t de alumínio primário, com aumento de 3,6% em relação a 2006. Em relação a 2001 (1,1 milhão t), verifica-se um crescimento à taxa de 6,5% a.a.. Acrescentando a produção secundária (324 mil t), a produção total de alumínio, em 2007, foi de 1,9 milhões t. A produção brasileira de alumínio primário, em 2007, exigiu suprimento da ordem de 3,2 milhões t de alumina e de 6, 4 milhões t de bauxita, integralmente oriundas de produção nacional. É importante assinalar, conforme já evidenciado no RT-13, que a cadeia brasileira de alumínio primário é superavitária em seus três segmentos. Na bauxita, a produção em 2007 foi 25 milhões t, para o consumo interno de 16,5 milhões t. Na alumina, verificou-se, naquele ano, a produção da ordem de 7 milhões t, para o consumo interno da ordem de 3 milhões t. E, finalmente, da produção de cerca de 2,1 milhões t de alumínio primário, em 2008, 1,1 milhões t foram destinados ao mercado de exportação e 1 milhão t ao consumo doméstico.

Estrutura da Oferta: A produção brasileira de alumínio primário é realizada por sete usinas operadas por 6 grupos empresariais. Estas unidades produtoras estão distribuídas por 6 Estados,

conforme número de usinas e produção em 2007, a seguir assinalados: Bahia (1 usina, com produção de 60 mil t), Minas Gerais (2, com 145 mil t), Maranhão (1, com 448 mil t), Pará (1, com 459 mil t), Rio de Janeiro (1, com 100 mil t) e São Paulo (1, com 451 mil t). A atual estrutura de produção de alumínio primário é compreendida por: ALBRÁS (Barcarena - PA), ALUMAR (São Luiz - MA), CBA (Alumínio - SP), NOVELIS (Ouro Preto - MG e Aratu - BA) e VALESUL (Rio de Janeiro - RJ). A produção brasileira de bauxita é realizada em Minas Gerais, no Pará e em Santa Catarina, e a de alumina, em Maranhão, Minas Gerais, Pará e São Paulo. Já as unidades de transformação (chapas, folhas, extrudados, cabos e vergalhões) encontram-se distribuídas por 12 estados: Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo.

- No Brasil, a atual capacidade instalada de produção de alumínio primário é de 1.685 mil t/ano, assim compreendida: ALBRÁS/ PA: 460 mil t/ano, ALCOA/ MG: 96 mil t/ano, ALUMAR/ MA: 447 mil t/ano, CBA/ SP: 475 mil t/ano, NOVELIS/ MG: 51 mil t/ano, NOVELIS/ BA: 58 mil t/ano e VALESUL/ RJ: 98 mil t/ano. Para os produtos transformados (chapas, folhas, cabos, vergalhões) a capacidade é de 1.078 mil t e, para produtos extrudados, as prensas das principais empresas do setor reúnem uma capacidade da ordem de 250 mil t/ano.
- Todas as unidades que compõem a cadeia de produção do alumínio primário encontram-se certificadas pelas normas ISO 9.000 e 14.001 (gestão ambiental) e pelas OHSAS 18.000 (segurança e saúde). Segundo a ABAL, algumas estão também certificados pela SA 8000 (responsabilidade social).

Comércio Exterior: Segundo o RT-62, as exportações brasileiras de bauxita só se tornam expressivas a partir de 1980 (2,6 milhões, no valor de US\$ 65 milhões, ou US\$ 164 milhões a preços de 2007), alcançando, em 2007, 5,8 milhões t, com o valor de US\$ 240 milhões. Já no caso da alumina, o Brasil evoluiu de uma posição deficitária em 1970 (exportação de 238 t e importação de 472 t), para a exportação de 3,8 milhões t, em 2007, com receita de US\$ 1,2 bilhões e praticamente nenhuma importação. Em 2007, o Brasil exportou 1.045 mil t de alumínio, sendo 823 mil t de alumínio primário, 201 mil t de produtos semi-acabados e 21 mil t de manufaturados, com preços médios de US\$ 2.652,00/ t, para o alumínio primário, US\$ 3.403,00/ t para os semi acabados e US\$ 6.762,00/ t para os manufaturados. Em 2008, o comércio exterior brasileiro de bauxita, alumina e alumínio gerou um superávit de US\$ 3,6 bilhões.

Projeção da Demanda Nacional: Para 2030 - considerando-se que o Brasil atinja o consumo per capita de 20 kg/ habitante/ ano (equivalente ao atual patamar dos PDs) e que a população brasileira evolua para 216 milhões de habitantes, de acordo com as previsões do IBGE - o RT-62 estima que o consumo de alumínio primário será da ordem de 4,3 milhões t. O presente RT-79 adota as seguintes projeções de consumo para 2030:

- **Cenário Frágil:** consumo per capita de 10 kg/ habitante/ ano e consumo total de 2,2 milhões t
- **Cenário Vigoroso:** consumo per capita de 15 kg/ habitante/ ano e consumo total de 3,2 milhões t
- **Cenário Inovador:** consumo per capita de 20 kg/ habitante/ ano e consumo total de 4,3 milhões t.

Projeção da Oferta Nacional: Para 2030 - considerando-se o atendimento à demanda projetada e admitindo que o Brasil mantenha a sua atual participação no mercado internacional - são admitidas as seguintes previsões de produção:

- **Cenário Frágil:** 4,1 milhões t, com crescimento a 3,1% a.a.
- **Cenário Vigoroso:** 5,1 milhões t, com crescimento a 4,1% a.a.
- **Cenário Inovador:** 6,2 milhões t, com crescimento a 5,0% a.a..

É importante assinalar que as atuais reservas de bauxita evidenciam-se suficientes para suportar a produção projetada

Expansão de Capacidade de Produção: Em relação à atual capacidade de produção (1.685 mil t/ano), são consideradas as seguintes evoluções possíveis da capacidade instalada e consequentes implicações em termos de investimento e geração de postos de trabalho:

- **Cenário Frágil:** acréscimo de 2,4 milhões t/ano na atual capacidade instalada [4,1 - 1,7 = 2,4]
 - Investimentos requeridos: 2,4 milhões t x R\$ 18.500 / t de capacidade adicionada = R\$ 44,4 bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 2,4 milhões t / 81 t / cooperador/ ano = 29.630
- **Cenário Vigoroso:** acréscimo de 3,4 milhões t/ano na atual capacidade instalada [5,1 - 1,7 = 3,4]
 - Investimentos requeridos: 3,4 milhões t x R\$ 18.500 / t de capacidade adicionada = R\$ 62,9 bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 3,4 milhões t / 90 t / cooperador / ano = 37.778
- **Cenário Inovador:** acréscimo de 4,5 milhões t/ano na atual capacidade instalada [6,2 - 1,7 = 4,5]
 - Investimentos requeridos: 4,5 milhões t x R\$ 18.500 / t de capacidade adicionada = R\$ 83,3 bilhões..
 - Novos postos de trabalho: 4,5 milhões t / 99 t / cooperador / ano = 45.455

5.1. Investimentos

O RT-79 adota o indicador de US\$ 10.000 (R\$ 18.500) / t de capacidade instalada, com o que os investimentos totais - para fazer frente ao aumento da produção brasileira (alumina e alumínio), no período de 2010 a 2030 - são estimados em R\$ 44,4 bilhões (Cenário Frágil), R\$ 62,9 bilhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 83,3 bilhões (Cenário Inovador).

Cenários	Capacidade Instalada (10 ⁶ t/ano)			Investimentos R\$ bilhões
	Atual	2030	adicional	
• Frágil	1,7	4,1	2,4	44
• Vigoroso	1,7	5,1	3,4	63
• Inovador	1,7	6,2	4,5	83

No que se refere aos aspectos relativos a Investimentos, cumpre ressaltar os seguintes tópicos assinalados pelo RT-62:

- 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. Admite-se, entretanto, que as empresas produtoras tendem a pelo menos manter a atual participação geração própria/ demanda total de energia.

5.2. Recursos Humanos

Segundo a ABAL, 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 2 mil pessoas alocadas na produção secundária e aproximadamente 41 mil, 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.

O RT-22 estima em cerca de 2.000 o número de cooperadores alocados na mineração de bauxita. Consequentemente, o RT-79 admite um contingente de 18.000 cooperadores alocados nas plantas de alumina e de alumínio, para uma produção de 1,6 milhões t do metal, em 2007, do que resulta a produtividade da ordem de 90 t de metal primário/ cooperador/ ano. Na projeção das necessidades de mão-de-obra para fazer face à expansão da produção prevista para 2030, o RT-79 considera, no Cenário Vigoroso, a produtividade de 90 t/ cooperador/ ano, no Cenário Frágil, uma redução de 10% e, no Cenário Inovador, um aumento de 10%.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ⁶ t/ ano)			Produtividade t/ homem/ ano	Novos postos de Trabalho
	Atual	2030	Adicional		
• Frágil	1,7	4,1	2,4	81	29.630
• Vigoroso	1,7	5,1	3,4	90	37.778
• Inovador	1,7	6,2	4,5	99	45.455

Tomando-se a situação intermediária (Cenário Vigoroso), o número de novos postos de trabalho (37.778) somados aos atuais 18.000, projeta para 2030, um contingente total de mão-de-obra da ordem, de 55.778 pessoas, Considerando-se adicionalmente os contingentes de postos de trabalho relativos a produção secundária, empresas transformadoras e reciclagem, pode-se estimar que, em 2030, o número total de postos de trabalho da cadeia do alumínio será superior a 400 mil .

O RT-62 assinala os seguintes aspectos de interesse para a percepção do comportamento da área de recursos humanos na cadeia do alumínio, tendo por referência o ano de 2007:

- 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.
- Segundo a ABAL, 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.

