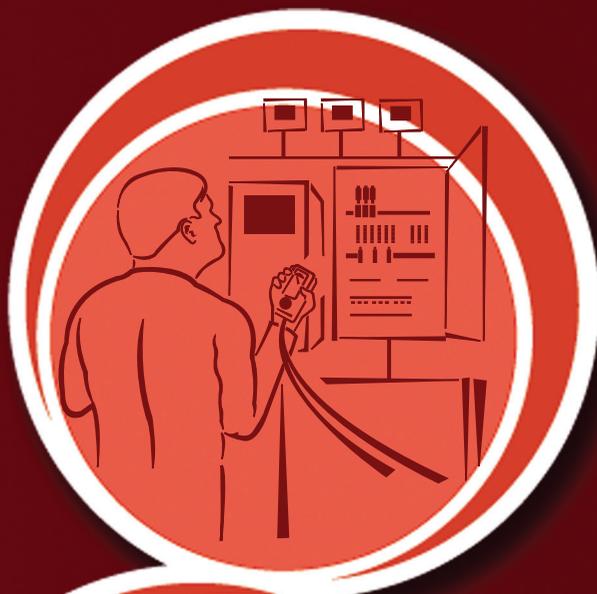


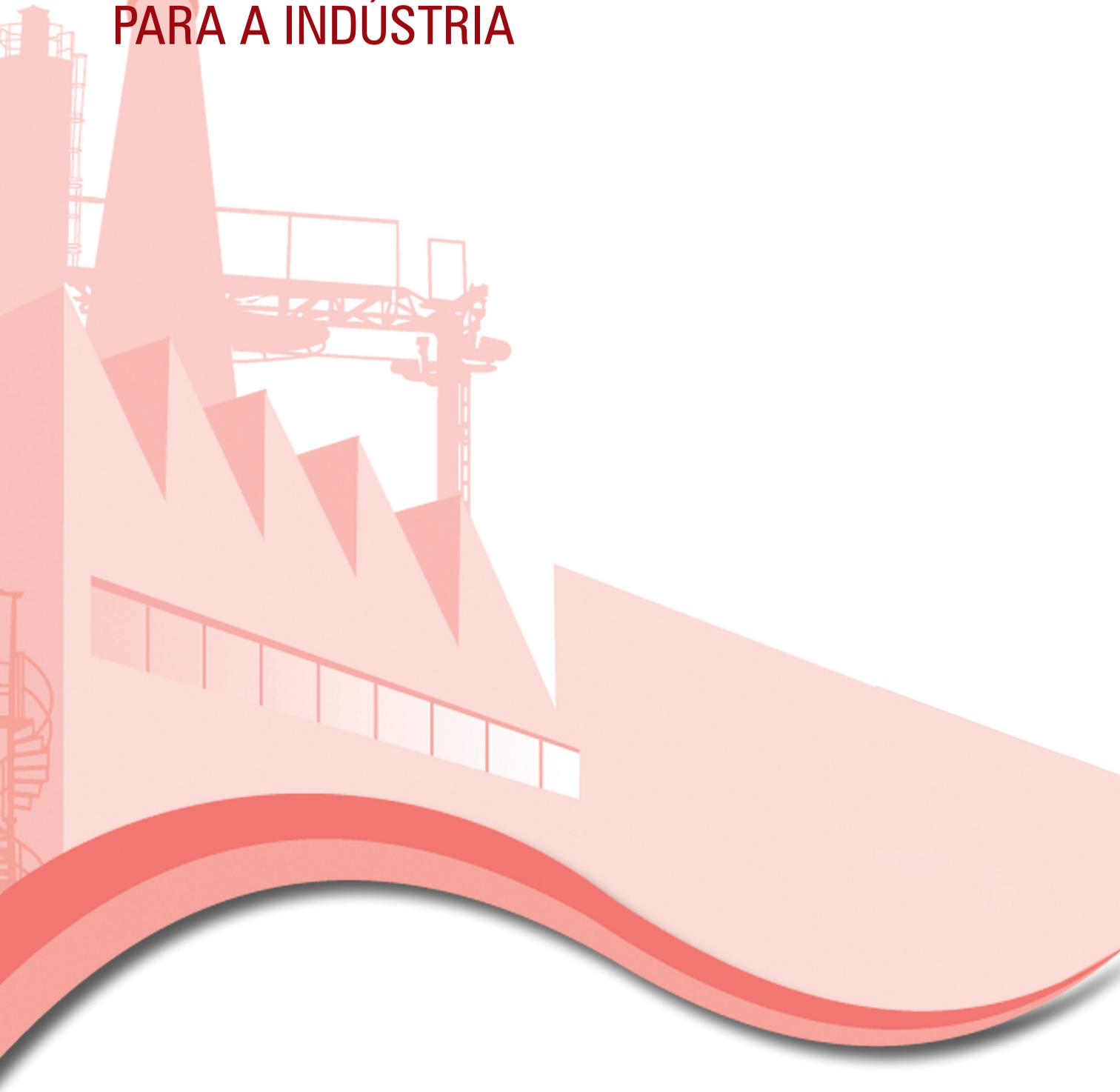
OPORTUNIDADES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A INDÚSTRIA

RELATÓRIO SETORIAL
FERROLIGAS

BRASÍLIA – 2010



OPORTUNIDADES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A INDÚSTRIA



CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade
Presidente em Exercício

Diretoria Executiva – DIREX

José Augusto Coelho Fernandes
Diretor

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor de Operações

Heloísa Regina Guimarães de Menezes
Diretora de Relações Institucionais

INSTITUTO EUVALDO LODI – IEL

IEL – Núcleo Central

Paulo Afonso Ferreira
Diretor-Geral

Carlos Roberto Rocha Cavalcante
Superintendente

ELETRORBRAS

José Antônio Muniz Lopes
Presidente

Ubirajara Rocha Meira
Diretor de Tecnologia

Fernando Pinto Dias Perrone
Chefe do Departamento de Projetos de Eficiência Energética

Marco Aurélio Ribeiro Gonçalves Moreira
Chefe da Divisão de Eficiência Energética na Indústria e Comércio

OPORTUNIDADES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A INDÚSTRIA

RELATÓRIO SETORIAL
SETOR DE FERROLIGAS

ALVARO AFONSO FURTADO LEITE
SERGIO VALDIR BAJAY
FILIPE DEBONZI GORLA

BRASÍLIA – 2010

© 2010. CNI – Confederação Nacional da Indústria.

CNI

Unidade de Competitividade Industrial – COMPI

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Trabalho elaborado pela CNI em parceria com a Eletrobras, no âmbito do PROCEL INDÚSTRIA.

FICHA CATALOGRÁFICA

L533o

Leite, Alvaro Afonso Furtado

Oportunidades de Eficiência Energética para a Indústria: relatório setorial: ferros-ligas / Alvaro Afonso Furtado Leite, Sérgio Valdir Bajay. – Brasília: CNI, 2010.

46 p.

ISBN 978-85-7957-003-2

1. Eficiência Energética 3. Ferros-Ligas I. Bajay, Sérgio Valdir II. Gorla, Filipe Debonzi III. Título VI. Título: Setor de ferros-ligas

CDU: 336.226.46

CNI

Confederação Nacional da Indústria

Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992

Setor Bancário Norte, Quadra 1, Bloco C, Edifício Roberto Simonsen, 70040-903, Brasília-DF

Tel.: (61) 3317- 9001, Fax: (61) 3317- 9994

<http://www.cni.org.br>

Serviço de Atendimento ao Cliente – SAC

Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992

sac@cni.org.br

ELETROBRAS

Av. Presidente Vargas, 409, 13º andar, Centro, 20071-003, Rio de Janeiro RJ, Caixa Postal 1639

Tel 21 2514-5151

www.eletrobras.com

eletrobr@eletrobras.com

PROCEL

Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

Av. Rio Branco, 53, 14º, 15º, 19º e 20º andares, Centro, 20090-004 Rio de Janeiro RJ

www.eletrobras.com/procel

procel@eletrobras.com

Ligação Gratuita 0800 560 506

PROCEL INDÚSTRIA

Eficiência Energética Industrial

Av. Rio Branco, 53, 15º andar, Centro, 20090-004, Rio de Janeiro RJ

Fax: 21 2514-5767

www.eletrobras.com/procel

procel@eletrobras.com

Ligação Gratuita 0800 560 506

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1

Evolução da produção de ferroligas no Brasil, em toneladas, de 2001 a 2006 **16**

Gráfico 2

Taxa de crescimento acumulado, no período de 2001 a 2006, da produção brasileira de ferroligas à base de manganês (Fe-Mn), à base de cromo (Fe-Cr) e à base de níquel (Fe-Ni) **16**

Gráfico 3

Distribuição da capacidade total instalada de produção de ferroligas no Brasil, em 2004 (total neste ano = 1.141 x 10³ toneladas) **17**

Gráfico 4

Consumo, em mil tep, dos energéticos utilizados na indústria brasileira de ferroligas, de 1970 a 2006 **28**

Gráfico 5

Parcelas de mercado, em %, dos energéticos utilizados na indústria brasileira de ferroligas, de 1970 a 2006 **29**

Gráfico 6

Parcelas de mercado, em %, dos energéticos utilizados na indústria brasileira de ferroligas em 2006 **29**

Gráfico 7

Distribuição percentual, por usos finais, do consumo final de energia da indústria de ferroligas no Brasil em 2006 **30**

Gráfico 8

Distribuição percentual, por usos finais, do consumo total de energia útil da indústria de ferroligas no Brasil em 2006 **31**

Gráfico 9

Consumo e potencial técnico de conservação de energia elétrica na indústria de ferroligas no Brasil em 2007 **37**

Gráfico 10

Comparação entre potenciais técnicos de conservação de energia na indústria de ferroligas no Brasil em 2007 **38**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1

Consumo de matérias-primas e insumos na indústria de ferroligas no Brasil, em 2001 **15**

Tabela 2

Evolução, de 2003 a 2006, das exportações brasileiras de ferroligas, em toneladas e em 10⁶ US\$ FOB **20**

Tabela 3

Evolução, de 2003 a 2006, das importações brasileiras de ferroligas, em toneladas e em 10⁶ US\$ FOB **21**

Tabela 4

Evolução, de 2002 a 2006, do consumo aparente de ferroligas no Brasil, em toneladas **21**

Tabela 5

Estimativas do Balanço de Energia Útil (BEU) para as distribuições percentuais, por usos finais, em 2004, dos consumos dos energéticos utilizados na indústria de ferroligas no país **30**

Tabela 6

Rendimentos médios de conversão, em %, estimados para 2004, dos energéticos consumidos na indústria de ferroligas no Brasil **31**

Tabela 7

Produção, consumos energéticos, desagregados em energia térmica e eletricidade, e os respectivos consumos energéticos específicos da indústria de ferroligas no Brasil, de 2000 a 2006 **32**

Tabela 8

Consumos específicos, produção e coeficientes de distribuição de energia da indústria de ferroligas no Brasil em 2007 **36**

Tabela 9

Potencial técnico de conservação de energia elétrica na indústria de ferroligas no Brasil, em 2007 **37**

LISTA DE SIGLAS

ABESCO: Associação Brasileira das Empresas de Conservação de Energia.

ABRAFE: Associação Brasileira de Ferroligas e de Silício Metálico.

BEN: Balanço Energético Nacional.

BEU: Balanço de Energia Útil.

CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

CRVD: Companhia Vale do Rio Doce.

EPE: Empresa de Pesquisa Energética.

Ferbasa: Companhia de Ferros-ligas da Bahia.

IEA: International Energy Agency.

MME: Ministério de Minas e Energia.

Minasligas: Cia. Ferroligas Minas Gerais.

RDM: Rio Doce Manganês.

SGM: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do MME.

SUMÁRIO

1 CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA 13

- 1.1 Introdução **14**
- 1.2 Produtos, matérias-primas e produção **14**
- 1.3 Etapas do processo produtivo **17**

2 CARACTERIZAÇÃO ECONÔMICA 19

- 2.1 Introdução **20**
- 2.2 Exportações, importações e demanda aparente **20**
- 2.3 Principais empresas **22**
- 2.4 Novos investimentos **22**

3 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL 23

4 CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA 27

- 4.1 Consumo de energia **28**
- 4.2 Distribuição dos consumos de energia final e energia útil por usos finais **30**
- 4.3 Consumos energéticos específicos **32**
- 4.4 Autoprodução de energia elétrica **32**

5 METODOLOGIA DE CÁLCULO DE POTENCIAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 33

6 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE POTENCIAL DE ECONOMIA CALCULADOS COM OS RESULTADOS DE BIBLIOGRAFIA 35

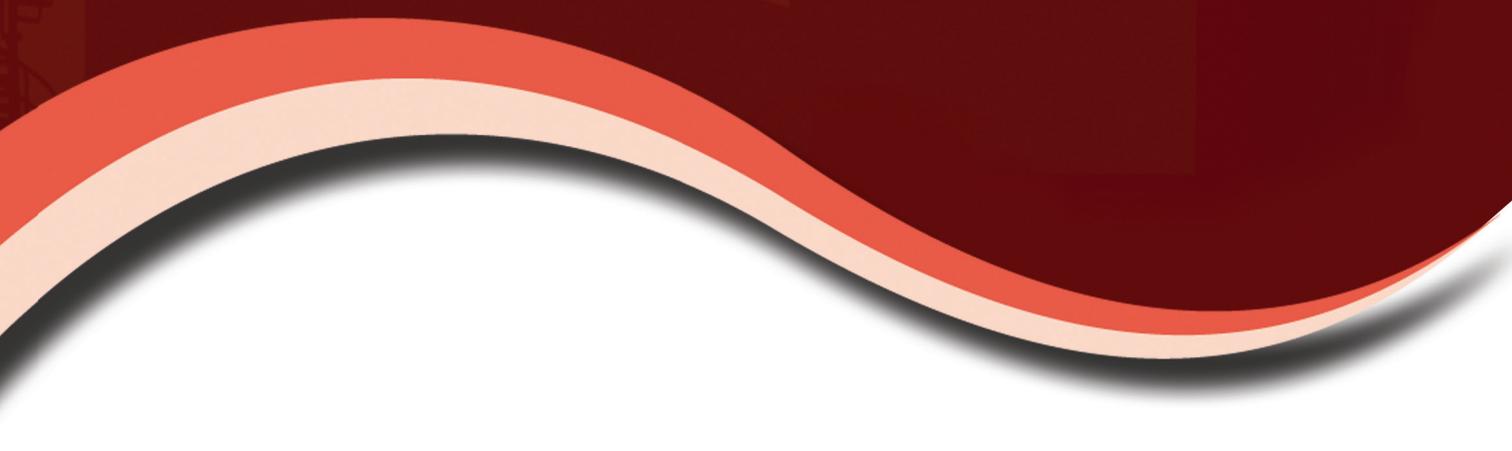
- 6.1 Consumos específicos de energia térmica e eletricidade **36**
- 6.2 Potenciais técnicos de conservação de energia **36**
- 6.3 Potencial de conservação de energia segundo o BEU **37**

7 BARREIRAS AO USO RACIONAL DE ENERGIA 39

8 CONCLUSÕES 41

REFERÊNCIAS 45

1 Caracterização Técnica

The image features a dark red background with a faint, semi-transparent illustration of an industrial facility, including a tall chimney and various structural elements. At the bottom, there are decorative wavy lines in shades of orange and red, creating a modern, graphic look.

1 Caracterização Técnica

1.1 Introdução

Ligas metálicas são materiais com propriedades metálicas que contêm dois ou mais elementos químicos, sendo que pelo menos um deles é metal. Há ligas formadas somente por metais, outras formadas por metais e semimetais (boro, silício, arsênio, antimônio) e, ainda, outras formadas por metais e não-metais (carbono, fósforo).

Apesar da grande variedade de metais existentes, a maioria não é empregada em estado puro, mas em ligas com propriedades alteradas em relação ao material inicial, o que visa, entre outras coisas, reduzir os custos de produção. As ligas possuem propriedades diferentes dos elementos que as originam; na maioria dos casos, determinadas propriedades são melhoradas. Nesse contexto, pode-se citar a usual ocorrência de aumento do ponto de fusão¹, aumento da dureza² e aumento da resistência mecânica³.

As ligas do tipo ferro-carbono podem ser classificadas em quatro grupos distintos:

- Aço doce: liga que contém menos de 0,06% de carbono e cuja estrutura é essencialmente ferrosa;
- Aços-ligas: com conteúdo de carbono entre 0,06% e 2% e que se subdividem em aços ao carbono, aços-ligas e aços especiais ou aços finos;
- Ferro fundido: liga que contém mais de 2% de carbono. Trata-se, em geral, de um metal de reduzida ductibilidade e maleabilidade, utilizada na fabricação de peças moldadas e tubos;
- Ferros-ligas.

No aço, a dureza aumenta na razão direta da porcentagem de carbono na liga.

As ferros-ligas, como o próprio nome diz, são ligas de ferro com outros elementos químicos, como manganês, silício, cromo, níquel, nióbio, entre outros. As adições de tais elementos são efetuadas em proporções adequadas para aproveitamento industrial ou para a introdução de novos elementos na própria liga. Na siderurgia, são matérias-primas fundamentais e sua falta impossibilitaria a produção de vários produtos siderúrgicos. As ferros-ligas convencionais são: ferro-manganês, ferro-silício, ferro-silício-manganês e ferro-cromo, presentes na quase totalidade dos processos de produção de ferro e aço comum ou especial. As ligas não convencionais, como ferro-níquel, ferro-molibdênio e ferro-titânio, entre outras, servem como vetores para adição de elementos de liga na produção de aços especiais.

1.2 Produtos, matérias-primas e produção

Como produtos da indústria brasileira de ferros-ligas, destacam-se (ABRAFE, 2004):

- As ferros-ligas de manganês: utilizadas na fabricação de praticamente todos os tipos de aço e fundidos de ferro, devido à sua propriedade de dessulfurização (retirada do enxofre);

¹ O ponto de fusão designa a temperatura à qual uma substância passa do estado sólido ao estado líquido.

² dureza é a propriedade característica de um material sólido, que expressa sua resistência a deformações permanentes e está diretamente relacionada com a força de ligação dos átomos.

³ A resistência mecânica no campo da mecânica dos sólidos é entendida como a força resultante da aplicação de uma força sobre um material. É a deformação do material que gera a força resultante, na medida direta de seu módulo de elasticidade. Na engenharia, a resistência mecânica de uma estrutura é a sua capacidade de suportar as solicitações externas sem que estas venham a lhe causar deformações plásticas.

- O ferro-silício: destinado, em grande parte, à produção de aços comuns, na qual atua como desoxidante. No mercado, a liga ferro-silício é conhecida como FeSi 75% Standard. Além de ser empregada na produção de aços como desoxidante e elemento de liga, a FeSi 75% Standard é utilizada na indústria de fundição como agente grafitizante;
- O ferro-cromo: insumo imprescindível para a produção de aços especiais. É a principal matéria-prima utilizada na fabricação do aço inoxidável, com uma participação de 15 a 18% na sua composição. As ligas ferro-cromo subdividem-se em:
 - Ferro-cromo de alto teor de carbono (FeCr AC): as principais utilizações desta liga ocorrem na produção de aço resistentes à corrosão, na produção de aços de alta resistividade elétrica, aços de alta liga (indústria de automóveis), anti-oxidação e na produção de aços inoxidáveis quando a aciaria adota o processo AOD (Argon Oxygen Descarburatization);
 - Ferro-cromo de baixo teor de carbono (FeCr BC): a sua utilização industrial é a mesma da liga FeCr AC, ou seja, na produção de aços inoxidáveis, que tem larga aplicação nas indústrias de bens de consumo;
- As ligas de níquel: utilizadas, principalmente, na produção de aço inoxidável.

Além dessas ligas, existe um conjunto de ferros-ligas, classificado como ligas especiais ou não-convencionais, que são utilizadas na composição dos aços especiais. Um exemplo deste tipo de liga são as ligas de nióbio. Por ter alto ponto de fusão, uma densidade pouco superior à do ferro, elevada resistência ao ataque por certos ácidos e metais líquidos, baixa resistência à oxidação e supercondutividade a temperaturas muito baixas, estas ligas destinam-se a aplicações como as superligas aeronáuticas e os supercondutores.

O perfil de consumo das principais matérias-primas e os insumos empregados na indústria brasileira de ferros-ligas em 2001⁴ são apresentados na Tabela 1.

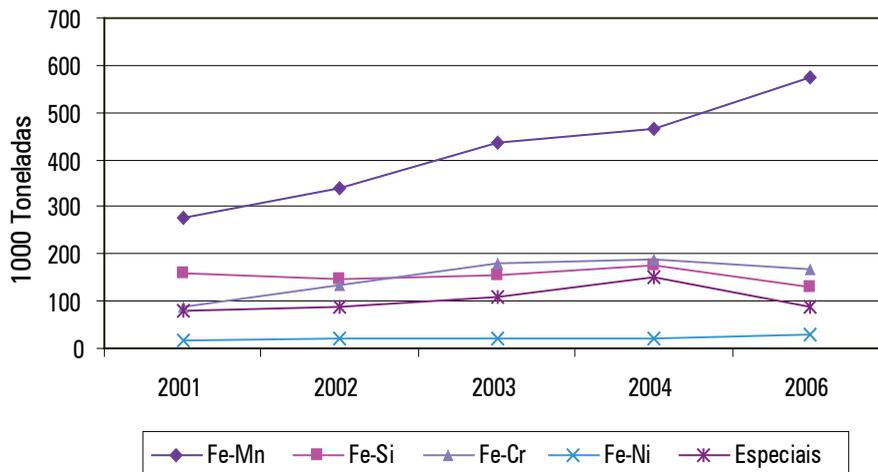
Tabela 1
Consumo de matérias-primas e insumos na indústria de ferros-ligas no Brasil, em 2001

	Unidade	
Minério de	10 ³ t	495,5
Minério de cromo	10 ³ t	181,7
Minério de níquel	10 ³ t	429,9
Minério de ferro	10 ³ t	18
Concentrado Nb-Nb205	10 ³ t	60,8
Carvão vegetal	10 ³ m ³	1.571
Carvão mineral	10 ³ t	15,5
Coque	10 ³ t	101
Energia elétrica	10 ³ MWh	5.278
Pasta soderberg	10 ³ t	26,3

Fonte: ABRAFE, 2004

A figura a seguir mostra a produção nacional de ferros-ligas no período 2001 a 2006. Por falta de informações, a tabela não contempla o ano de 2005, para o qual é estimada uma produção total de ferros-ligas de 940.000 toneladas (MME, 2007).

⁴ Não se obteve dados mais recentes.



Fontes: ABRAFE, 2004 e MME, 2007.

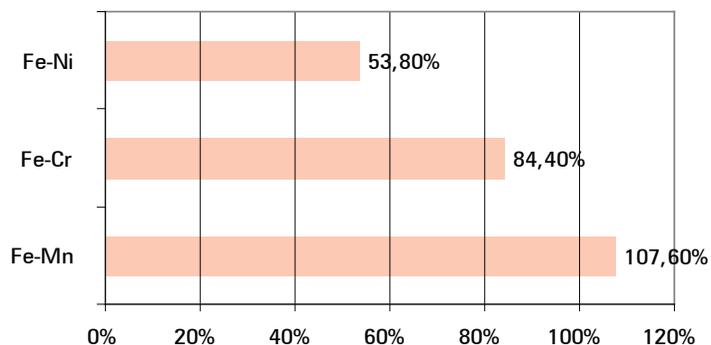
Notas: (1) Fe-Mn: Ferros-ligas à base de manganês; (2) Fe-Si: Ferros-ligas à base de silício; (3) Fe-Cr: Ferros-ligas à base de Cromo; (4) Fe-Ni: Ferros-ligas à base de Níquel; (5) Especiais: Ferros-ligas especiais.

Gráfico 1

Evolução da produção de ferros-ligas no Brasil, em toneladas, de 2001 a 2006

Urge frisar que, em 2006, a maior parcela da produção nacional de ferros-ligas foi devido às ligas à base de manganês (58,2% do total). A produção de ligas com aplicações na fabricação de aço inoxidável (à base de cromo e níquel) vem em seguida, com 19,7% do total da produção física desta indústria (MME, 2007).