5.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Sob o ponto de vista dos condicionantes relativos a P&D&I, cumpre ressaltar as seguintes principais considerações assinaladas no RT-62:

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 RT-62 assinala que 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 15,0 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.

5.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia

Supondo que a demanda de Bens de capital corresponda a 40% do valor dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e os Serviços de engenharia, a 15% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	BC e SE (R\$ milhões)	
		BC	SE
• Frágil	44.400	17.760	6.660
• Vigoroso	62.900	25.160	9.435
• Inovador	83.300	33.320	12.495

Obs.: BC = Bens de capital; SE = Serviços de Engenharia

No que se refere aos aspectos relativos a Bens de capital e Serviços de engenharia, cumpre ressaltar as seguintes principais considerações assinaladas no RT-62:

- “A ABAL ... indica que... em 2007, foram aportados investimentos da ordem de R\$ 4,1 bilhões, cerca de 50% acima do registrado no ano anterior. Esses investimentos foram alocados, 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.(ABAL, Relatório de Sustentabilidade da Indústria do Alumínio 2006/2007)”.

5.5. Incentivos

Admitindo que o valor total de financiamentos originários de programas e linhas de apoio do BNDES corresponda a 50% dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e que o valor de renúncias fiscais, relativas a reduções / isenções de impostos, corresponda a 5% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	FB e IF (R\$ milhões)	
		FB	IF
• Frágil	44.400	22.200	2.220
• Vigoroso	62.900	31.450	3.145
• Inovador	83.300	41.650	4.165

Obs.: FB = Financiamentos do Sistema BNDES; IF = Incentivos Fiscais

Quanto aos aspectos relativos a Incentivos, destacam-se as seguintes principais considerações assinaladas no RT-62:

- 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.

5.6. Infra-estrutura de Energia e Transporte

O RT-62 assinala as seguintes considerações com relação à questão da Energia:

- A indústria de alumínio primário opera com 31% de energia própria.
- Cerca de 1/3 do custo de produção do alumínio primário é devido à energia. Portanto a garantia de fornecimento deste insumo 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.

6. Cadeia do Cobre

O RT-63 (Perfil do Cobre), de autoria do consultor José Osaël 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”.

Mercado Mundial: Segundo o RT-63, “nos últimos 10 anos, a produção mundial de cobre refinado experimentou um crescimento de 2,8% a.a., saindo de um patamar de 14,0 milhões de toneladas em 1998 para 18,5 milhões de toneladas em 2008, com estimativa de atingir 16,0 milhões de toneladas em 2009, em decorrência da crise mundial. Os cinco maiores produtores - China, Chile, Estados Unidos, Japão e Rússia - representam aproximadamente 58% da produção mundial, cabendo destacar entre eles o desempenho da China. A indústria de cobre refinado mundial tem uma capacidade instalada de 22,5 milhões de t/ ano (2008), estando operando a uma taxa de ocupação de somente 81%, a menor ... desde 2003”. O RT-63 assinala que “o fluxo do comércio internacional de cobre refinado se caracteriza por uma significativa concentração das exportações ... em mãos de apenas quatro países (Chile, Peru, Zâmbia e Cazaquistão) ... os quais respondem por 52% do total exportado no mundo, cabendo a liderança ao Chile que sozinho controla 35% das

exportações”. Pelo lado das importações, “os países industrializados representados pelos EUA, Alemanha, Itália e França são o destino de 47% das importações mundiais. Um segundo expressivo destino é formado por China, Coréia, Taiwan e Tailândia, que juntos são responsáveis por cerca de 31% das importações mundiais”. Ressalta também que o consumo mundial de cobre apresentou um crescimento da ordem de 2,8% a.a., nos últimos 48 anos. Destaca ainda que “os preços internacionais do cobre (LME) evoluíram de US\$ 2.668/ t, em 1990, para US\$ 6.054/ t, em 2008” ... e que “alguns analistas ... arriscam prever que os preços do cobre se situem na faixa de U\$ 3.500,00 a U\$ 5.500 nos próximos 5 anos, caso não haja pressão de demanda exageradamente forte por parte da China, com redução de estoques, e sem que ocorra ajustes da oferta mundial”.

Consumo Nacional: O RT-63 assinala que, “entre 1988 e 2008, o consumo aparente de cobre cresceu a uma taxa de 3,2% a.a., passando de um patamar de 219 mil t em 1988 para 409 mil t ... em 2008”. Assinala também que, seja no mercado interno ou no externo, a planta da Caraíba Metais destina a sua produção de catodo a fabricantes de semimanufaturados – trefilados, extrudados e laminados. Já os vergalhões e fios trefilados destinam-se essencialmente a produtores de condutores elétricos. No mercado interno, grande parte das vendas é destinada a clientes localizados no estado de São Paulo. “Já o catodo SW/EW produzido pela Mineração Caraíba destina-se”, no mercado interno, à “indústria de semimanufaturados de cobre da Grande São Paulo”. Quanto ao catodo da UHC, o RT-63 informa que “a VALE pretende colocá-lo tanto no mercado interno quanto no externo”. O RT-63 ressalta ainda que “o consumo de cobre metálico no Brasil, estimado em 400 mil toneladas, está diretamente relacionado à fabricação de condutores elétricos, semimanufaturados e outros produtos de cobre”.

Produção Nacional: O RT-63 assinala que a produção brasileira de cobre primário evoluiu de 148 mil t, em 1998, para 225 mil t, em 2008 (taxa de 2,1% a.a.) e a de cobre secundário de 38 mil t, em 1998, para 25 mil t, em 2008, enquanto a produção total de cobre metálico (primário + secundário) evoluiu de 186 mil t, em 1998, para 250 mil t, em 2008 (taxa de 1,5% a.a.). Em 2008, a Caraíba Metais “produziu 225.440 toneladas de catodo de cobre eletrolítico oriundo de concentrados nacionais de 3 minas situadas nos estados da Bahia, Pará e Goiás, e importados do Chile, Argentina e Portugal, participando os primeiros com cerca de 20% no *blend* de matéria-prima da planta”.

Estrutura da Oferta: O RT-63 assinala que a “Caraíba Metais (única produtora brasileira de cobre primário, por via pirometalúrgica)” responde por cerca de 98% da produção brasileira de cobre primário. Ressalta que esta empresa “caracteriza-se por não ser integrada a montante na cadeia produtiva, tendo, contudo, forte integração a jusante no segmento de trefilados – vergalhões e fio trefilado”. A “cadeia do cobre conta também com a Usina Hidrometalúrgica de Carajás (UHC), em Canaã dos Carajás, estado do Pará, pertencente à VALE. A planta tem a capacidade nominal de produção de 10.000 t/ano de catodo, a partir de 35.000 toneladas de concentrado, e é voltada essencialmente para tratar concentrados sulfetados da região de Carajás, como alternativa ao tratamento pirometalúrgico”. Destaca também que ... “o terceiro e último *player*, a Mineração Caraíba S/A, opera, desde dezembro de 2006, uma planta hidrometalúrgica de 4.500 t/ano de catodo SX/EW, com 99,9% de pureza, usando minério oxidado de sua mina em Jaguarari – BA”. O RT-63 ressalta ainda que “a Caraíba Metais, ... tem 98,14% do seu capital ... controlado pela Paranapanema S/A que, ... por sua vez, é uma empresa *holding* de negócios de cobre metálico (Caraíba Metais), produtos de cobre (Eluma) e fertilizantes (Cibrafétil), cujo controle acionário é detido por fundos de pensão liderados pela PREVI e o BNDESPAR”.

Comércio Exterior: De acordo com o RT-63, as exportações de cobre metálico evoluíram de 27 mil t, em 1998, para 93 mil t, em 2008 (taxa de 6,4% a.a.) e as importações, de 60 mil t, em 1998, para 252 mil t, em 2008 (taxa de 7,4% a.a.). Ao analisar o destino das exportações brasileiras de cobre primário, o RT-63 assinala: i) Catodos de cobre da Caraíba Metais: Europa,

Ásia (China) e América do Norte (EUA); ii) Vergalhões e fios trefilados da Caraíba Metais: Europa e Ásia; e iii) Catodo SX/EW da Mineração Caraíba: União Européia.

Projeção da Demanda Nacional: Partindo de 409 mil t, em 2008, o RT-62 apresenta as seguintes estimativas para o consumo aparente brasileiro de cobre, em 2030:

- **Cenário 1 (Frágil):** 598 mil t; crescimento: 1,7% a.a.; consumo per capita: 2,75 kg/ habit./ ano
- **Cenário 2 (Vigoroso):** 779 mil t; crescimento: 3,0% a.a.; consumo per capita: 3,59 kg/ habit./ ano
- **Cenário 3 (Inovador):** 1.001 mil t; crescimento: 4,2% a.a.; consumo per capita: 4,61 kg/ habit./ ano

Projeção da Oferta Nacional: Além da expansão da capacidade instalada da Caraíba Metais, das atuais 225 mil t/ ano para 270 mil t/ ano, a previsão de expansões consideradas nos três cenários encontram-se fundamentadas nas seguintes hipóteses assinaladas no RT-63:

- **“Cenário Frágil:** uma planta com capacidade final de 250 mil t/ ano, entrando em operação com 150 mil t/ ano já a partir de 2015, alcançando 200 mil t/ ano em 2025 e estabilizando em 250 mil t/ ano em 2030”;
- **“Cenário Vigoroso:** uma planta com capacidade final de 350 mil t/ ano, entrando em operação com 200 mil t/ ano já a partir de 2015, alcançando 300 mil t/ ano em 2025 e estabilizando em 350 mil t/ ano”;
- **“Cenário Inovador:** duas plantas com capacidade total de 550 mil t/ ano, sendo a primeira com capacidade final de 300 mil t/ ano e entrando em operação com 200 mil t/ ano em 2015, alcançando 250 mil t/ ano em 2025 e estabilizando em 300 mil t/ ano em 2030. A segunda planta, com capacidade final de 250 mil t/ ano, entraria em operação em 2020 com 150 mil t/ ano, atingindo capacidade plena de 250 mil t/ ano em 2030”.