As produções destas ligas também aumentaram substancialmente no período de 2001 a 2006: ferros-ligas à base de manganês – 107,6%; ferros-ligas à base de cromo – 84,4%; e ferros-ligas à base de níquel – 53,8% (ver gráfico a seguir).

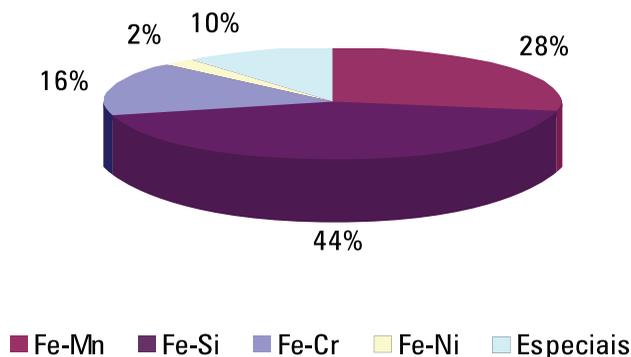


Fonte: MME, 2007.

Gráfico 2

Taxa de crescimento acumulado, no período de 2001 a 2006, da produção brasileira de ferros-ligas à base de manganês (Fe-Mn), à base de cromo (Fe-Cr) e à base de níquel (Fe-Ni)

No que tange à capacidade de produção desta indústria, dados da ABRAFE (2004) indicam a existência, em 2004, de uma capacidade total instalada de produção igual a 1.141 mil toneladas/ano, distribuídas da seguinte forma: (i) ligas à base de manganês: 27,9%; (ii) ligas à base de silício: 43,6%; (iii) ligas à base de cromo: 15,9%; (iv) ligas à base de níquel: 2,2%; (v) ligas especiais: 10,5% (ver gráfico a seguir). A partir destes dados, pode-se também estimar que o nível de utilização da capacidade produtiva girava, em 2004, em torno de 95% do total. Trata-se, pois, de um elevado nível de utilização, que demanda investimentos adicionais em expansão de capacidade, em um cenário de aquecimento das demandas nacional e internacional.



Fonte: ABRAFE (2004).

Notas: (1) Fe-Mn: Ferros-ligas à base de manganês; (2) Fe-Si: Ferros-ligas à base de silício; (3) Fe-Cr: Ferros-ligas à base de Cromo; (4) Fe-Ni: Ferros-ligas à base de Níquel; (5) Especiais: Ferros-ligas especiais.

Gráfico 3

Distribuição da capacidade total instalada de produção de ferros-ligas no Brasil, em 2004 (total neste ano = 1. 141 x 10³ toneladas)

1.3 Etapas do processo produtivo

As ferros-ligas podem ser obtidas por diversos processos. O processo de produção de ferros-ligas mais empregado envolve a redução carbotérmica em fornos elétricos de arco submerso. Este processo envolve, basicamente, as seguintes etapas:

- Preparação das matérias-primas;
- Fusão e redução das cargas;
- Preparação do produto.

Dentre as etapas mencionadas, a fusão redutora é a mais importante, tanto do ponto de vista de produção física quanto sob o aspecto do consumo de energia (TOLMASQUIM; SZKLO, 2000).

O processo produtivo de ferros-ligas, com vistas à homogeneidade química do produto final, exige uma rígida classificação química e granulométrica das matérias-primas empregadas.

Quando as ferros-ligas são confeccionadas por fusão, fundem-se quantidades adequadas dos componentes da liga, a fim de que estes se misturem perfeitamente no estado líquido. A fusão é feita em cadinhos de ferro, de aço ou de grafite, em fornos de revérbero ou em fornos elétricos. A massa fundida, homogênea, é resfriada lentamente em formas apropriadas. São tomadas precauções especiais para evitar a separação dos componentes da liga durante o resfriamento, para evitar a oxidação dos metais fundidos, para minimizar as perdas dos componentes voláteis, etc. Esse processo também pode ser efetuado na superfície de um corpo. Assim, mergulhando-se folhas de ferro em estanho fundido, forma-se na sua superfície uma liga de ferro e estanho. Obtém-se, assim, a folha-de-flandres também chamada lata.

Outro processo para a fabricação de ferros-ligas é a compressão. Neste processo, misturas em proporções adequadas são submetidas a elevadas pressões. Esse processo é de importância na preparação de ligas de alto ponto de fusão e aquelas cujos componentes são imiscíveis no estado líquido.

Pode-se, ainda, mencionar o processo eletrolítico⁵ e o processo de metalurgia associada. O primeiro fundamenta-se na eletrólise⁶ de uma mistura apropriada de sais, com o fim de provocar a deposição simultânea de dois ou mais metais sobre cátodos⁷. O segundo consiste na obtenção de uma liga constituída de dois ou mais metais, submetendo-se ao mesmo processo metalúrgico uma mistura de seus minérios.

⁵ O processo eletrolítico consiste na eletrólise de uma mistura apropriada de sais, com o fim de se efetuar deposição simultânea de dois ou mais metais sobre cátodos.

⁶ A eletrólise é um processo que separa os elementos químicos de um composto através do uso da eletricidade. De maneira sumária, procede-se primeiro à decomposição (ionização ou dissociação) do composto em íons e, posteriormente, com a passagem de uma corrente contínua através destes íons, são obtidos os elementos químicos. Em muitos casos, dependendo da substância a ser eletrolisada e do meio em que ela ocorre, além de formar elementos ocorre também a formação de novos compostos. O processo da eletrólise é uma reação de oxirredução oposta àquela que ocorre numa célula galvânica, sendo, portanto, um fenômeno físico-químico não espontâneo.

⁷ Cátodo, ou catodo, substância de carácter metálico cujas propriedades se assemelham às ligas e que possuem alta condutividade. Cátodo é o eletrodo fonte primária de elétrons no interior de uma válvula eletrônica, de onde saem os elétrons acelerados aquecidos pelo filamento, Efeito Edison, em direção à placa eletrônica ou anodo.

2 Caracterização Econômica



2 Caracterização Econômica

2.1 Introdução

Em 2005, com uma produção de cerca de 1 Mt de ferros-ligas, o Brasil posicionou-se como o 6º maior produtor do mundo, responsável por 4,4% da produção mundial (MME, 2006).

Não foram encontradas estatísticas macroeconômicas, tais como faturamento e valor adicionado, para este segmento industrial. Como o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) estima o valor adicionado para a produção de ferro-gusa e ferros-ligas de uma forma agregada e ambos são insumos para a indústria siderúrgica, estes metais foram incluídos, neste trabalho, nas estatísticas de valor adicionado da indústria siderúrgica nacional.

2.2 Exportações, importações e demanda aparente

A Tabela 2 mostra a evolução recente das exportações brasileiras de ferros-ligas, tanto em unidades físicas como monetárias. Pode-se observar, nesta tabela, que as toneladas exportadas têm oscilado, mas a receita obtida só tem crescido no período considerado, por conta dos preços crescentes destas ligas no mercado internacional. Os ferros-ligas à base de Mn e de Si são os mais exportados, seguidos pelos ferros-ligas especiais. A exportação deste último tem propiciado maiores receitas, vindo, a seguir, os ferros-ligas à base de silício. Em 2006, 35,5% da produção nacional de ferros-ligas foram exportados.

Tabela 2

Evolução, de 2003 a 2006, das exportações brasileiras de ferros-ligas, em toneladas e em 10⁶ US\$ FOB¹

	2003		2004		2005		2006	
	t	10 ⁶ US\$ FOB						
Ferros-ligas								
À base de Mn	175.675	79,55	154.960	139,44	175.336	122,67	126.516	90,75
À base de Si	115.259	83,38	119.377	103,76	113.143	101,50	127.003	124,10
À base de Cr	155	0,27	659	1,58	141	0,167	239	0,39
À base de Ni	3.332	8,65	3.193	11,89	3.799	19,54	4.301	32,39
Especiais	68.128	314,37	72.865	341,56	84.639	468,16	91.479	590,92
Total	362.549	486,22	351.054	598,22	377.058	712,05	349.538	838,56

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do MME (2007).

¹ FOB: Abreviatura usada internacionalmente no comércio e que significa Free on Board. Segundo esta modalidade de entrega, as despesas suportadas desde o armazém do vendedor até ao cais do porto de origem (transporte, armazenagem e despesas de expedição) e estiva são por conta do vendedor. O vendedor fica livre de responsabilidade quando colocar as mercadorias a bordo do navio.

As importações recentes de ferros-ligas estão indicadas na Tabela 3. As toneladas de ferros-ligas importadas cresceram continuamente de 2003 a 2006, mas são bem menores do que as exportações, indicando que o mercado interno tem sido atendido, em sua maioria, por produção nacional. Como era de se esperar, o custo destas importações também cresceu (afinal, houve, entre 2003 e 2005, uma gradual elevação do preço internacional das commodities em questão), mas só até 2005; em 2006 registrou-se discreta queda. Os tipos de ferros-ligas mais importados têm sido os à base de Mn e os à base de Cr. As importações mais caras são as de ferros-ligas especiais. Parte das ligas importadas é produzida a partir de minérios que não são encontrados no Brasil (MME, 2006; MME, 2007).

Tabela 3

Evolução, de 2003 a 2006, das importações brasileiras de ferroligas, em toneladas e em 10⁶ US\$ FOB

Ferros-ligas	2003		2004		2005		2006	
	t	10 ⁶ US\$ FOB						
À base de Mn	16.048	10,38	18.929	19,28	22.095	25,20	26.213	27,02
À base de Si	2.335	2,15	10.565	8,83	11.419	9,47	9.811	9,00
À base de Cr	10.587	6,82	13.369	12,70	11.198	13,42	23.456	25,11
À base de Ni	317	2,37	17	0,68	33	0,58	661	8,37
Especiais	6.656	27,82	7.336	59,37	6.673	152,98	6.770	123,27
Total	35.943	49,52	50.216	100,86	51.418	201,65	66.911	192,77

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do MME (2007).

Uma comparação entre os valores monetários totais das Tabelas 2 e 3 revela que a balança comercial do segmento industrial de ferros-ligas no Brasil foi amplamente superavitária durante o período de 2003 a 2006.

A Tabela 4 indica ter havido, entre 2002 e 2006, um crescimento contínuo do consumo de ferros-ligas no Brasil. Os maiores consumos foram dos ferros-ligas à base de Mn, em primeiro lugar, seguidos pelos ferros-ligas à base de Cr.

Tabela 4

Evolução, de 2002 a 2006, do consumo aparente de ferros-ligas no Brasil, em toneladas

Ferros-ligas	2002	2003	2004	2005	2006
À base de Mn	206.600	258.766	329.569	n.d.	473.126
À base de Si	43.119	43.900	68.433	n.d.	11.226
À base de Cr	142.193	189.840	201.550	n.d.	189.769
À base de Ni	16.668	16.363	17.162	n.d.	23.997
Especiais	38.120	46.730	85.221	n.d.	(11.124)
Total	446.700	555.599	701.935	613.000	686.994

n.d.: não disponível.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do MME (2007).

2.3 Principais empresas

A despeito da existência de algumas empresas de pequeno porte de relativa importância na produção de determinadas ferros-ligas², pode-se dizer que a indústria brasileira de ferros-ligas, basicamente, é formada por 13 empresas de grande porte que, em conjunto, produzem grande parte dos diferentes tipos de liga. Tais empresas são listadas a seguir:

- Anglo American Brasil Ltda. (Disponível em: <<http://www.angloamerican.com.br>>);
- Camargo Correa Metais S. A. (Disponível em: <<http://www.camargocorrea.com.br>>);
- Companhia Brasileira Carbureto de Cálcio – CBCC (Disponível em: <<http://www.cbcc.com.br>>);
- Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração – CBMM (Disponível em: <<http://www.cbmm.com.br>>);
- Companhia de Ferro Ligas da Bahia – Ferbasa (Disponível em: <<http://www.ferbasanet.com.br>>);
- Companhia Ferroligas Minas Gerais – Minasligas (Disponível em: <<http://www.minasligas.com.br>>);
- Inonibrás Inoculantes e Ferroligas Nipo-brasileiros S.A. (Disponível em: <<http://www.inonibras.com.br>>);
- Italmagnésio Nordeste S. A.;
- Ligas de Alumínio S. A. – Liasa (<http://www.liasa.com.br>);
- Maringá S. A. Cimento e Ferro-liga;
- Nova Era Silicon S. A. (<http://www.novaerasilicon.com.br>);
- RDM Rio Doce Manganês (Disponível em: <<http://www.cvrd.com.br/manganes>>);

A Companhia Vale do Rio Doce, a Camargo Correa Metais S.A e a Minasligas são os principais grupos empresariais atuantes no Brasil no segmento industrial de ferros-ligas.

2.4 Novos investimentos

Em termos de novos investimentos, deve-se mencionar o caso da Rio Doce Manganês (RDM³), empresa controlada pela Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), localizada no município de Simões Filho, no Estado da Bahia. Os novos investimentos da RDM serão de R\$ 341 milhões até 2008. Somando-se ao que foi realizado desde 2001, o investimento total chega a R\$ 870 milhões na unidade baiana. A nova instalação compreende um moderno sistema de processamento do manganês, que permite a aglomeração de partículas do minério, facilitando seu processamento. A instalação física e os equipamentos de sinterização – como é chamado esse processo - receberão investimentos de R\$ 109 milhões (CVRD, 2007).

Em 2007, a Votorantim Metais anunciou investimentos de R\$ 738 milhões no negócio níquel. Deste montante, R\$ 558 milhões foram destinados à construção de uma unidade para produção de ferro-níquel no município de Niquelândia, que produzirá 42,2 mil toneladas de ferro-níquel por ano, com 10,6 mil toneladas de níquel contido (Votorantim Metais, 2008).

² Como a COFEL – Comercial e Industrial de Ferro Ligas, localizada no Estado de São Paulo, e a Comercial Cometa – Ferro Ligas e Metais, localizada no Estado de Minas Gerais.

³ A RDM é a maior planta de ferros-ligas da América Latina, com 45 mil metros quadrados, e a maior produtora de ferros-ligas de manganês (matéria prima do aço) do Brasil, gerando 2,4 mil empregos diretos e indiretos em Simões Filho, além de ser responsável por 30% da arrecadação de impostos do município (CVRD, 2007).

3 Caracterização Ambiental



3 Caracterização Ambiental

Tal como tem ocorrido recentemente com a maioria dos segmentos industriais energo-intensivos, as grandes empresas atuantes no setor de ferros-ligas também têm anunciado planos de gestão ambiental e práticas ambientalmente corretas.

Uma preocupação ambiental tradicional da indústria brasileira de ferros-ligas é a redução da geração da brita de escória, o principal resíduo (no caso, um resíduo sólido) dessa indústria.

As emissões atmosféricas constituem a principal fonte poluidora da indústria de ferros-ligas. Para reter o material particulado contido nestas emissões, esta indústria utiliza principalmente filtros de manga.

Uma preocupação mais recente da indústria de ferros-ligas é com relação à captura e a não emissão de CO₂ para a atmosfera. Afinal, tal indústria, em geral, cada vez mais tem feito uso da estratégia de reflorestamento (via plantio de eucalipto) para atender às suas necessidades de carvão vegetal. Como se sabe, o reflorestamento propicia uma redução de CO₂ da atmosfera. Assim, com base no Protocolo de Quioto, este benefício ambiental proporcionado pela indústria de ferros-ligas poderá gerar créditos de carbono comercializáveis no mercado internacional.

Dentre os programas de geração de benefícios sócio-ambientais (e econômicos) proporcionados pelas empresas produtoras de ferros-ligas, está o Programa Fazendeiro Florestal, que consiste na formação de parcerias com fazendeiros, utilizando as áreas pouco produtivas de suas terras para o reflorestamento, sem o desmatamento de florestas nativas. Este programa é responsável pela geração de empregos diretos e indiretos, fixação de trabalho no campo, conservação do solo, evitando o processo de erosão e a diminuição da pressão sobre as florestas nativas.

Apresentam-se, a seguir, a guisa de exemplos, as estratégias corporativas para questões ambientais da Ferbasa, da Minasligas e da RDM.

Além de objetivos diretamente ligados a seu core business (ou seja, a produção de ferros-ligas), a Ferbasa tem como metas:

- A elaboração, execução e administração de projetos de florestamento, reflorestamento, silvicultura e manejo sustentado, incluindo planos de proteção ambiental, visando a obtenção de madeiras para uso próprio ou comercialização;
- O aproveitamento econômico de resíduos sólidos gerados no processo de fabricação das ferros-ligas, incluindo a produção e comercialização de brita de escória, para a construção civil e asfalto a frio.

Entre 2001 e 2005, a Ferbasa alocou investimentos da ordem de R\$ 33 milhões (valores constantes de 2002) para gerenciamento e minimização dos impactos ambientais do seu parque industrial. Os investimentos atuais, além de ocorrerem na área de equipamentos voltados a sistemas de controle ambiental, também estão contemplando a educação ambiental.

Entre outras ações para proteção e preservação do meio ambiente, foi criada uma RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural, com 450,06 hectares (FERBASA, 2008).

Em julho de 2007, a Ferbasa instalou um filtro de manga com capacidade para 340.000 m³/h (FERBASA, 2008).

Por sua vez, a Minasligas tem como uma de suas metas reduzir os impactos ambientais gerados ao longo da cadeia produtiva e tomar iniciativas concretas de proteção, preservação e estímulo aos sistemas ecológicos próximos às áreas em que atua.

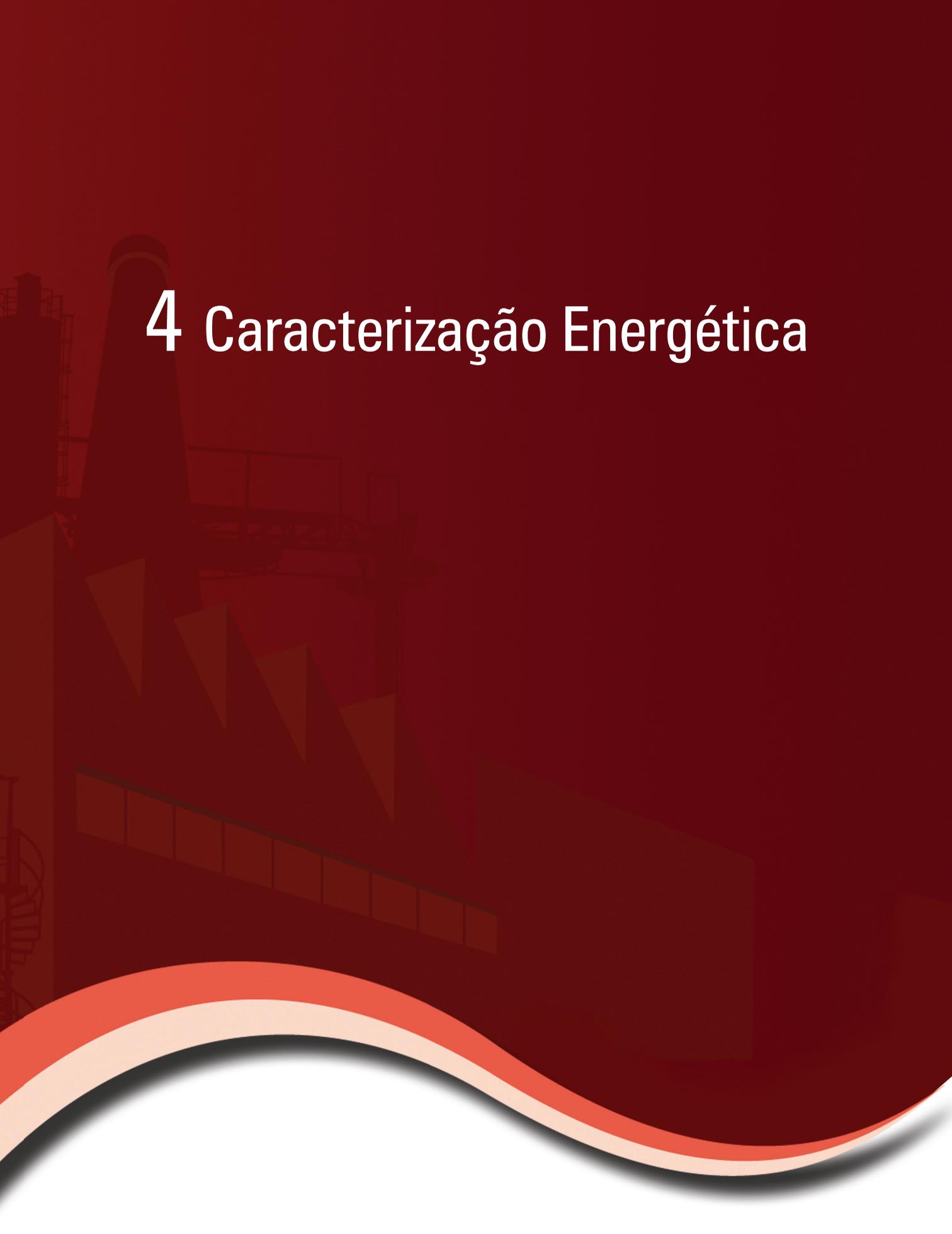
Além de seguir rigorosamente as determinações legais de preservação ambiental e controle de efluentes industriais, a Minasligas utiliza carvão vegetal de eucalipto produzido em reflorestamentos próprios e mantém um programa de reflorestamento anual, o que induz, ao mesmo tempo, a um aumento na qualidade do carvão utilizado e a preservação da vegetação nativa (MINASLIGAS, 2008).

Já a RDM apóia o desenvolvimento de atividades relacionadas à educação ambiental, recreação, lazer e turismo nas regiões em que atua. Além disso, a empresa está implementando um parque botânico em sua planta de Simões Filho, na Bahia. Tal parque consistirá em um espaço voltado para a comunidade com fins culturais, educacionais e de lazer. O objetivo é proporcionar às pessoas interação com o meio ambiente e, ao mesmo tempo, aprendizado sobre a importância da preservação do patrimônio natural.

A RDM está investindo R\$ 2,2 milhões (valores constantes de 2002) na infra-estrutura do espaço, que contará com auditório, salas de aula, parque infantil, lanchonete, banheiros, área institucional e de exposições. Por meio de visitas realizadas com auxílio de guias em trilhas ecológicas, a comunidade poderá conhecer de perto as belezas do manguezal e da Mata Atlântica, com sua rica fauna e flora (CVRD, 2008).

Parte destas iniciativas de gestão ambiental acabou sendo motivada por pressões da sociedade, sobretudo da população que vive próxima dos empreendimentos industriais, como bem comprova, por exemplo, as mais de 60 exigências do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), firmado pela RDM com o Ministério Público de Simões Filho, em 2001.

4 Caracterização Energética



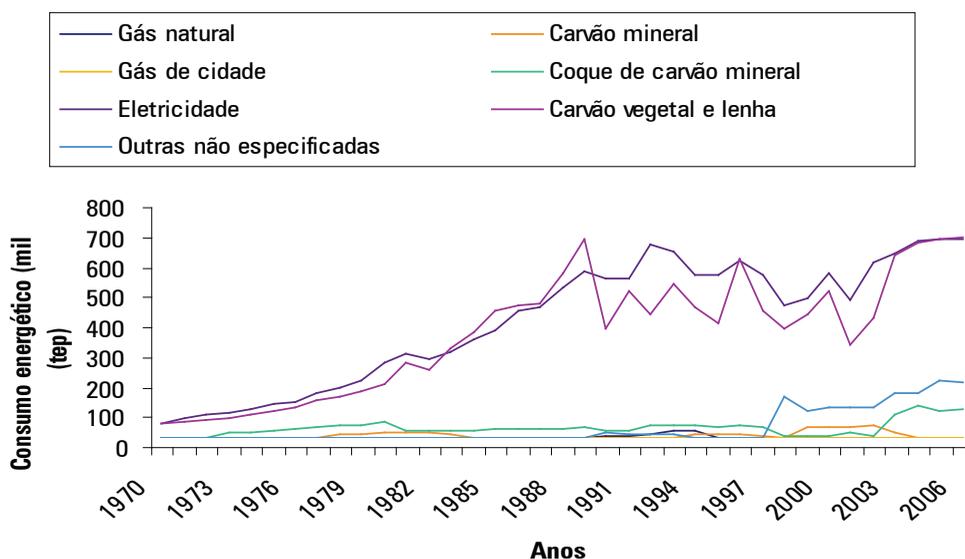
4 Caracterização Energética

4.1 Consumo de energia

A fabricação de ferros-ligas foi responsável por 2,1% do consumo energético total da indústria brasileira em 2006 (MME, 2007).