O RT-63 ressalta que, “no tocante à produção de cobre secundário (a partir de sucata de processo e de obsolescência), o padrão histórico indica como boa estimativa para projeções de sua oferta futura, um valor anual equivalente a 20% da produção de cobre primário”.

Expansão de Capacidade de Produção: Em relação à atual capacidade de produção (225 mil t/ ano), são consideradas as seguintes evoluções possíveis da capacidade instalada e consequentes implicações em termos de investimento e geração de postos de trabalho:

- **Cenário Frágil:** acréscimo de 295 mil t/ ano na atual capacidade instalada [520 - 225 = 295]
 - Investimentos requeridos: 295 mil t x R\$ 9.250/ t de capacidade adicionada = R\$ 2,7 bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 295 mil t / 260 t / homem/ ano = 1.134
- **Cenário Vigoroso:** acréscimo de 395 mil t/ ano na atual capacidade instalada [620 - 225 = 395]
 - Investimentos requeridos: 395 mil t x R\$ 9.250/ t de capacidade adicionada = R\$ 3,7 bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 395 mil t / 285 t / homem/ ano = 1.386
- **Cenário Inovador:** acréscimo de 595 mil t/ ano na atual capacidade instalada [820 - 225 = 595]
 - Investimentos requeridos: 595 mil t x R\$ 9.250/ t de capacidade adicionada = R\$ 5,5 bilhões..
 - Novos postos de trabalho: 595 mil t / 300 t / homem/ ano = 1.983

6.1. Investimentos

Com base em “pesquisa feita sobre projetos recém implantados e/ou com anúncio de implantação a curto e médio prazos”, o RT-63 apresenta 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.

Partindo de tais parâmetros, o RT-79 adota o indicador de US\$ 5.000 (R\$ 9.250) / t de capacidade instalada, com o que os investimentos totais, para fazer frente ao aumento da produção brasileira no período de 2010 a 2030, são estimados em R\$ 2,7 bilhões (Cenário Frágil), R\$ 3,7 bilhões (Cenário Vigoroso) ou R\$ 5,5 bilhões (Cenário Inovador).

Cenários	Capacidade Instalada (10 ³ t/ ano)			Investimentos R\$ milhões
	Atual	2030	Adicional*	
• Frágil	225	520	295	2,7
• Vigoroso	225	620	395	3,7
• Inovador	225	820	595	5,5

Obs: * Considera a expansão de 45 mil t/ano na Caraíba Metais

6.2. Recursos Humanos

Nas suas projeções relativas a necessidades de recursos humanos, o RT-63 adotou os seguintes parâmetros: i) Coeficiente de ocupação da indústria de cobre refinado: 3,5 empregos/ mil t/ ano (285,7 t/ empregado/ ano); ii) 20% de nível superior, 14% de nível médio e 66% de nível básico.

Partindo dos parâmetros apresentados no RT-63, o RT-79 considera oscilações na produtividade e determina a necessidade adicional de recursos humanos na indústria do cobre em 1.134 (Cenário Frágil), 1.386 (Cenário Vigoroso) e 1.983 (Cenário Inovador)

Cenários	Capacidade Instalada (10 ³ t/ ano)			Produtividade t/ homem/ ano	Novos postos de Trabalho
	Atual	2030	Adicional		
• Frágil	225	520	295	260	1.134
• Vigoroso	225	620	395	285	1.386
• Inovador	225	820	595	300	1.983

Obs: * Considera a expansão de 45 mil t/ano na Caraíba Metais

Tomando-se a situação intermediária (Cenário Vigoroso), o número de novos postos de trabalho diretos (1.386) somados aos atuais 1.000 (800 da Caraíba Metais, acrescidos de 200 estimados para UHC/ VALE e Mineração Caraíba), projeta para 2030, um contingente total de mão-de-obra da ordem, de 2.386 pessoas.

No que se refere aos aspectos relativos ao perfil e comportamento de Recursos Humanos do setor, cumpre ressaltar os seguintes tópicos assinalados pelo RT-63:

Perfil da Mão-de-Obra:

- 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.

Produtividade e Competitividade:

- “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 ao longo dos 19 anos em análise - podem também ser aferidos através do indicador de ocupação de mão-de-obra (número de cooperadores por mil toneladas produzidas) 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”.

Capacitação Profissional:

- “O RT-63 assinala a necessidade de vigorosas ações de governos federal e estaduais (principalmente nos estados de Bahia, Goiás e Pará) no sentido de “ampliar e consolidar a oferta de profissionais de nível

médio com perfil próprio 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”.

6.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Sob o ponto de vista dos condicionantes relativos a P&D&I, cumpre ressaltar as seguintes principais considerações assinaladas no RT-63:

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, vis-a-vis às suas concorrentes, 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”.
- “Ressalte-se que independentemente do cenário, as reservas brasileiras são suficientes para suportar um projeto nacional de auto-suficiência tanto no segmento da mineração quanto no do cobre primário, bastando para tanto apenas pesquisa mineral de detalhe, objetivando incorporar às reservas medidas e indicadas boa parte das reservas inferidas já identificadas”.

6.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia

Supondo que a demanda de Bens de capital corresponda a 40% do valor dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e os Serviços de engenharia, a 15% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	BC e SE (R\$ milhões)	
		BC	SE
• Frágil	2.729	1.092	409
• Vigoroso	3.654	1.462	548
• Inovador	5.504	2.202	826

Obs.: BC = Bens de capital; SE = Serviços de Engenharia

Com relação às questões relacionadas a Bens de capital e Serviços de Engenharia, destacam-se as seguintes principais considerações registradas no RT-63:

- “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”.

- “Ressalte-se que a indústria nacional de bens de capital é hoje competitiva e está perfeita e globalmente integrada, atuando de forma bastante competitiva vis-à-vis a indústria do exterior”.

6.5. Incentivos

Admitindo que o valor total de financiamentos originários do programas e linhas de apoio do BNDES corresponda a 50% dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e que o valor de renúncias fiscais, relativas a reduções / isenções de impostos, corresponda a 5% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	FB e IF (R\$ milhões)	
		FB	IF
• Frágil	2.729	1.365	137
• Vigoroso	3.654	1.827	183
• Inovador	5.504	2.752	275

Obs.: FB = Financiamentos do Sistema BNDES; IF = Incentivos Fiscais

No que se refere aos aspectos relativos a Incentivos, destacam-se as seguintes principais considerações assinaladas no 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”.
- “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 mercados 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 BNDES Participações S/A – 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 Financiadora de Estudos e Projetos – 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 estímulos fiscais, os projetos da Amazônia gozam de incentivos concedidos pela SUDAM – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia e, do Nordeste, pela SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, que também inclui o norte do Estado de Minas Gerais”.

6.6. Infra-estrutura de Energia e Transporte

No que se refere à questão do consumo de Energia, destacam-se as seguintes principais considerações assinaladas no RT-63:

- 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.

7. Cadeia do Níquel

O RT-64 (Perfil do Níquel), de autoria do consultor José Osael 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”.

Mercado Mundial: O RT-64 assinala que “no período 2004 a 2008, a produção mundial de níquel refinado evoluiu de 1.253 mil t para 1.378 mil t (acréscimo de 9,9% no período), enquanto o consumo evoluía de 1.247 t para 1.278 t (crescimento de 2,5% no período)”. Destaca também que “a produção de minério e concentrado de níquel” apresenta “uma forte concentração em apenas quatro” países – “Rússia, Canadá, Austrália e Indonésia - que juntos controlam mais de 60% da oferta mundial”. Registra ainda que “a indústria de aço inoxidável ... responde por cerca de 62% do níquel consumido no mundo. O restante é usado na fabricação de ligas ferrosas e não-ferrosas, baterias, niquelagem, etc”. “Em 2008, o consumo mundial de níquel refinado acusou a seguinte distribuição: Ásia: 54%, Europa: 31%, Américas: 13% e África: 2%”. Na Ásia, destaca-se “a China, de longe, o maior consumidor naquela região, seguida pela Índia e Coréia do Sul”. “Como grandes exportadores de níquel destacam-se o Canadá, Noruega e a Austrália, que respondem por mais de 63% das exportações mundiais. No que concerne às importações, China, Estados Unidos e Europa são responsáveis por mais de 70% do níquel refinado importado”. “Seja no Brasil ou nas demais regiões produtoras, exceção de uma parte da China, a indústria de níquel é integrada, ou seja, a mineradora é também a produtora de níquel eletrolítico ou da liga Fe-Ni, ou ainda dos produtos intermediários para a obtenção do metal refinado”. Por outro lado, “a indústria do níquel também se “caracteriza pela expressiva participação de grandes grupos de mineração globalizados (Norilsk Nickel, Vale Inco, BHP-Billiton, Xstrata e Jinchuan), que detêm o controle de mais de 57% da produção mundial”. O RT-64 ainda ressalta que “a crise econômica mundial reduziu significativamente o consumo de níquel em todo as regiões, com exceção da Ásia, que vem apresentando contínuo crescimento, puxado essencialmente pela China. O consumo é esperado cair para 1,08 milhões t de níquel em 2009, em decorrência da crise mundial. Segundo o INSG, já em 2010, se prevê uma retomada do consumo, que poderá voltar a patamares de 2004, ... no entorno de 1,25 milhões t.

Consumo Nacional: Entre 1988 e 2008, o consumo aparente de níquel contido cresceu a uma taxa de 3,8% a.a., de 10.842 t, para 22.881 t.