O Gráfico 4 mostra a evolução, de 1970 a 2006, do consumo dos energéticos utilizados na indústria de ferros-ligas no País. A evolução, neste período, das parcelas de mercado destes energéticos está indicada no Gráfico 5, enquanto que estas parcelas em 2006 estão ilustradas no Gráfico 6.

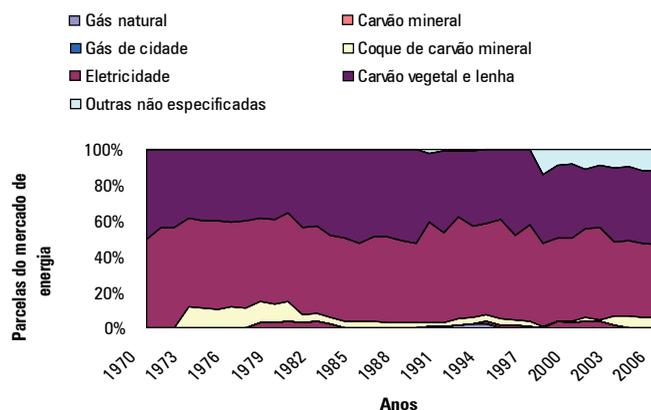
Os dois principais energéticos consumidos na fabricação de ferros-ligas são a energia elétrica e o carvão vegetal/lenha. O consumo de ambos aumentou, quase que continuamente, de 1970 até o início da década de 1990. Desde meados até fins da década de 1990, como reflexo de variações na demanda internacional por ferros-ligas, seu consumo oscilou, com tendências de queda. Nos últimos anos, houve uma forte recuperação (Gráfico 4). Ambos responderam por pouco mais de 41%, cada, do consumo energético total desta indústria em 2006 (Gráfico 6).



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2008).

Gráfico 4

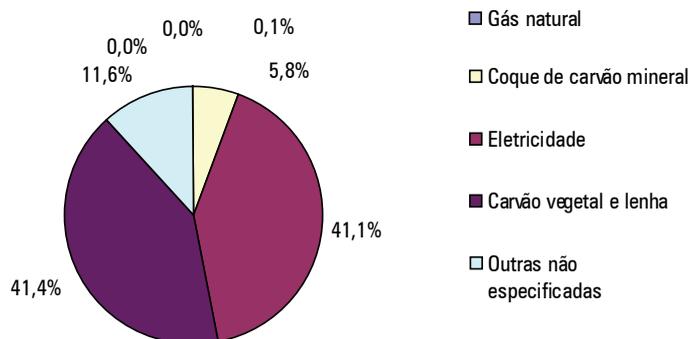
Consumo, em mil tep, dos energéticos utilizados na indústria brasileira de ferroligas, de 1970 a 2006



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2008).

Gráfico 5

Parcelas de mercado, em %, dos energéticos utilizados na indústria brasileira de ferroligas, de 1970 a 2006



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2008).

Gráfico 6

Parcelas de mercado, em %, dos energéticos utilizados na indústria brasileira de ferroligas em 2006

A categoria “outras fontes de energia não especificadas” vem aumentando sua participação na atual década (Gráfico 5), atingindo 11,6% do consumo energético total em 2006 (Gráfico 6). Em menor escala, isto também está ocorrendo com o coque de carvão mineral. O consumo de gás natural ainda é irrisório neste segmento industrial.

O parque industrial de ferros-ligas possui 83 fornos, totalizando uma capacidade instalada de 1.344 mil toneladas e potência de 1.225 MW (MME, 2006).

4.2 Distribuição dos consumos de energia final e energia útil por usos finais

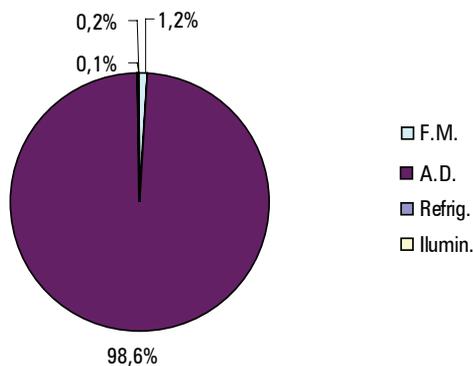
Aplicando-se as distribuições da Tabela 5 aos consumos finais destes energéticos em 2006, obtêm-se os resultados expressos no Gráfico 7. Esta figura mostra que o uso final quase que exclusivo da energia na indústria de ferroligas, em 2006, foi o aquecimento direto (98,6%); os outros usos foram muito pequenos ou nulos.

Tabela 5

Estimativas do Balanço de Energia Útil (BEU) para as distribuições percentuais, por usos finais, em 2004, dos consumos dos energéticos utilizados na indústria de ferroligas no País

Energético	Força motriz	Refrigeração	Aquecimento direto	Iluminação	Soma
Gás natural	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0
Lenha	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0
Óleo combustível	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0
Coque de carvão mineral	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0
Eletricidade	2,9	0,2	96,5	0,4	100,0
Carvão vegetal	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0
Outras fontes secundárias do petróleo	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0

Fonte: Elaboração própria com base em (MME, 2005).



Fonte: Elaboração própria com base em (MME, 2005a).

Gráfico 7

Distribuição percentual, por usos finais, do consumo final de energia da indústria de ferros-ligas no Brasil em 2006

Os rendimentos médios de conversão estimados no BEU para o consumo dos energéticos utilizados na fabricação de ferros-ligas estão indicados na Tabela 6.

Tabela 6
Rendimentos médios de conversão, em %, estimados para 2004, dos energéticos consumidos na indústria de ferroligas no Brasil

Energéticos	Força motriz.	Aquecimento direto	Iluminação	Refrigeração
Gás natural	33,0	56,0	-	
Lenha		56,0		
Óleo combustível	-	56,0	-	
Coque de carvão mineral		56,0		
Eletricidade	90,0	60,0	24,0	60,0
Carvão vegetal		56,0		
Outras fontes secundárias do petróleo		56,0		

Fonte: Elaboração própria com base em (MME, 2005).

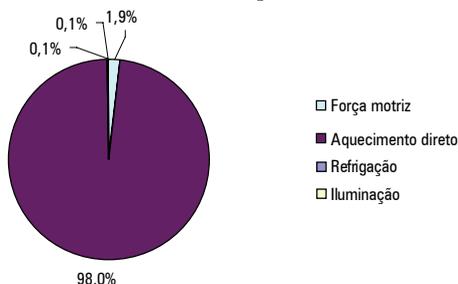
Os usos finais da energia considerados neste trabalho foram os mesmos do BEU:

- força motriz: energia usada em motores estacionários ou de veículos de transporte individual ou coletivo, de carga, tratores, etc;
- aquecimento direto: energia usada em fornos, fornalhas, radiação, aquecimento por indução, condução e micro-ondas;
- refrigeração: energia usada em geladeiras, freezers, equipamentos de refrigeração e ar condicionado tanto de ciclo de compressão ou de absorção;
- iluminação: energia utilizada em iluminação de interiores e externa.

A aplicação dos rendimentos da Tabela 6 aos consumos finais dos energéticos da indústria extrativa mineral no País, em 2006, permite estimar a distribuição, por usos finais, do consumo total de energia útil desta indústria naquele ano, conforme representado no Gráfico 8. Comparando-se os Gráficos 7 e 8, observam-se discretas diferenças.

Segundo o BEU (MME, 2005), a energia útil consumida na indústria cerâmica brasileira em 2006 correspondeu a 57,9% da energia final adquirida naquele ano. Trata-se de um valor intermediário entre as eficiências de conversão, em energia útil, dos combustíveis e da energia elétrica (Tabela 6) no uso dominante nesta indústria, que é o aquecimento direto.

Na indústria de ferros-ligas, quatro empresas responderam ao questionário da Fundação para Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia – FDTE, em 2004. O desvio entre as respostas foi considerado pequeno e os principais insumos energéticos foram considerados. A solução adotada no BEU foi de apurar a média ponderada dos resultados da pesquisa como parâmetros para o ano de 2004, recorrendo aos parâmetros da versão de 1994, apenas para os insumos não contemplados nesse levantamento.



Fonte: Elaboração própria com base em (MME, 2005).

Gráfico 8
Distribuição percentual, por usos finais, do consumo total de energia útil da indústria de ferros-ligas no Brasil em 2006

4.3 Consumos energéticos específicos

A Tabela 7 apresenta a produção, os consumos de energia térmica, energia elétrica e consumo total de energia da indústria brasileira de ferros-ligas, e seus respectivos consumos específicos, no período que vai de 2000 a 2006.

Os dados de produção a partir de 2002 foram obtidos pela Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia (MME, 2007), enquanto que os dados de anos anteriores foram publicados pela ABRAFE (2004).

Pode-se observar, na Tabela 7, que os três indicadores de consumos específicos têm variado bastante no período considerado, porém, todos eles, com tendências de crescimento. Apesar de haver incertezas em relação aos dados de produção obtidos pelo MME, os consumos específicos calculados sinalizam claramente a deterioração do desempenho energético deste segmento industrial. É importante observar que o custo da energia representa uma parcela significativa dos seus custos de produção; a energia elétrica, por exemplo, corresponde, em média, a cerca de 30% dos custos variáveis desta indústria.

Tabela 7

Produção, consumos energéticos, desagregados em energia térmica e eletricidade, e os respectivos consumos energéticos específicos da indústria de ferros-ligas no Brasil, de 2000 a 2006

	Unidade	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Produção	t	902.966	735.762	726.049	902.205	1.002.769	940.000	984.381
Consumo de energia térmica	PJ	26,46	19,68	22,99	35,84	37,89	39,69	39,78
Consumo de eletricidade	PJ	23,03	19,34	24,54	25,71	27,59	27,84	27,72
	GWh	6.396	5.373	6.815	7.141	7.664	7.734	7.699
Consumo total de energia	PJ	49,49	39,02	47,53	61,55	65,84	67,53	67,50
Consumo específico de energia térmica	GJ/t	29,31	26,75	31,66	39,73	37,79	42,23	40,41
Consumo específico de eletricidade	kWh/t	7.084	7.303	9.387	7.915	7.643	8.228	7.821
Consumo específico de energia	GJ/t	54,81	53,03	65,46	68,22	65,29	71,84	68,57

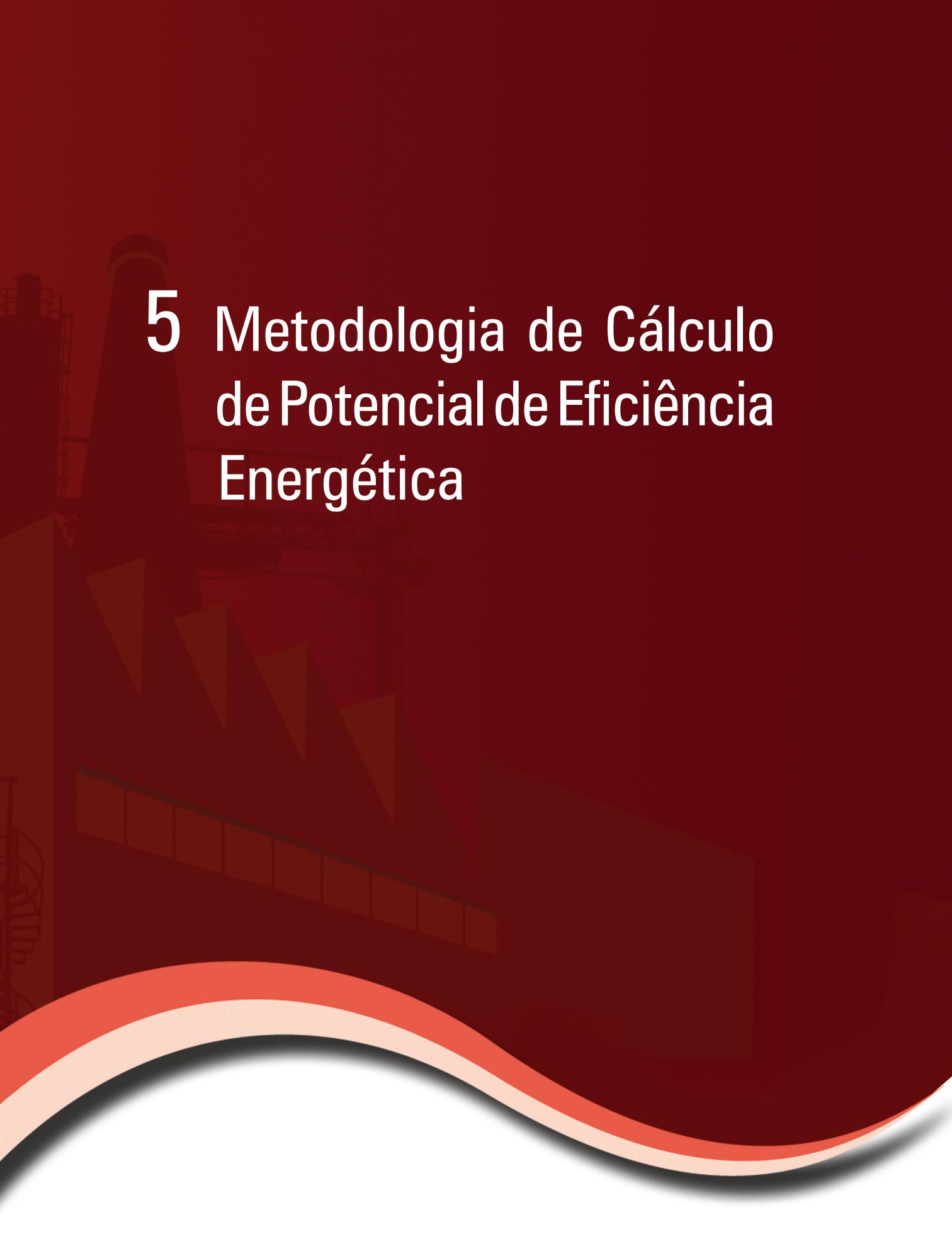
Fontes: ABRAFE, 2004; MME, 2007; EPE, 2008.

O consumo de energia para a produção de ferros-ligas depende de vários fatores, tais como: a liga produzida, características físicas, químicas e metalúrgicas da carga, do projeto do forno elétrico e dos procedimentos operacionais. Neste sentido, os consumos específicos podem variar em um amplo espectro, desde o valor de 2.100 kWh/t para produção da liga FeMnAC até 14.000 kWh/t para a produção de ligas especiais (TOLMASQUIM e SZKLO, 2000). Mudanças no mix de tipos de ferroligas produzidos nos últimos anos (MME, 2007), no entanto, não parecem ser os responsáveis pelos aumentos dos consumos específicos da Tabela 7.

4.4 Autoprodução de energia elétrica

A capacidade instalada total de autoprodução de energia elétrica na fabricação de ferros-ligas em 31/12/2006 era de 28,5 MW, em pequenas centrais hidrelétricas localizadas nos Estados de Minas Gerais e São Paulo (EPE, 2008).

5 Metodologia de Cálculo de Potencial de Eficiência Energética



5 Metodologia de Cálculo de Potencial de Eficiência Energética

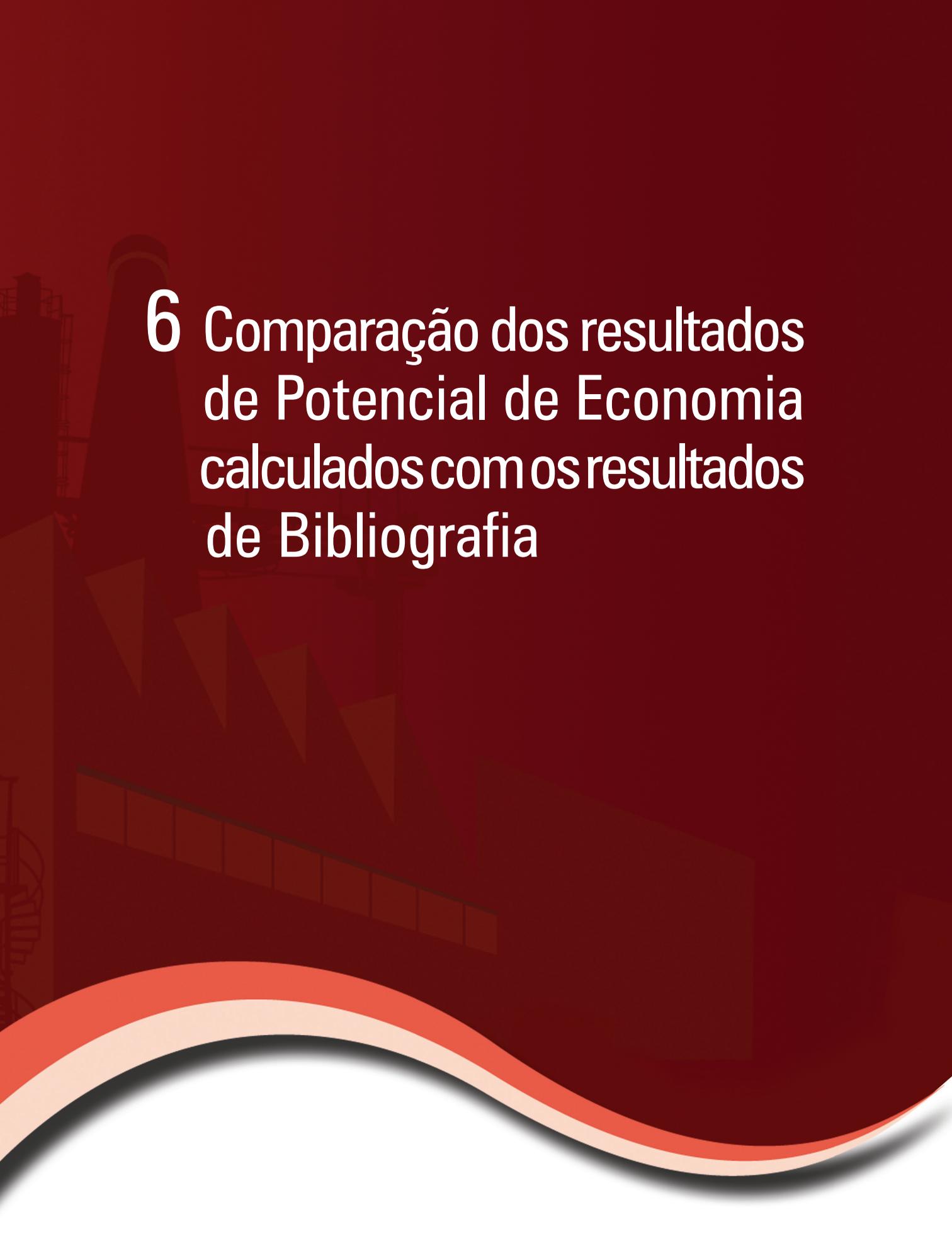
Os segmentos industriais analisados no âmbito do Projeto Análise e Desenvolvimento de Metodologia Visando a Implementação de Projetos de Eficiência Energética na Indústria, podem ser classificados em três categorias. Em segmentos heterogêneos, como as indústrias química e de alimentos e bebidas, se trabalhou com dados de consumos energéticos para os principais produtos agregados em cadeias produtivas. Já em segmentos homogêneos, como cimento e ferros-liga, os consumos energéticos foram agregados por etapas do processo produtivo. Finalmente, no caso dos segmentos com carência de informações, como as fundições, os dados disponíveis foram tratados de uma forma agregada. Para todas estas categorias, a metodologia de cálculo dos potenciais técnicos de conservação de energia foi a mesma, conforme descrito a seguir.

Os consumos, médio e mínimo, de energia térmica e energia elétrica de cada produto principal, ou de cada etapa produtiva, foram calculados multiplicando-se a produção física anual nacional pelos consumos energéticos específicos, médio e mínimo, de energia térmica e eletricidade.

O consumo específico médio representa a média nacional da energia consumida por unidade física de produto dentro de um processo industrial. Por outro lado, o consumo específico mínimo representa a quantidade de energia que seria consumida pelas empresas industriais se todas elas adotassem tecnologias que correspondem ao estado da arte, em termos de eficiência energética.

As diferenças entre os consumos, médio e mínimo, das energias térmica e elétrica fornecem os correspondentes potenciais técnicos de conservação de energia. Tanto os consumos específicos, como os dados de produção física para cada produto ou etapa produtiva foram obtidos da literatura técnica, de anuários estatísticos e de visitas técnicas a algumas plantas industriais.

6 Comparação dos resultados de Potencial de Economia calculados com os resultados de Bibliografia



6 Comparação dos Resultados de Potencial de Economia Calculados com os Resultados de Bibliografia

6.1 Consumos específicos de energia térmica e eletricidade

A indústria de ferros-ligas foi desagregada em três etapas produtivas: preparação das matérias-primas, fusão e redução da carga, e preparação do produto final. Como pode ser visto na Tabela 8, a produção de ferros-ligas no Brasil foi de 1.020.008 toneladas em 2007 (MME, 2008). Nessa mesma tabela estão dados de consumos específicos médio e mínimo de energia elétrica e de coeficientes de distribuição desta energia. Os consumos específicos médios refletem a prática recente da Companhia Vale do Rio Doce, enquanto que os consumos específicos mínimos correspondem a tecnologias eficientes mencionadas pela Agência Internacional de Energia (IEA, 2007).

Tabela 8

Consumos específicos, produção e coeficientes de distribuição de energia da indústria de ferros-ligas no Brasil em 2007

Processo	Produção (t)	Consumo específico de energia (tEP/t)		Coeficientes de distribuição de energia			
		Energia elétrica		Energia elétrica			
		Médio	Mínimo	Força motriz	Refrigeração	Fornos elétricos	Iluminação
Preparação das matérias-primas	1.020.008	0,0525	0,0439	0,0300	0,0020	0,9650	0,0030
Fusão e redução da carga		0,4197	0,3509	0,0300	0,0020	0,9650	0,0030
Preparação do produto final		0,0525	0,0439	0,0300	0,0020	0,9650	0,0030

De acordo com Tolmasquim e Szklo (2000), a eficiência dos processos empregados pela indústria brasileira de ferros-ligas encontra-se dentro da média observada no mundo e, na maioria das vezes, acima desta. Segundo estes autores, tal dinâmica é explicada pelo fato de se tratar de uma indústria relativamente recente, com elevado índice de exportação, submetida neste sentido, a pressões competitivas que a obrigam a manter padrões elevados de eficiência para garantir sua inserção no comércio internacional.

6.2 Potenciais técnicos de conservação de energia

Os potenciais técnicos de conservação de energia elétrica estão indicados na Tabela 9. Pode ser observado, nesta tabela, que o maior potencial está associado à etapa de fusão e redução da carga – 80% do total – em fornos elétricos. A Figura 9 ilustra a distribuição deste potencial entre as três etapas do processo produtivo analisadas neste trabalho.

O potencial técnico total de conservação de energia dos produtos aqui analisados, como porcentagem de seu consumo energético, é de 16,4%.