Produção Nacional: O RT-64 registra que “no período 2000 a 2008, a produção brasileira de níquel contido evoluiu de 33.014 t para 37.152 t, tendo acusado um pico de produção em 2006, com 37.544 t”. Destaca que “o Brasil ocupa a 10ª posição no *ranking* dos maiores produtores mundiais. Todavia, com a entrada em operação, no início da próxima década, dos projetos Onça-Puma, Vermelho e Barro Alto, o país tem perspectivas de se tornar um importante *player* no cenário mundial”.

Estrutura da Oferta: O RT-64 assinala que, no Brasil, “a indústria de níquel ... se desenvolve nos estados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo, que juntos respondem pela totalidade da produção do país”. Assinala também que “100% da produção provém essencialmente de três complexos minero-metalúrgicos - voltados à obtenção de produtos de níquel – *matte* para exportação, liga Fe-Ni, e carbonato de níquel, matéria-prima para produção de níquel eletrolítico em unidade localizada em São Miguel Paulista, estado de São Paulo”. O RT-64 também ressalta que “o Grupo Votorantim – proprietário da planta de níquel eletrolítico de São Miguel Paulista, controlador da

Cia. Níquel Tocantins (produtora de carbonato de níquel), e da Votorantim Metais Níquel S/A (ex-Mineração Serra da Fortaleza S/A), produtora de *matte* de níquel - é o líder do segmento de transformação, respondendo por cerca de 73% do níquel contido conjuntamente no metal eletrolítico e no *matte*. É seguido pelo grupo Anglo American, que controla os 27% restante da oferta de níquel, através da produção de liga Fe-Ni. A Vale, “no início da próxima década” dará partida nos seus projetos Onça-Puma e Vermelho que, em plena carga, produzirão 109 mil t de níquel contido”. O RT-64 ressalta ainda que com a “compra da INCO pela Vale, em 2006, ... a indústria brasileira de níquel ... globaliza-se e consolida a sua integração ... ao mercado mundial”.

Comércio Exterior: O RT-64 prevê que o Brasil continuará expandindo os seus fluxos de exportação de níquel, dos 14,3 mil t observadas em 2008, para atingir, em 2030, 138,3 mil t (Cenário Frágil), ou 125,4 mil t (Cenário Vigoroso) ou 110,5 mil t (Cenário Inovador).

Projeção da Demanda Nacional: Partindo de 22.881 t, em 2008, o RT-64 apresenta as seguintes estimativas para o consumo aparente brasileiro de níquel, em 2030:

- **Cenário 1 (Frágil):** 50,7 mil t; crescimento: 3,7% a.a.; consumo per capita: 0,23 kg/ habit./ ano
- **Cenário 2 (Vigoroso):** 63,6 mil t; crescimento: 4,8% a.a.; consumo per capita: 0,29 kg/ habit./ ano
- **Cenário 3 (Inovador):** 78,5 mil t; crescimento: 5,8% a.a.; consumo per capita: 0,36 kg/ habit./ ano

Projeção da Oferta Nacional: Tendo por base as informações dos atuais empreendimentos (Anglo, Votorantin, e Prometalica), de suas expansões e da implantação de novas unidades (Vale e Mirabela), a projeção realizada pelo RT-64 prevê que a produção nacional de níquel ascenderá a 224 mil t/ ano de metal contido, em 2012, contraindo-se entretanto para 216 mil t, a partir de 2015 e para 189 mil t/ano, a partir de 2027, com a exaustão prevista do depósito de Mirabela.

Expansão de Capacidade de Produção: Em relação à atual capacidade de produção (64 mil t/ ano), é considerada a seguinte evolução de capacidade instalada e consequentes implicações em termos de investimento e geração de postos de trabalho:

▪ **Cenário Frágil:** acréscimo de 160 mil t/ ano na atual capacidade instalada [224 – 64 = 160]

- Investimentos requeridos: 160 mil t x R\$ 88.393/ t de capacidade adicionada = R\$ 14,1 bilhões.
- Novos postos de trabalho: 160 mil t / 54,0 t / homem/ ano = 2.963

▪ **Cenário Vigoroso:** acréscimo de 160 mil t/ ano na atual capacidade instalada [224 – 64 = 160]

- Investimentos requeridos: 160 mil t x R\$ 88.393/ t de capacidade adicionada = R\$ 14,1 bilhões.
- Novos postos de trabalho: 160 mil t / 60,6 t / homem/ ano = 2.640

▪ **Cenário Inovador:** acréscimo de 160 mil t/ ano na atual capacidade instalada [224 – 64 = 160]

- Investimentos requeridos: 160 mil t x R\$ 88.393/ t de capacidade adicionada = R\$ 14,1 bilhões..
- Novos postos de trabalho: 160 mil t / 66,0 t / homem/ ano = 2.424

7.1. Investimentos

O RT-64 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 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, o RT-79 admite que o custo médio ponderado será da ordem de US\$ 47.780 (R\$ 88.393)/ t de capacidade adicionada. 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\$ 14,1 bilhões, independentemente ao Cenário considerado.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ⁶ t/ ao)			Investimentos R\$ bilhões
	Atual	2030	adicional	
• Frágil	64	224	160	14,1
• Vigoroso	64	224	160	14,1
• Inovador	64	224	160	14,1

7.2. Recursos Humanos

O RT-64 projeta a geração de 4.400 novos postos de trabalho para atendimento à expansão da produção brasileira de níquel. Ao admitir que 60% desta geração de emprego seja relativa às atividades de transformação, o RT-79 estima a demanda de recursos humanos para as atividades de transformação na indústria brasileira de níquel em 2.640 cooperadores. Considerando-se a expansão projetada de 160 mil t/ ano na atual capacidade instalada, verifica-se um indicador de produtividade de 60,6 t/ cooperador/ ano. Associando tal indicador ao Cenário Vigoroso, o RT-79 considera ainda oscilações de +/- 10%, prevendo, conseqüentemente, índices de produtividade de 54 t/ cooperador/ ano (Cenário Frágil) e de 66 t/ cooperador/ ano (Cenário Inovador).

Cenários	Capacidade Instalada (10 ³ t/ ao)			Produtividade t/ homem/ ano	Novos postos de Trabalho
	Atual	2030	Adicional		
• Frágil	64	224	160	54,0	2.963
• Vigoroso	64	224	160	60,6	2.640
• Inovador	64	224	160	66,0	2.424

Tomando-se a situação intermediária (Cenário Vigoroso), o número de novos postos de trabalho diretos (2.640) somados aos atuais 1.000, projeta para 2030, um contingente total de mão-de-obra da ordem, de 3.640 pessoas.

No que se refere aos aspectos relativos ao perfil e comportamento de Recursos Humanos do setor, cumpre ressaltar os seguintes tópicos assinalados pelo RT-64:

Perfil da Mão-de-Obra:

- “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”.

Produtividade e Competitividade:

- “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”.

Capacitação Profissional:

- “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 mineiro-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 mineiro-metalúrgico do níquel nas principais regiões mineradoras do país”.

7.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Sob o ponto de vista dos condicionantes relativos a P&D&I, cumpre ressaltar as seguintes principais considerações assinaladas no RT-64:

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 continuamente melhorias operacionais, modernização de processos e equipamentos, o que se traduz, em última instância, 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 mineiro-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:

- “É necessário assegurar a manutenção do marco regulatório da atividade de mineração do país. O RT-64 assinala que “a manutenção do marco regulatório da atividade mineração do país sem alteração é hoje, sem dúvida, um dos mais importantes fatores na tomada de decisão de se investir em mineração no Brasil. 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”.

7.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia

Supondo que a demanda de Bens de capital corresponda a 40% do valor dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e os Serviços de engenharia, a 15% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	BC e SE (R\$ milhões)	
		BC	SE
• Frágil	14.143	5.657	2.121
• Vigoroso	14.143	5.657	2.121
• Inovador	14.143	5.657	2.121

Obs.: BC = Bens de capital; SE = Serviços de Engenharia

Com relação às questões relacionadas a Bens de capital e Serviços de Engenharia, destacam-se as seguintes principais considerações registradas no RT-64:

- “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”.

7.5. Incentivos

Admitindo que o valor total de financiamentos originários de programas e linhas de apoio do BNDES corresponda a 50% dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e que o valor de renúncias fiscais, relativas a reduções / isenções de impostos, corresponda a 5% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	FB e IF (R\$ milhões)	
		FB	IF
• Frágil	14.143	7.072	707
• Vigoroso	14.143	7.072	707
• Inovador	14.143	7.072	707

Obs.: FB = Financiamentos do Sistema BNDES; IF = Incentivos Fiscais

No que se refere aos aspectos relativos a Incentivos, o RT-64 assinala que os “projetos da Amazônia têm acesso a incentivos fiscais concedidos pela SUDAM – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia e, os do Nordeste, pela SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, que inclui também o norte do Estado de Minas Gerais”.

7.6. Infra-estrutura de Energia e Transporte

O RT-84 assinala que “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”.

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.

Mercado Mundial: Segundo o RT-65, o consumo mundial de zinco metálico apresentou um crescimento médio, nos últimos anos, da ordem de 3% a.a., com a Ásia exibindo taxas superiores a 5% a.a., a América apresentando leve recuo e a Europa relativa estabilidade, na faixa dos 2,9 milhões t anuais. Destaca-se que o consumo na China foi superior a 4,1 milhões t em 2008, representando quase 30% do total mundial. Seja pelo lado da oferta ou da demanda, a China se constitui no principal ator do mercado mundial do zinco metálico. Projeções de consumo do IZZSG indicam um incremento médio de 2,6% a.a., atingindo um consumo global de 14 milhões t em 2012. Dados do RT-65 evidenciam os principais países produtores de zinco primário, com os seguintes volumes expressos em mil toneladas de zinco contido em concentrado em 2008: China:3.200; Austrália: 1.510; Perú: 1.450; EUA: 770; Canadá: 660; México 460; Casaquistão: 420; Brasil: 203; Outros: 2.815; com um total de 11.488. O RT-65 assinala ainda que existem, no médio prazo, quatro grandes projetos em análise para implantação no Canadá, México e federação Russa que somariam mais 700.000 t de produção de concentrado de zinco, além de outros menores na Bolívia, Perú, Indonésia e Portugal. Quanto à produção na China, é grande a imprevisibilidade pelo fato desta produção ser provida por um grande número de pequenas minas – 10.000 a 20.000 t/ano – cuja operação se condiciona às oscilações de preço do metal.