Tabela 9

Potencial técnico de conservação de energia elétrica na indústria de ferros-ligas no Brasil, em 2007

Setor	Processo	Potencial de conservação de energia (tEP)				Total por produto
		Energia elétrica				
		Força motriz	Refrigeração	Fornos elétricos	Iluminação	
Ferros-ligas	Preparação das matérias-primas	263	18	8.465	26	8.773
	Fusão e redução da carga	2.105	140	67.724	211	70.180
	Preparação do produto final	263	18	8.465	26	8.773

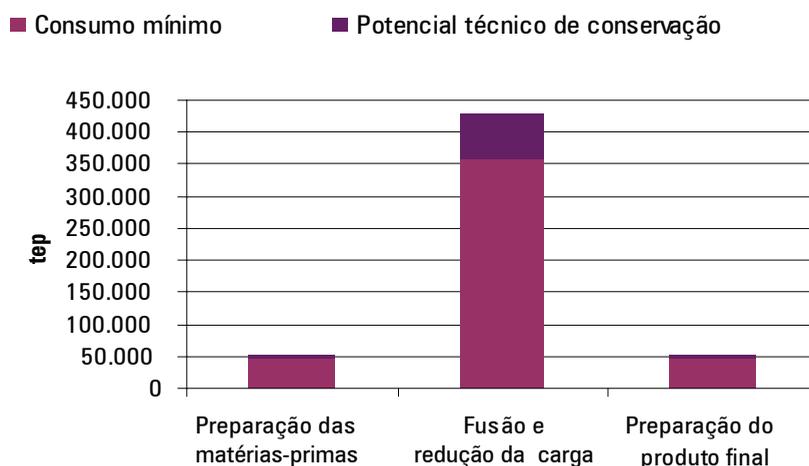


Gráfico 9

Potencial técnico de conservação de energia elétrica na indústria de ferros-ligas no Brasil, em 2007

6.3 Potencial de conservação de energia segundo o BEU

A base de dados do Balanço de Energia Útil (BEU) do MME – que constitui-se nos resultados da bibliografia oficial disponível no País e voltado ao cálculo e análise (mesmo que eventualmente sucinta) de potências setoriais de economia de energia – permite estimar um potencial técnico de conservação de energia para a indústria de ferros-ligas de 156.861 tep em 2007. Tal valor é maior que o encontrado neste relatório, que é de 87.725 tep, lembrando, no entanto, que o potencial calculado aqui é só de energia elétrica. A comparação entre esses resultados pode ser visualizada na Figura 10.

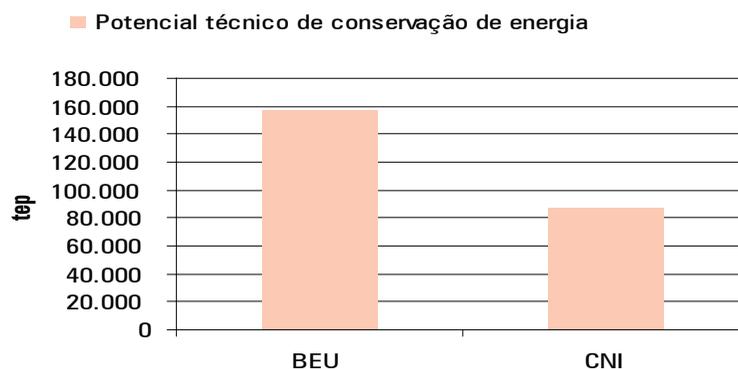


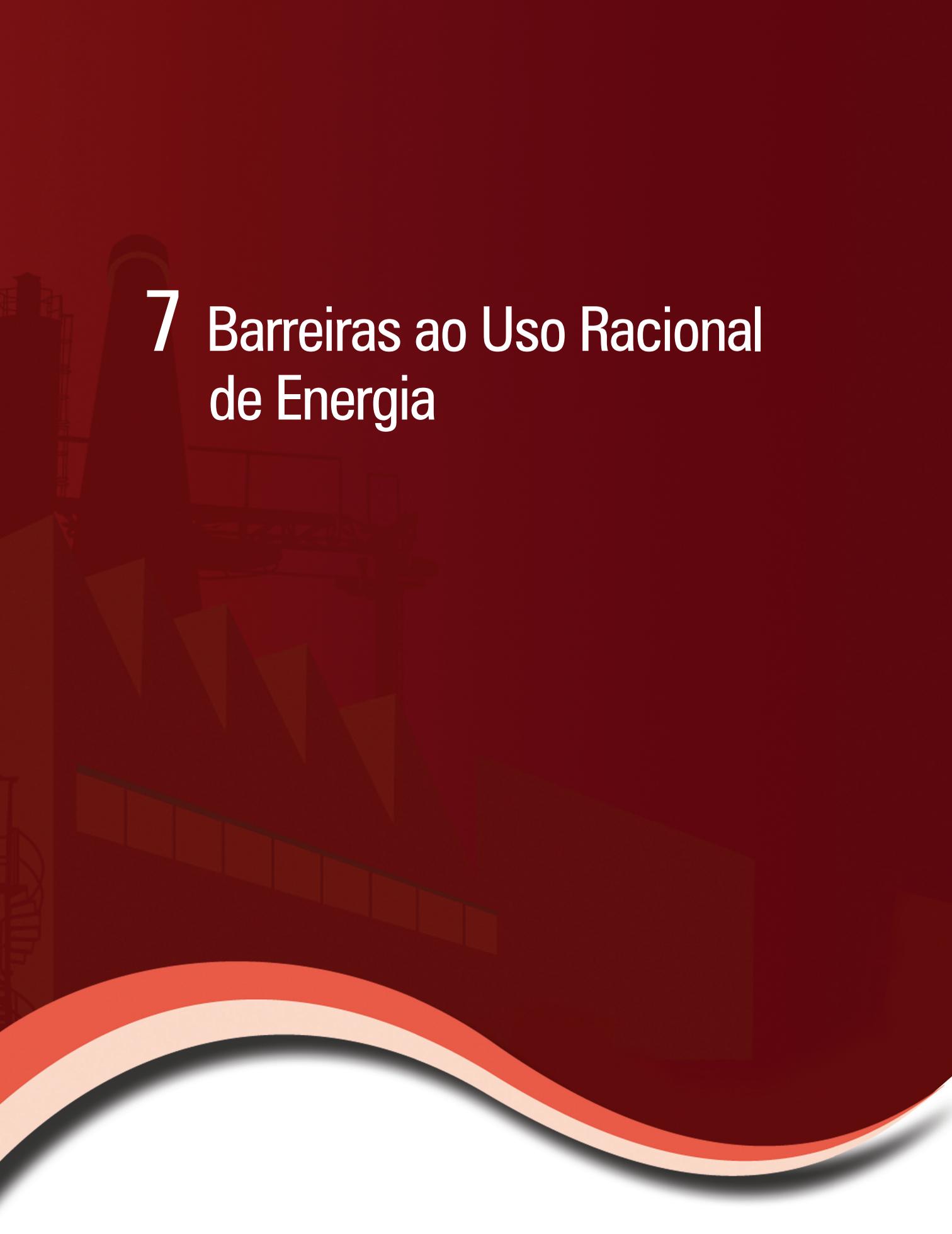
Gráfico 10

Comparação entre potenciais técnicos de conservação de energia na indústria de ferros-ligas no Brasil, em 2007

No transcorrer do presente estudo, chegou-se a calcular potencial de conservação de energia térmica do setor de ferros-ligas. Notou-se, porém, que tal potencial era virtualmente desprezível quando comparado ao potencial de conservação de energia elétrica. Nesse contexto, julgou-se ser mais coerente apresentar e analisar tão somente o caso da eficiência no uso da energia elétrica (ou o potencial associado à conservação deste fundamental insumo para a industrial nacional de ferros-ligas).

Complementando a presente Seção 7, urge mencionar que, em 2006, a ABESCO divulgou um potencial de conservação de energia de 5% na fabricação de ferros-ligas no Brasil. Por outro lado, o último levantamento de dados de campo do Balanço de Energia Útil do Ministério de Minas e Energia, efetuado em 2004, permite estimar um potencial técnico de conservação de energia de 8,7% com a substituição dos equipamentos atualmente utilizados na fabricação de ferros-ligas no Brasil por modelos mais eficientes, disponíveis no mercado naquele ano (MME, 2005). Deste potencial 99,1% estavam localizados no uso final “aquecimento direto”.

7 Barreiras ao Uso Racional de Energia

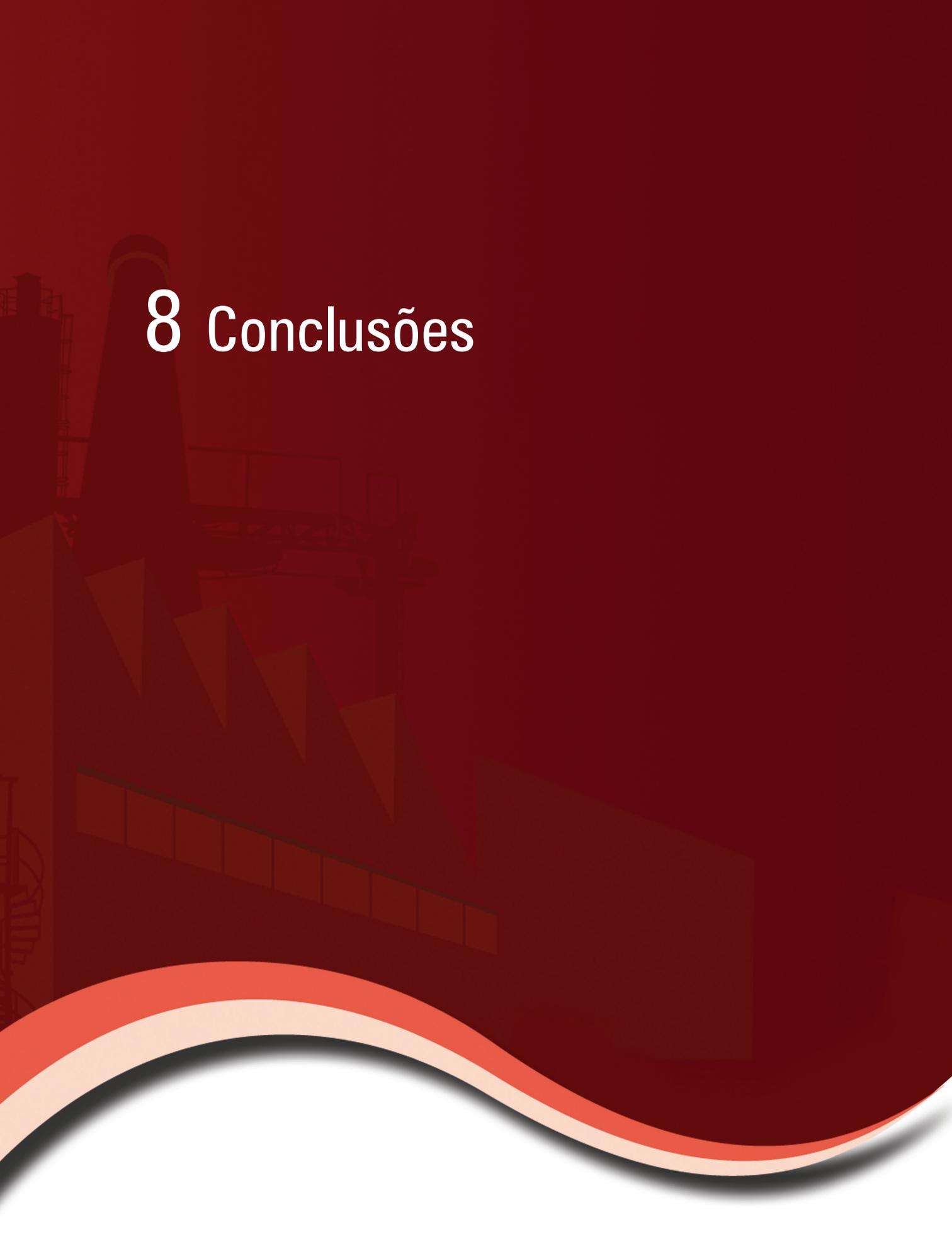


7 Barreiras ao uso racional de energia

Para o segmento industrial de produção de ferros-ligas, as barreiras ao uso racional de energia foram inicialmente identificadas no Caderno Técnico do Plano Nacional de Energia, recentemente elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2008) . Essas barreiras foram depois confrontadas com os comentários dos técnicos e dirigentes das indústrias visitadas. Os aspectos mencionados na publicação são apresentados a seguir; comentários do autor deste relatório foram introduzidos, quando pertinente:

- Estrutura legal pouco atrativa para cogeração ou produção de energia independente;
- Necessidade de treinamento de pessoal para identificar oportunidades de eficiência energética e para fazer a gestão dos projetos que se mostrarem viáveis;
- Indisponibilidade de determinadas tecnologias;
- Racionalização do uso de energia compete com outras prioridades de investimento.
- Elevados investimentos iniciais;
- Incertezas quanto aos preços de energia e altos custos iniciais dos investimentos devido aos impostos de importação;
- Restrições ao financiamento (específico para o setor de ferro-ligas).

8 Conclusões



8 Conclusões

Avanços na perspectiva de eficiência energética no âmbito do segmento industrial de ferros-ligas têm sido obtidos em fornos elétricos refletindo-se na densidade de potência, dada em kW/m² de parede de forno. Por exemplo, fornos a resistores utilizam novas ligas metálicas, podendo atingir maiores temperaturas, melhor controle a partir de melhores sensores e alimentação por tiristores, resistores não metálicos especiais, melhor domínio do mecanismo de troca de calor entre resistores e carga. Fornos de indução melhoraram seu desempenho com uso de osciladores estáticos de frequência a tiristor e conhecimento dos fenômenos eletromagnéticos e térmicos. Fornos a arco têm os fenômenos térmicos e elétricos do arco voltaico melhor conhecidos e com melhor controle, pela regulação eletrônica da posição dos eletrodos.

No segmento industrial de ferro-ligas, uma clara tendência é a crescente utilização de equipamentos ou práticas mais eficientes, tais como: fornos contínuos; melhor circulação do ar; isolamento mais eficiente; e carga melhor distribuída.

Além disso, pode-se também aumentar a eficiência energética no uso de fornos com melhoramento da isolamento, sistemas de controle mais ajustados, melhor aproveitamento do forno com planejamento e controle da produção (PCP) – carregamentos mais próximos da carga nominal, menores intervalos entre bateladas, e otimização do tempo no abrir e fechar portas.

Urge frisar que durante o desenvolvimento do presente estudo (considerando também, nesse contexto, a realização de visitas técnicas a empresas selecionadas atuantes na produção de ferros-ligas) constatou-se ser mais viável e efetivo começar um programa de eficiência no setor de ferro-ligas pela etapa de fusão e redução das cargas. Cabe mencionar que ações simples voltadas à eficiência energética de fornos industriais necessários a mencionada etapa, podem carrear importante benefício na perspectiva de conservação energética.

Em termos de barreiras para penetração de práticas ou programas voltados à eficiência energética no âmbito do setor nacional de produção ferros-ligas, cabe denotar que, por conta da forte conexão de tal segmento com o mercado internacional, há, de fato, todo um contexto crescentemente favorável para remoção das barreiras listadas na Seção 7 do presente relatório.

Em termos de energéticos demandados pelo setor, estima-se, para os próximos anos, aumento na participação do gás natural e da eletricidade (porém, de forma menos relevante que no caso do gás natural), e declínio (num primeiro momento, suave) do emprego de carvão vegetal e lenha. Tais estimativas, em boa medida, estão atreladas ao fato do setor de ferros-ligas no Brasil estar vivenciando processo de busca por eficiência energética, por redução dos custos associados aos energéticos requeridos e por produtos finais de melhor qualidade/pureza. E, pode-se dizer que tal processo guarda relação com o fato de o segmento industrial em foco ser tradicionalmente superavitário e marcantemente voltado ao mercado internacional. De fato, mesmo com a crise internacional em curso, a tendência é de aumento não desprezível nas exportações de ferros-ligas, em especial, aquelas de maior valor agregado (como as especiais).

No que se refere a se associar ganhos de eficiência energética com ganhos ambientais no caso do segmento industrial em análise, é oportuno mencionar o crescente aproveitamento econômico de resíduos sólidos gerados no processo de fabricação das ferros-ligas, incluindo a produção e comercialização de brita de escória, para a construção civil e asfalto a frio.

Macro Análise

A eficiência energética é, hoje, uma questão crucial para a Humanidade. Até com certa veemência, a ciência (como por exemplo, a ciência expressa nos substanciosos relatórios de avaliação publicados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*) tem apontado que o consumo cada vez maior de combustíveis fósseis causará enorme dano ao meio ambiente, riscos sem precedentes à mudança do clima, e esgotará rapidamente as reservas de petróleo. Nesse contexto, de fato, uma “revolução energética” é possível, desejável e oportuna de modo a contrapor esse quadro que se anuncia.

Sem dúvida, o uso eficiente da energia no setor industrial mostra-se atrativo nos aspectos ambientais, econômicos, sociais, estratégicos e comerciais. Observa-se, no entanto, que, no Brasil, os resultados dos programas e ações de conservação de energia aplicáveis ao setor em questão (e a todos os demais segmentos da economia nacional), de uma forma geral, têm sido tímidos. E, o curioso é que o racionamento de 2001 mostrou duramente que a energia (em especial, a que vem sob a forma de eletricidade) não é abundante e nem tem custo de oportunidade nulo, como têm mostrado os aumentos de tarifa.

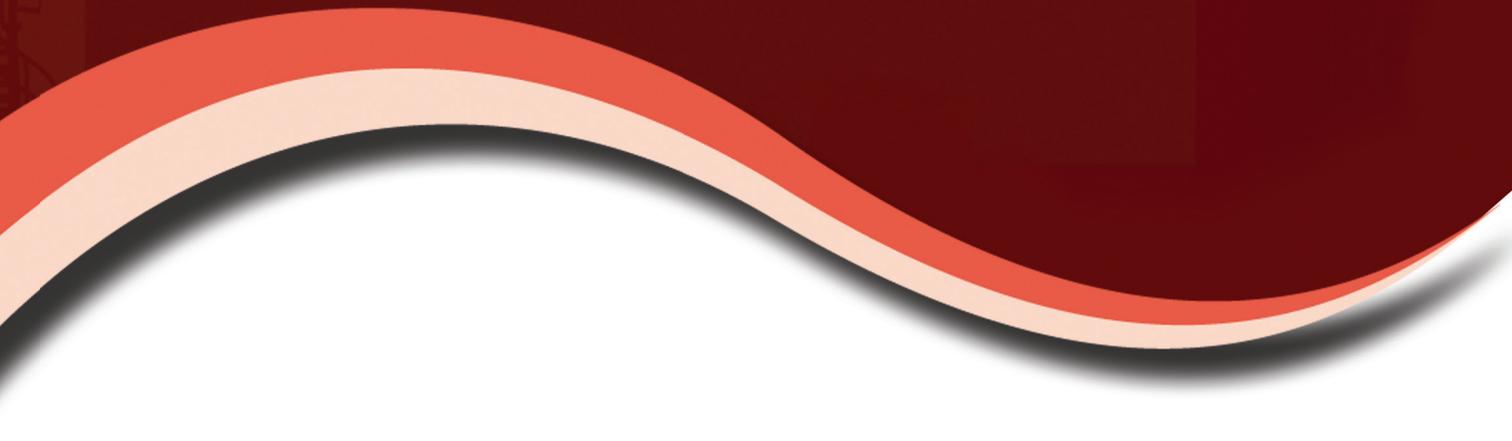
Fato é que os Programas de Eficiência Energética no Brasil não têm sido priorizados continuamente ao longo do tempo, haja vista a crise energética que se instalou no País em 2001. Pode-se dizer, em última instância, que isso ocorre por motivos políticos, institucionais, entre outros. A descontinuidade dos programas e metas denota que as prioridades não são institucionais ou nacionais e sim derivadas de projetos políticos conjunturais.

Porém, há evidentes sinais de que tal contexto está em processo de mutação. De fato, a indústria nacional já começa a ser dar conta dos benefícios inerentes à implementação de programas voltados à eficiência energética. E isto, efetivamente tem se traduzido em ações práticas indutoras de crescente conservação energética. Há de se ressaltar, porém, que pequenas (e mesmo boa parte das médias) empresas do segmento industrial, de modo geral, ainda estão à margem deste processo.

No sentido de disseminar tais programas ou as práticas mais efetivas e menos onerosas de eficiência energética adequadas para cada segmento industrial, o Governo (em especial, nas esferas federal e estadual) tende a desempenhar papel absolutamente relevante.

A própria crise internacional em curso, em certa medida, evidencia que o descaso com a implementação de práticas e/ou programas voltados à eficiência energética pode comprometer a própria sobrevivência de determinada empresa no competitivo mercado de produtos industriais. Por lado, a sociedade tem demonstrado crescente lucidez no que tange a preocupação com a redução de impactos ambientais gerados pelo setor produtivo – nesse contexto, como se sabe, a eficiência energética pode contribuir de forma decisiva (como, por exemplo, no que se refere a uma eventual maior penetração de combustíveis menos intensos em carbono).

Referências



REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Anuário estatístico**: indústria metalúrgica brasileira. Brasília, DF, 2006.

_____. **Anuário estatístico**: indústria metalúrgica brasileira. Brasília, DF, 2007.

_____. **Anuário estatístico**: indústria metalúrgica brasileira. Brasília, DF, 2008.

_____. **Balanco energético nacional 2007**. Brasília, DF, 2007.

_____. **Balanco de Energia Útil – BEU**: dados referentes ao ano de 2004. Brasília, DF, 2005.

COMPANHIA DE FERROS-LIGAS DA BAHIA (FERBASA). **Site**. Disponível em: <<http://www.ferbasa.com.br>>. Acesso em: set. 2008.

COMPANHIA DE FERROLIGAS MINAS GERAIS (Minasligas). **Site**. Disponível em: <<http://www.minasligas.com.br>>. Acesso em: out. 2008.

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE (CVRD). **Site**. Disponível em: <<http://www.crvd.com.br>>. Acesso em: maio 2008.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Caderno Técnico do Plano Nacional de Energia**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>.

EYRE, N. Barriers to energy efficiency: more than just market failure. **Energy & Environment**, v. 8, issue 1, 1997.

GOLOVE, W. H., ETO, J.H. **Market barriers to energy efficiency**: a critical reappraisal of the rationale for public policies to promote energy efficiency. [s.l.]: Lawrence Berkley National Laboratory, 1996.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Indicators for industrial energy efficiency and co2 emissions**: a technology perspective. Draft Version, 2007.

SCHREIBER, H. CDM and Energy Efficiency in Industry. In: WORKSHOP ON ASSESSING CARBON FINANCE. [s.l.]: The World Bank – Energy and Infrastructure Unit. February, 2007.

SORRELL, S., SCHLEICH, J., SCOTT, S. O'MALLEY, E., TRACE, F. BOEDE, U. Barriers to Energy Efficiency in Public and Private Organisations. **Report to EC**. 2000. Disponível em: <www.sussex.ac.uk/Units/spru/publications/reports/barriers/final.html>. Acesso em: dez. 2007.

TOLMASQUIM, M. T.; SZKLO, A. S. **A matriz energética brasileira na virada do milênio**. Rio de Janeiro: ENERGE, 2000.

VOTORANTIM METAIS. **Comunicação pessoal**. São Paulo, 2008.

UNITED NATIONAL DEVELOPMENT PROGRAMME. **World energy assessment**: energy and the challenge of sustainability. New York, 2000.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Unidade de Competitividade Industrial – COMPI

Wagner Cardoso
Gerente de Infraestrutura

Equipe Técnica

Francine Costa Vaurof
Rafaella Sales Dias
Rodrigo Sarmento Garcia

Produção Editorial

Núcleo de Editoração Eletrônica - CNI

SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC

Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND

Renata Lima
Normalização

Consultores

Alvaro Afonso Furtado Leite
Sérgio Bajay
Filipe Debonzi Gorla

Equipe Técnica

ELETOBRAS / PROCEL

PROCEL INDÚSTRIA

Alvaro Braga Alves Pinto
Bráulio Romano Motta
Carlos Aparecido Ferreira
Carlos Henrique Moya
Marcos Vinícius Pimentel Teixeira
Roberto Ricardo de Araujo Goes
Rodolfo do Lago Sobral

Colaboradores

George Alves Soares
Humberto Luiz de Oliveira
Marília Ribeiro Spera
Roberto Piffer
Vanda Alves dos Santos

Cristine Bombarda Guedes
Revisão Gramatical

Kelli Mondaini
Revisão Gráfica

CT Comunicação
Projeto Gráfico/Editoração



Ministério de
Minas e Energia