Consumo Nacional: Segundo o RT-65, “o atual consumo aparente de zinco no Brasil é da ordem de 240 mil t/ ano”, sendo o consumo per capita (1,35 kg/ habitante/ ano) considerado reduzido, comparativamente ao da Europa (6 kg/ habitante/ ano) ou dos EUA (4 kg/ habitante/ ano). A galvanização responde por cerca de 50% da demanda de mercado interno, destacando-se a CSN, UNIGAL, GalvaSud e Vega do Sul como principais consumidores neste segmento. As indústrias de pneus, de arames e de latão respondem, cada uma, por cerca de 8% do consumo nacional e, a de cerâmica, por 5%. Cerca de 30% do zinco consumido é suprido pela produção secundária (reciclagem).

Produção Nacional: Conforme assinalado pelo RT-65, a produção de zinco engloba o zinco primário, obtido do processamento de concentrados de zinco, e o secundário, resultante da reciclagem de sucatas e resíduos do metal. No Brasil, os dados desta última categoria são imprecisos, mas podem ser estimados em 10% do total da produção. Quanto ao metal primário, o RT-65 indica, para 2008, uma produção de 265.000 t, que representa um aumento de 338% em relação a 1978 (crescimento à taxa de 5,1% a.a., no período 1978 a 2008).

Estrutura da Oferta Nacional: O RT-65 assinala que “a produção de zinco eletrolítico no país tem atendido à demanda interna sem necessidade de importação do metal”. Entretanto, o suprimento de concentrado de zinco é complementado com importações. Conforme também ressaltado no RT-65, “o parque produtivo de zinco metálico resume-se a duas usinas metalúrgicas situadas no Estado de Minas Gerais, pertencentes à Votorantim Metais Zinco S.A. (VMZ)”; a mais antiga em Três Marias, com capacidade de 180 mil t/ ano, e a outra em Juiz de Fora, com capacidade para 95 mil t/ ano. Portanto, a capacidade total de produção da VMZ é de 275 mil t/ ano de zinco eletrolítico, tendo produzido, em 2007, 256 mil t, com 93% de ocupação da capacidade instalada. “A usina de Três Marias mostra-se muito competitiva o mesmo não ocorrendo com a unidade de Juiz de Fora”.

Projeção da Demanda: Para o ano de 2030, as projeções de demanda situam-se entre o mínimo de 359 mil t (Cenário Frágil), passando por 572 mil t (Cenário Vigoroso) e o máximo de 892 mil t (Cenário Inovador), determinando índices de consumo per capita de 1,65 kg/ habitante/ ano, 2,64 kg/ habitante/ ano e 4,12 kg/ habitante/ ano, respectivamente.

Projeção da Oferta Nacional: Admitindo que o parque produtor de zinco metálico siga atendendo à demanda interna, o RT-65 prevê que, em 2030, a produção nacional do metal deverá se situar entre o mínimo de 442 mil t (Cenário Frágil), passando por 711 mil t (Cenário Vigoroso) e o máximo de 1.103 mil t (Cenário Inovador). O RT-65 assinala ainda que devido à “baixa potencialidade do país para a ocorrência de zinco”, a produção interna de zinco metálico continuará a requerer a importação de concentrado de zinco.

Expansão de Capacidade de Produção: O atual plano de expansão e modernização das duas unidades “prevê a eliminação de alguns gargalos e a adoção de soluções que deverão proporcionar maior produtividade e melhores resultados financeiros”. O plano de expansão prevê, para 2010/ 2011, a ampliação da capacidade produtiva para 370 mil t/ ano, com a unidade de Três Marias passando a produzir 260 mil t/ ano e, a de Juiz de Fora, 110 mil t/ ano. Em relação à atual capacidade de produção (275 mil t/ ano), as projeções apresentadas no RT-65 sinalizam acréscimos de capacidade instalada de zinco metálico, entre o mínimo de 167 mil t/ ano e o máximo de 828 mil t/ ano, com as seguintes implicações em termos de investimentos e geração de postos de trabalho.

▪ **Cenário Frágil:** acréscimo de 167 mil t/ ano na atual capacidade instalada. [442 – 275 = 167]

- Investimentos requeridos: 167 mil t x R\$ 9 mil/ t de capacidade adicionada = R\$ 1,5 bilhões.
- Novos postos de trabalho: 167 mil t / 158 t/ cooperador/ ano = 1.057

▪ **Cenário Vigoroso:** acréscimo de 436 mil t/ ano na atual capacidade instalada. [711 - 275 = 436]

- Investimentos requeridos: 436 mil t x R\$ 9 mil/ t de capacidade adicionada = R\$ 3,9 bilhões.
- Novos postos de trabalho: 436 mil t / 175 t/ cooperador / ano = 2.491

▪ **Cenário Inovador:** acréscimo de 828 mil t/ ano na atual capacidade instalada [1.103 - 275 = 828]

- Investimentos requeridos: 828 mil t x R\$ 9 mil/ t de capacidade adicionada = R\$ 7,5 bilhões.
- Novos postos de trabalho: 828 mil t / 193 t/ cooperador / ano = 4.290

8.1. Investimentos

Considerando-se que a expansão das duas unidades da VMZ, para 370 mil t/ ano de zinco metálico, requererá investimentos de R\$ 850 milhões, com acréscimo de 95 mil t/ ano na capacidade produtiva – o RT-65 assinala o indicador da ordem de R\$ 9.000/ t de capacidade adicionada.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ³ t/ ano)			Investimentos R\$ milhões
	Atual	2030	adicional	
• Frágil	275	442	167	1.503
• Vigoroso	275	711	436	3.924
• Inovador	275	1.103	828	7.452

Com base nas hipóteses e parâmetros adotados, o RT-65 estima que a expansão projetada de capacidade produtiva exigirá investimentos situados entre o mínimo de R\$ 1,5 bilhões (Cenário Frágil) e o máximo de R\$ 7,5 bilhões (Cenário Inovador).

Com base no levantamento dos valores de investimentos realizados nas últimas décadas, em atividades de pesquisa mineral e mineração de zinco no Brasil, o RT-65 apresenta 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.

8.2. Recursos Humanos

No RT-65, para “projeção da possível demanda de recursos humanos para os próximos anos, foi utilizado, como indicador, a produtividade atual das usinas metalúrgicas: 176,45 t/ homem/ ano”. Com base em tal parâmetro, foi determinada a demanda de recursos humanos associada à expansão de capacidade produtiva nacional de zinco metálico, no horizonte 2010 a 2030.

Partindo do referido indicador, na projeção das necessidades de mão-de-obra para fazer face à expansão da produção prevista para 2030, o RT-79 considera, no Cenário Vigoroso, a produtividade de 175 t/ homem/ ano, no Cenário Frágil, uma redução de 10% e, no Cenário Inovador, um aumento de 10%.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ³ t/ ano)			Produtividade t/ homem/ ano	Novos postos de Trabalho
	Atual	2030	Adicional		
• Frágil	275	442	167	158	1.057
• Vigoroso	275	711	436	175	2.491
• Inovador	275	1.103	828	193	4.290

Tomando-se a situação intermediária (Cenário Vigoroso), o número de novos postos de trabalho diretos (2.491) somados aos atuais 1.544, projeta para 2030, um contingente total de mão-de-obra da ordem, de 4.035 pessoas.

No que se refere aos aspectos relativos ao perfil e comportamento de Recursos Humanos do setor, cumpre ressaltar os seguintes tópicos assinalados pelo 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.

- 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 ...”.

8.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Com relação a P&D&I na cadeia do zinco metálico, cabe assinalar as seguintes reflexões sugeridas pelo RT-65:

Caracterização e Utilização:

- “O zinco é um metal que pode ser reciclado indefinidamente sem perda de suas propriedades físicas e químicas”.
- “Os produtos feitos de zinco 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 por aço especial”.
- “Alumínio, magnésio e plásticos em geral são os grandes competidores do zinco em coberturas anti-oxidantes em diversos materiais”.
- “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”.

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 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.

8.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia

Supondo que a demanda de Bens de capital corresponda a 40% do valor dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e os Serviços de engenharia, a 15% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	BC e SE (R\$ milhões)	
		BC	SE
• Frágil	1.503	601	226
• Vigoroso	3.924	1.570	589
• Inovador	7.452	2.981	1.118

Obs.: BC = Bens de capital; SE = Serviços de Engenharia

No que se refere aos aspectos relativos a Bens de capital e Serviços de engenharia, o RT-65 assinala que “caso o Grupo Votorantim mantenha sua política de busca de auto-suficiência energética, para atender as 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.”

8.5. Incentivos

Admitindo que o valor total de financiamentos originários de programas e linhas de apoio do BNDES corresponda a 50% dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e que o valor de renúncias fiscais, relativas a reduções / isenções de impostos, corresponda a 5% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	FB e IF (R\$ milhões)	
		FB	IF
• Frágil	1.503	752	75
• Vigoroso	3.924	1.962	196
• Inovador	7.452	3.726	373

Obs.: FB = Financiamentos do Sistema BNDES; IF = Incentivos Fiscais

Com relação aos aspectos relacionados aos Incentivos existentes ou requeridos para o setor de zinco, o RT-65 ressalta que “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, grandes consumidoras de energia”.

8.6. Infra-estrutura de Energia e Transporte

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. Destaca também que “o Grupo Votorantim tem investido sistematicamente na produção de energia elétrica através da participação em empreendimentos de geração de energia”. Ressalta ainda que cerca de 85% da atual demanda energética da VMZ é suprida por geração própria.

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 de competição com novos padrões de baterias, 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.

Mercado Mundial: Ao lado do alumínio, o chumbo é o metal mais reciclado no mundo, com 57% de participação de chumbo secundário no consumo mundial do metal. Tal participação é da ordem de 77% nos EUA e de 63% no Brasil. Segundo assinala o RT-66, “a demanda por chumbo em 2009 deverá manter-se em níveis modestos, sendo previsível um consumo global não superior a 8,7 milhões de t do metal”, o mesmo de 2008. Em 2007, a Ásia liderou o consumo com 4.122 milhões t, seguida pela América com 2.027 e a Europa com 1.827. No que se refere à produção, de um total, em 2007, de 3.770 milhões t, a China aparece em 1º lugar com 40%, seguida da Austrália com 17% e dos EUA com 12%. O chumbo primário obtido como co-produto da mineração do zinco representa expressiva parcela da produção mundial de chumbo primário.

Consumo Nacional: O consumo brasileiro de chumbo metálico é da ordem de 220 mil t/ ano e apresentou, entre 1978 e 2007, um crescimento à taxa de 2,4% a.a., sustentado fundamentalmente pelo desempenho da indústria automobilística. No mercado brasileiro, a produção de acumuladores de energia responde por 96% da demanda nacional de chumbo, compreendendo 90% relativos à fabricação de baterias de automóveis e 6%, de baterias industriais utilizadas como suporte de sistemas de computação e de telecomunicações, em instalações e serviços especiais.

Produção Nacional: Segundo o RT-66, “o país é franco importador de chumbo desde 1960 e na atualidade, a produção primária de chumbo não representa mais de 8% a 10% do consumo interno, sendo o concentrado mineral exportado integralmente, pois as usinas metalúrgicas de chumbo foram desativadas em 1996.” No que se refere ao chumbo da metalurgia secundária “a ABINEE (Associação Brasileira da Indústria de Eletro-eletrônicos) tem realizado um trabalho exemplar divulgando o processo de reciclagem de chumbo.” Conseqüentemente, a produção brasileira de chumbo secundário ascendeu a 140 mil t/ ano, em 2007, correspondentes à reciclagem de cerca de 14 milhões de baterias automotivas.

Estrutura da Oferta: No Brasil, a produção secundária de chumbo é realizada por produtores independentes, com capacidade variando entre 5 e 150 t/ mês, os quais apresentam sérios

problemas de segurança de trabalho, associados a baixa escala de produção, deficiências tecnológicas e de capacitação dos operadores. O RT-66 destaca que “até meados da década passada, a metalurgia do chumbo era processada por grandes fundidoras que funcionavam basicamente à base de sucata do metal, em grande parte importada, complementada pelo concentrado ... produzido no país. Porém, a partir de 1995, com a proibição da importação de sucata de chumbo, a sua metalurgia no Brasil resumiu-se à produção de chumbo secundário, a partir de sucata e resíduo do metal.” Tal mudança de contexto foi efetivada pela Resolução CONAMA 257/ 99 a qual estabeleceu que “todos os estabelecimentos comerciais que comercializam acumuladores e baterias automotivas, são obrigados a aceitar a devolução dos equipamentos usados de qualquer marca comercial e preservar a solução ácida em condições adequadas, sendo proibido o seu descarte em esgotos”.

Projeção da Demanda: Para o ano de 2030, o RT-66 projeta a demanda brasileira de chumbo entre o mínimo de 255 mil t (Cenário Frágil), passando por 408 mil t (Cenário Vigoroso) e o máximo de 635 mil t (Cenário Inovador), ou o equivalente a 1,17 kg/ habitante/ ano, 1,88 kg/ habitante/ ano e 2,93 kg/ habitante/ ano, respectivamente, bem distante dos atuais níveis de consumo específico que se verificam em países desenvolvidos: 4,5 a 6,0 kg/ habitante/ ano.

Projeção da Oferta: O RT-66 assinala que o Projeto Polimetálicos, da VMZ - com *start up* previsto para fins de 2010 - prevê investimentos de US\$ 360 milhões, para a produção de 75 mil t/ano de chumbo metálico, 91 t/ano de metais preciosos (prata e ouro), 45 mil t/ ano de ácido sulfúrico e 16 mil t/ ano de polipropileno. Além de passar a absorver toda a produção nacional de concentrado de chumbo, hoje exportada, esta nova linha de produção da VM processará chumbo reciclado e outros resíduos metálicos industriais. Por outro lado, diante às hipóteses consideradas, o RT-66 projeta a produção para 2030 entre o mínimo de 235 mil t (Cenário Frágil), passando por 372 mil t (Cenário Vigoroso) e o máximo de 575 mil t (Cenário Inovador).

Expansão da Capacidade de Produção: Em relação à atual produção (cerca de 140 mil t/ ano), as projeções assinaladas no item anterior sinalizam acréscimos de capacidade instalada de produção de chumbo metálico, entre o mínimo de 95 mil t/ ano e o máximo de 435 mil t/ ano, com as seguintes implicações em termos de investimentos e geração de postos de trabalho:

- **Cenário Frágil:** acréscimo de 95 mil t/ ano na atual capacidade instalada [235 – 140 = 95]
 - Investimentos requeridos: R\$ 625 milhões
 - Novos postos de trabalho: 1.242
- **Cenário Vigoroso:** acréscimo de 232 mil t/ ano na atual capacidade instalada [372 – 140 = 232]
 - Investimentos requeridos: R\$ 1.460 milhões.
 - Novos postos de trabalho: 2.903
- **Cenário Inovador:** acréscimo de 435 mil t/ ano na atual capacidade instalada [575 - 140 = 435]
 - Investimentos requeridos: R\$ 2.925 milhões.
 - Novos postos de trabalho: 5.808

9.1. Investimentos

O única informação relativa a investimentos apresentada no RT-66 se refere ao Projeto Polimetálicos, da VM Zinco, para o qual as adequações que estão sendo implementadas na unidade metalúrgica de Juiz de Fora encontram-se orçadas em US\$ 360 milhões (a preços de 2008) sinalizando um indicador de US\$ 4.800 por tonelada de capacidade instalada de produção de chumbo metálico.

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.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ³ t/ ano)					Investimentos (R\$ milhões)		
	Atual	2030	adicional	Pequenas	Porte VM	Pequenas	Porte VM	Total
• Frágil	140	235	95	20	75	100	525	625
• Vigoroso	140	372	232	82	150	410	1.050	1.460
• Inovador	140	575	435	60	375	300	2.625	2.925

Com base nos critérios de estimativa adotados, verifica-se que os investimentos requeridos, no horizonte 2010 a 2030, para a expansão de capacidade de produção de chumbo metálico variarão entre o mínimo de R\$ 625 milhões (Cenário Frágil) e o máximo de R\$ 2,9 bilhões (Cenário Inovador):

Cenário Frágil: R\$ 625 milhões para acréscimo de 95 mil t/ ano na atual capacidade instalada

- Unidades de Pequeno Porte: 20 mil t/ ano x R\$ 5.000/ t de capacidade instalada = R\$ 100 milhões.
- Projeto Polimetálicos da VM: 75 mil t/ ano x R\$ 7.000/ t de capacidade instalada = R\$ 525 milhões.

Cenário Vigoroso: R\$ 1.460 milhões para acréscimo de 232 mil t/ ano na atual capacidade instalada

- Unidades de Pequeno Porte: 82 mil t/ ano x R\$ 5.000/ t de capacidade instalada = R\$ 410 milhões.
- Projeto Polimetálicos da VM: 150 mil t/ ano x R\$ 7.000/ t de capacidade instalada = R\$ 1.050 milhões.

Cenário Inovador: R\$ 2.925 milhões para acréscimo de 435 mil t/ ano na atual capacidade instalada

- Unidades de Pequeno Porte: 60 mil t/ ano x R\$ 5.000/ t de capacidade instalada = R\$ 300 milhões.
- Projeto Polimetálicos da VM: 150 mil t/ ano x R\$ 7.000/ t de capacidade instalada = R\$ 1.050 milhões.
- Três outras unidades equivalentes às da VM: 225 mil t/ ano x R\$ 7.000/ t de capacidade instalada = R\$ 1.575 milhões.

9.2. Recursos Humanos

A atual estrutura de oferta brasileira de chumbo metálico se restringe à produção secundária. O RT-66 apresenta, como único exemplo, a empresa Dallon, a qual emprega 120 funcionários e produz cerca de 12 mil t/ano, do que resulta o indicador de 100 t de chumbo metálico/ colaborador/ ano. O próprio RT-66 assinala que a Dallon possui uma estrutura e comportamento acima do padrão médio presumido, não devendo ser tomada como base de referência.

Por sua vez, os dados do Projeto Polimetálico determinam 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 variarão entre o mínimo de 1.242 novos cooperadores (Cenário Frágil) e o máximo de 5.808 (Cenário Inovador):

Cenário Frágil: 1.242 novos cooperadores para acréscimo de 95 mil t/ ano na atual capacidade instalada

- Unidades de Pequeno Porte: 20 mil t/ ano / 100 t de capacidade instalada/ cooperador = 200 novos cooperadores.
- Projeto Polimetálicos da VM: 75 mil t/ ano / 72 t de capacidade instalada, cooperador = 1.042 novos cooperadores.

Cenário Vigoroso: 2.903 novos cooperadores para acréscimo de 232 mil t/ ano na atual capacidade instalada

- Unidades de Pequeno Porte: 82 mil t/ ano / 100 t de capacidade instalada/ cooperador = 820 novos cooperadores.
- Projeto Polimetálicos da VM: 150 mil t/ ano / 72 t de capacidade instalada, cooperador = 2.083 novos cooperadores.

Cenário Inovador: 5.808 novos cooperadores para acréscimo de 435 mil t/ ano na atual capacidade instalada

- Unidades de Pequeno Porte: 60 mil t/ ano / 100 t de capacidade instalada/ cooperador = 600 novos cooperadores.
- Projeto Polimetálicos da VM: 150 mil t/ ano / 72 t de capacidade instalada/ cooperador = 2.083 novos cooperadores.
- Três outras unidades equivalentes às da VM: 225 mil t/ ano / 72 t de capacidade instalada/ cooperador = 3.125 novos cooperadores.

Cenários	Capacidade Instalada (10 ³ t/ ano)					Novos Postos de Trabalho		
	Atual	2030	adicional	Pequenas	Porte VM	Pequenas	Porte VM	Total
• Frágil	140	235	95	20	75	200	1.042	1.242
• Vigoroso	140	372	232	82	150	820	2.083	2.903
• Inovador	140	575	435	60	375	600	5.208	5.808

Tomando-se a situação intermediária (Cenário Vigoroso), o número de novos postos de trabalho diretos (2.903) somados aos atuais 1.400 presumidos projetada, para 2030, um contingente total de mão-de-obra da ordem, de 4.303 mil pessoas.

9.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Sob o ponto de vista dos condicionantes relativos a P&D&I, cumpre ressaltar as seguintes principais considerações assinaladas no RT-66:

Caracterização e Utilização:

- O RT-66 assinala que “graças 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. Como consequência ... o chumbo é muito utilizado na fabricação e manejo do ácido sulfúrico”.
- Ressalta também que “durante muito tempo se tem empregado o chumbo como manta protetora para os aparelhos de raio-X. 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”
- Destaca ainda que “a sua utilização como forro para cabos de telefone e de televisão segue sendo uma forma de emprego adequada para o chumbo. A ductibilidade única do chumbo o torna particularmente apropriado para esta aplicação, porque pode ser estirado para formar um revestimento contínuo em torno dos condutores internos.”
- Com relação a aplicações como Compostos:
 - Silicatos, carbonatos e sais de ácidos orgânicos como estabilizadores contra o calor e a luz para os plásticos de cloreto de polivinila (PVC)
 - Silicatos de chumbo para a fabricação de vidros e cerâmicas
 - Nitreto de chumbo- $Pb(N_3)_2$ – como detonador padrão para os explosivos.
 - Arseniato de chumbo como inseticidas para a proteção de cultivos
 - Litargínio (óxido de chumbo) para melhorar as propriedades magnéticas dos ímãs de cerâmica de ferrita de bário.
- No que se refere a aplicações como Ligas:
 - Ligas com estanho, cobre, arsênio, antimônio, bismuto, cádmio, e sódio para emprego em soldas, fusíveis, material de tipografia, material de antifricção, revestimentos de cabos elétricos, etc.
 - Mistura de zirconato de chumbo e de titanato de chumbo, conhecida como PZT, que está sendo posta no mercado como um material piezoelétrico.

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, cabe destacar 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.

9.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia

Supondo que a demanda de Bens de capital corresponda a 40% do valor dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e os Serviços de engenharia, a 15% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	BC e SE (R\$ milhões)	
		BC	SE
• Frágil	625	250	94
• Vigoroso	1.460	584	219
• Inovador	2.925	1.170	439

Obs.: BC = Bens de capital; SE = Serviços de Engenharia

No que se refere aos aspectos relativos a Bens de capital e Serviços de engenharia, o RT-66 ressalta que “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”.

9.5. Incentivos

Admitindo que o valor total de financiamentos originários do programas e linhas de apoio do BNDES corresponda a 50% dos investimentos projetados para o período 2010 a 2030, e que o valor de renúncias fiscais, relativas a reduções / isenções de impostos, corresponda a 5% - encontram-se a seguir estimados os correspondentes valores segundo os três cenários considerados:

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	FB e IF (R\$ milhões)	
		FB	IF
• Frágil	625	313	31
• Vigoroso	1.460	730	73
• Inovador	2.925	1.463	146

Obs.: FB = Financiamentos do Sistema BNDES; IF = Incentivos Fiscais

Com relação aos aspectos relacionados aos Incentivos existentes ou requeridos para o setor o RT-66 assinala que “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”.

9.6. Infra-estrutura de Energia e Transporte

Sob o ponto de vista dos aspectos relativos a Energia o RT-66 ressalta que “as unidades metalúrgicas que reprocessam o chumbo localizam-se, em grande parte, na região centro-sul do país”. Assinala que “tais usinas exigem emprego intensivo de energia elétrica, o que introduz um fator de alerta aos planejadores do setor energético, tendo em vista o aumento previsto de recuperação de chumbo, no futuro”.

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”.

Mercado Mundial: Segundo o RT-67, enquanto o consumo mundial de estanho evoluía de 328 mil t, em 2004, para 334 mil t, em 2008 (taxa de 0,5% a.a.), o consumo chinês se expandia de 90 para 123 mil t (taxa de 8,1% a.a.), ascendendo à participação de 37%, ao final do período. No mesmo período, enquanto a produção mundial evoluía a 0,5% a.a., a da China se expandia a 1,5% a.a.. A China é o maior produtor mundial de estanho metálico, tendo participado, em 2007, com 37% da produção mundial e, em 2008, com 38%. Por outro lado, dentro do contexto sul-americano, cabe destacar o posicionamento do Peru e da Bolívia no mercado do estanho. Segundo o RT-67, o primeiro “despontou há pouco tempo no cenário dos produtores mundiais, a partir da descoberta de jazida de cassiterita disseminada em rocha primária com alto teor de estanho, explorada pela MINSUR”. Com produção próxima a 40 mil t/ ano, ocupa a posição de terceiro maior produtor mundial, após China e Indonésia. Na Bolívia, “a indústria do estanho ... tem papel de destaque para a economia ... e, não havendo demanda doméstica significativa, a sua produção” é orientada para a exportação, em que se destacam os EUA. Com produção da ordem de 13 mil t/ ano, a Bolívia ocupa a posição de sexto maior produtor mundial.

Preços: O RT-67 assinala que, em 1985, “ocorreu crise sem precedentes no mercado mundial do estanho ... provocada pelos elevados estoques mundiais do metal, alimentados crescentemente pelo excesso de oferta diante da demanda retraída.” Apesar deste contexto, “os preços eram mantidos artificialmente elevados, através das operações do ITC - *International Tin Council* ... que manipulava o mercado, comprando os excedentes da produção e forjando um falso equilíbrio”. Com o esgotamento da capacidade financeira do ITC, o seu mecanismo regulador entrou em falência, com o que, “em outubro de 1985, o estanho deixou de ser cotado na LME, ficando transparente a dimensão dos elevados estoques em poder do ITC, dos bancos e dos produtores. Como decorrência ..., os preços despencaram do patamar ... de US\$ 12.000/ t ... para a média de US\$ 6.200/ t, já no ano seguinte. A partir de então os preços oscilaram entre “a maior cotação, de US\$ 9.999, ... em 1989, ... e a menor cotação, de US\$ 3.555, ... em agosto de 2001. A partir de 2003 o mercado voltou a mostrar tendência de equilíbrio entre oferta e demanda e os preços iniciaram ... recuperação, atribuída, em maior parte, ao crescimento da economia chinesa, que passou a absorver internamente o estanho que antes era exportado. Mais adiante, ... a cotação do estanho ... chegou a atingir, em maio de 2008, a US\$ 24.062 /t. ... No entanto, com a deflagração da atual crise ... a cotação ... recuou para o patamar de US\$ 13.000 – US\$ 14.000/ t, que vem prevalecendo presentemente”.

Consumo Nacional: O RT-67 assinala que, no período 1998 a 2008, as vendas internas de estanho apresentaram contração de 7.246 t, para 5.030 t e que, no período 1975 a 2008, o

consumo aparente nacional de estanho evoluiu de 3.094 t, para 5.921 t (taxa de 2% a.a.). Ressalta que a demanda “concentra-se na região Sudeste, ... prevalecendo as vendas para os segmentos fabricantes de folha-de-flandres e de soldas, que juntos representam 79% do consumo setorial”. Destaca ainda que no Brasil, a folha de flandres lidera o consumo de estanho, comportamento diverso do padrão mundial, que aponta o segmento de soldas como o de maior consumo.

Produção Nacional: Conforme indicado no RT-67, no período 1998 a 2008, a produção brasileira de estanho regrediu de 14.574 t, para 10.797 t, evidenciando um processo de retração praticamente continuado até 2006 (8.784 t), seguido de uma aparente recuperação nos dois últimos anos. O RT-67 também destaca que, no período 1975 a 2008, a produção nacional de estanho evoluiu de 6.518 t, para 10.797 t (taxa de 1,5% a.a.). O RT-67 assinala ainda que “a produção brasileira atual de 10,8 mil t, já chegou a alcançar 47,5 mil t, em 1989, quando a mina de Bom Futuro foi descoberta e a produção de estanho contido em concentrado de cassiterita ultrapassou 54 mil t, elevando o Brasil à primeira posição entre os países produtores de estanho. Naquele auge da oferta de cassiterita, existiam 13 fundições em atividade, chegando a capacidade nominal do setor a alcançar 54 mil t/ano e a ociosidade não ultrapassava 16%. Com a escassez das reservas do minério de teores mais ricos, a produção de cassiterita entrou em declínio, provocando o fechamento da maioria das fundições.”. O RT-67 ressalta, finalmente, que “o Brasil é dos poucos países produtores que dispõe de indústria consumidora robusta do metal, com uma demanda interna ao redor de 6 mil t/ano, com as vendas repartidas com o mercado externo”.

Estrutura da Oferta: Conforme assinalado no RT-67, atualmente existem seis grupos empresariais dedicados à produção de estanho metálico, inclusive os pertencentes às cooperativas: Mineração Taboca S/A, ERSA – Estanho de Rondônia S/A, White Solder Mineração Metalurgia Ltda, Coopersanta – Cooperativa de Santa Cruz Ltda, Cemal - Cooperativa Estanífera de Mineral Amazônia Legal e a Melt Metais e Ligas S/A. À exceção da Mineração Taboca, adquirida recentemente pelo grupo MINSUR, do Peru, todas as demais empresas produtoras estão sob controle acionário nacional. Tomando como referência a produção de 2008, 55% da metalurgia do estanho no Brasil está sob controle estrangeiro. Se considerada a capacidade instalada de produção, essa participação passa a ser de 73%. Todo o estanho produzido no Brasil detém certificação ISO 9001 e, dos exportadores, a Mamoré possui *brand* do produto registrado na LME. Atualmente a capacidade instalada nominal estimada para o parque produtor é de 42 mil t/ ano de metal, distribuída por seis empresas, sendo quatro em Ariquemes - RO, uma em São João del Rei - MG e a maior delas em Pirapora do Bom Jesus - SP. A ociosidade operacional média do setor é superior a 74%, considerando a referência da produção de 2008”.

Comércio Exterior: No período 1998 a 2008, as exportações de estanho apresentaram pequena contração de 6.998 t para 6.694 t. O RT-67 assinala que, no período 2004 a 2008, as exportações evoluíram de 5.883 t, para 6.694 t (crescimento a 3,3% a.a.); as importações de 2.129 t, para 891 t (decréscimo a 19,5% a.a.), o saldo de balança comercial de 3.754 t, para 5.803 t (crescimento a 11,5% a.a.) e a relação volume exportado / volume produzido de 51%, para 62%. Ressalta também que no período 1975 a 2008, tal relação alcança a média de 67%.

Projeção da Demanda Nacional: O RT-67 apresenta as seguintes estimativas para a demanda brasileira de estanho metálico, em 2009 e 2030:

- **Cenário 1 (Frágil): 2009:** 6.658 t; **2030:** 8.088 t; **crescimento:** 0,9% a.a.
- **Cenário 2 (Vigoroso):):** **2009:** 6.674 t; **2030:** 8.818 t; **crescimento:** 1,3% a.a.
- **Cenário 3 (Inovador):):** **2009:** 7.236 t; **2030:** 9.567 t; **crescimento:** 1,3% a.a.

Projeção da Oferta Nacional: Somando a demanda projetada para o mercado interno, à estimativa de exportações futuras (com base na relação histórica entre exportações e demanda dos últimos vinte anos), o RT-67 apresenta as seguintes estimativas para a produção nacional de estanho metálico, em 2030:

- **Cenário 1 (Frágil): 2009:** 12.473 t; **2030:** 15.151 t; **crescimento:** 0,9% a.a.
- **Cenário 2 (Vigoroso):): 2009:** 12.502 t; **2030:** 16.519 t; **crescimento:** 1,3% a.a.
- **Cenário 3 (Inovador):): 2009:** 13.556 t; **2030:** 17.923 t; **crescimento:** 1,3% a.a.

Expansão de Capacidade de Produção: Em relação à atual capacidade de produção (42 mil t/ ano), o RT-67 constata que o parque produtor de estanho metálico opera atualmente com ociosidade da ordem de 74%. Evidencia também que as expansões previstas de produção, qualquer que seja o cenário considerado, serão absorvidas pela atual capacidade instalada, não se prevendo, portanto, qualquer expansão da mesma, no horizonte da projeção para 2030.

- **Cenário Frágil:** ocupação, em 2030, de 36% da atual capacidade instalada. [15,1 / 42]
 - Investimentos requeridos: R\$ -o- bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 2.678 t / 26 t / cooperador/ ano = 103
- **Cenário Vigoroso:** ocupação, em 2030, de 39% da atual capacidade instalada. [16,5 / 42]
 - Investimentos requeridos: R\$ -o- bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 4.017 t / 28 t / cooperador/ ano = 143
- **Cenário Inovador:** ocupação, em 2030, de 43% da atual capacidade instalada. [17,9 / 42]
 - Investimentos requeridos: R\$ -o- bilhões.
 - Novos postos de trabalho: 4.367 t / 30 t / cooperador/ ano = 146

10.1. Investimentos

O RT-67 não prevê necessidade de expansão da capacidade instalada dentro do horizonte considerado. Consequentemente, inexistem previsões de correspondentes investimentos.

Cenários	Capacidade Instalada (10 t/ ano)			Investimentos R\$ milhões
	Atual	2030	adicional	
• Frágil	42	42	- o -	- o
• Vigoroso	42	42	- o -	- o
• Inovador	42	42	- o -	- o

No que se refere aos aspectos relacionados a investimentos, cumpre ressaltar os seguintes tópicos assinalados pelo RT-67:

- “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”.

10.2. Recursos Humanos

O RT-67 assinala que “a Mineração Taboca, no final de 2008, empregava 230 pessoas para operar uma usina que produziu, naquele ano, cerca de 6.000 toneladas de estanho, levando a uma produtividade de 26 t/ homem/ ano. Tomando essa relação como referência, estima-se que a indústria brasileira do estanho conta com uma mão-de-obra de aproximadamente 420 cooperadores.

Partindo da produtividade assinalada pelo RT-67, o RT-79 considera a ocorrência de melhorias de produtividade nos Cenários Vigoroso e no Inovador.

Cenários	Produção Adicional (t/ ano)			Produtividade t/ homem/ ano	Novos postos de Trabalho
	2009	2030	Adicional		
• Frágil	12.473	15.151	2.678	26	103
• Vigoroso	12.502	16.519	4.017	28	143
• Inovador	13.556	17.923	4.367	30	146

Tomando-se a situação intermediária (Cenário Vigoroso), o número de novos postos de trabalho diretos (143) somados aos atuais 420, projeta para 2030, um contingente total de mão-de-obra da ordem, de 563 cooperadores.

No que se refere aos aspectos relativos ao perfil e comportamento de Recursos Humanos do setor, cumpre ressaltar os seguintes tópicos assinalados pelo RT-67:

Perfil da Mão-de-Obra:

- “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 á demanda atual”.

Capacitação Profissional:

- “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 recomendável o desenvolvimento de cursos técnicos pelo SENAI, para a formação e treinamento de mão-de-obra operacional para a metalurgia e atividades acessórias”.

10.3. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Segundo o RT-67, “o Brasil ainda não incorporou integralmente as inovações tecnológicas mais sofisticadas para aplicação na indústria eletroeletrônica. Na Europa, principalmente, 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 interesse da preservação ambiental”.

O RT-67 também assinala que “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 metálicas”, assim como os aperfeiçoamentos do “processo de produção da 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”.

Sob o ponto de vista dos condicionantes relativos a P&D&I, cumpre ressaltar as seguintes principais considerações assinaladas no RT-67:

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:

- “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:

- “Relativo ao meio ambiente cabe observar que 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. Enquanto prosseguem as verificações, o cuidado preventivamente recomendado pela CNEN é no sentido dos rejeitos serem estocados de modo seguro, não devendo o material ser destinado para pavimentações ou revestimentos em obras civis”.
- “Na mina do Pitanga 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”.
- “De qualquer forma, a preocupação não se aplica às minas de cassiterita e é nula a presença de radioatividade no estanho metálico produzido”.

Visão de Futuro:

- “Ocorrendo futuras necessidades “de expansão na capacidade metalúrgica, digamos devido 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 e 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.

10.4. Bens de Capital e Serviços de Engenharia

O RT-67 não prevê necessidade de expansão da capacidade instalada e de investimentos, no horizonte considerado. Consequentemente, inexistem previsões de desembolsos com Bens de capital e Serviços de engenharia associados à expansão ou implantação de novos empreendimentos.

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	BC e SE (R\$ milhões)	
		BC	SE
• Frágil	- 0 -	- 0 -	- 0 -
• Vigoroso	- 0 -	- 0 -	- 0 -
• Inovador	- 0 -	- 0 -	- 0 -

Obs.: BC = Bens de capital; SE = Serviços de Engenharia

Com relação às questões relacionadas a Bens de capital e Serviços de Engenharia, destacam-se as seguintes principais considerações registradas no RT-67:

10.5. Incentivos

O RT-67 não prevê a necessidade de expansão da capacidade instalada e de investimentos, no horizonte considerado. Consequentemente, inexistem previsões de concessão de incentivos financeiros e fiscais.

Cenários	Investimento Total (R\$ M)	FB e IF (R\$ milhões)	
		FB	IF
• Frágil	- 0 -	- 0 -	- 0 -
• Vigoroso	- 0 -	- 0 -	- 0 -
• Inovador	- 0 -	- 0 -	- 0 -

Obs.: FB = Financiamentos do Sistema BNDES; IF = Incentivos Fiscais

No que se refere aos aspectos relativos a Incentivos, destacam-se as seguintes principais considerações assinaladas no RT-67:

- “O arcabouço legal aplicado à atividade de metalurgia do estanho é o mesmo das demais atividades industriais do país, sem privilégios e sem condições creditícias ou fiscais diferenciadas”.
- O RT-67 assinala distorção fiscal existente resultante de incentivo oferecido pelo estado do Espírito Santo, através do FUNDAP, incentivando 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”, o RT-67 destaca a necessidade de “coibir, via medida legal, a importação de estanho com benefícios fiscais, através do porto de Vitória, com as facilidades oferecidas pelo FUNDAP”.

10.6. Infra-estrutura de Energia e Transporte

No que se refere à questão do consumo de Energia, destacam-se as seguintes principais considerações assinaladas no 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”