OPORTUNIDADES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A INDÚSTRIA

RELATÓRIO SETORIAL

NÃO ENERGO-INTENSIVAS

BRASÍLIA – 2010

CNI Confederação Nacional da Indústria

PROCEL INDÚSTRIA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA INDUSTRIAL

Eletrobras

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

ELETROBRAS

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

NÃO ENERGO-INTENSIVAS

ALVARO AFONSO FURTADO LEITE
SERGIO VALDIR BAJAY
FILIPE DEBONZI GORLA

BRASÍLIA – 2010

CNI Confederação Nacional da Indústria
PROCEL INDÚSTRIA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA INDUSTRIAL
Eletrobras

© 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

Oportunidade de eficiência energética para a indústria: indústrias não energo-intensivas / Alvaro Afonso Furtado Leite, Sergio Valdir Bajay, Filipe Debonzi Gorla. – Brasília: CNI, 2010.

53 p.

ISBN 978-85-7957-004-9

1. Eficiência Energética 3. Indústrias não energo-intensivas I. Bajay, Sérgio Valdir II. Gorla, Filipe D. III. Título IV. Título: caracterização técnica, econômica, ambiental e energética das indústrias não energo-intensivas.

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 do consumo dos energéticos empregados pelos outros segmentos não energo-intensivo da indústria, exceto vidro e outros minerais não-metálicos, no período de 2001 a 2005, em mil tep **20**

Gráfico 2
Evolução, em %, de 2001 a 2005, das parcelas de mercado dos energéticos consumidos nas indústrias não energo-intensiva (exceto vidro e outros minerais não-metálicos) **20**

Gráfico 3
Distribuição dos energéticos consumidos pelos outros segmentos não energo-intensivos da indústria, exceto vidro e outros minerais não-metálicos, em 2005 **21**

Gráfico 4
Intensidades elétrica, de energia térmica e energética das indústrias não energo-intensivas brasileiras, exceto vidro e outros minerais não-metálicos, em tep/10^3 R$ de 2002, de 2001 a 2005 **21**

Gráfico 5
Distribuição, por usos finais, em %, do consumo energético total das indústrias não energo-intensivas brasileiras, em 2006, utilizando os coeficientes de destinação do BEU para 2004 **40**

Gráfico 6
Distribuição, por usos finais, em %, do consumo total de energia útil nas indústrias não energo-intensivas brasileiras utilizando os rendimentos de conversão convencionais do BEU 2005 **44**

Gráfico 7
Distribuição, por usos finais, em %, do consumo total de energia útil nas indústrias não energo-intensivas brasileiras utilizando os rendimentos de conversão convencionais do BEU 2005 **44**

Lista de Tabelas

Tabela 1
Classificação dos segmentos industriais adotada pela Receita Federal **14**

Tabela 2
Consumo total dos energéticos das indústrias não energo-intensiva, para o período de 2001 a 2006, em mil tep **18**

Tabela 3
Consumo total dos principais energéticos dos outros segmentos da indústria não energo-intensiva, exceto vidro e outros minerais não-metálicos, em 2005, em mil tep **19**

Tabela 4
Valor da transformação das indústrias não energo-intensiva brasileiras, no período de 2001 a 2005, em mil R$ constantes de 2002 **24**

Tabela 5
Número de empresas por segmento, no período de 2001 a 2005 **25**

Tabela 6
Consumo específico do segmento, GJ por número de empresas do segmento, no período de 2001 a 2005 **26**

Tabela 7
Número absoluto de pessoal ocupado, no período de 2001 a 2005 **27**

Tabela 8
Quociente entre o número de pessoas ocupadas e o número de empresas do segmento, no período de 2001 a 2005 **28**

Tabela 9
Gastos de pessoal, em mil Reais constantes de 2002, no período de 2001 a 2005 **29**

Tabela 10
Gastos médios com pessoal dos segmentos indicados, em mil Reais/ano **30**

Tabela 11
Valor bruto da produção industrial, em mil Reais constantes de 2002, no período de 2001 a 2005 **31**

Tabela 12
Produtividade do trabalho industrial, em mil Reais / empregado **32**

Tabela 13
Coeficientes de destinação do BEU para as indústrias não energo-intensivas brasileiras em 2004 **38**

Tabela 14
Distribuição, por usos finais, em mil tep, do consumo dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, em 2006, utilizando os coeficientes de destinação do BEU para 2004 **39**

Tabela 15
Rendimentos de conversão do BEU para indústrias não energo-intensivas brasileiras, em 2004 **41**

Tabela 16
Rendimentos de conversão de referência do BEU para indústrias não energo-intensivas brasileiras **41**

Tabela 17
Distribuição, por usos finais, em 10^3 tep, do consumo de energia útil dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, utilizando os rendimentos de conversão convencional do BEU 2005 **42**

Tabela 18
Distribuição, por usos finais, em 10^3 tep, do consumo de energia útil dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, utilizando os rendimentos de conversão de referencia do BEU 2005 **43**

Tabela 19
Distribuição, por usos finais, em 10^3 tep, da diferença absoluta do consumo de energia útil dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, utilizando os rendimentos de conversão convencional e de referencia do BEU 2005 **45**

Tabela 20
Distribuição, por usos finais, em 10^3 tep, da diferença relativa do consumo de energia útil dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, utilizando os rendimentos de conversão convencional e de referencia do BEU 2005 **46**

Lista de siglas e acrônimos

ANP: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

VUP: Valor Unitário da Produção

VA: Valor Adicionado ou Agregado

PIB: Produto Interno Bruto

PF: Produção Física

BEN: Balanço Energético Nacional

BEU: Balanço de Energia Útil

GLP: Gás Liquefeito de Petróleo

tep: Tonelada Equivalente de Petróleo

Sumário

1 CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA **13**

2 CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA **17**

3 CARACTERIZAÇÃO ECONÔMICA **23**

4 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL **33**

5 METODOLOGIA DE CÁLCULO DO POTENCIAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA **35**

6 POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA **37**

7 BARREIRAS AO USO RACIONAL DE ENERGIA **47**

8 CONCLUSÕES **49**

REFERÊNCIAS **51**

1 Caracterização Técnica

1 Caracterização Técnica

Para caracterizar os segmentos industriais não energo-intensivos deve-se inicialmente classificá-los. No entanto sua classificação não é trivial, pois existem várias formas e denominações destes setores industriais. Neste trabalho, para a seleção dos não energo-intensivos, chamados Outros Segmentos Industriais, será adotada a mesma classificação utilizada pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE, empresa responsável pela elaboração do Balanço Energético Nacional – BEN. A EPE utiliza no BEN, o Código de Atividade da Receita Federal (portarias nº 90, de 28 de agosto de 1989, e no 962, de 29 de dezembro de 1987 – DOU de 31/12/1987 – Seção 1 – pg. 23058), conforme relação apresentada na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1
Classificação dos segmentos industriais adotada pela Receita Federal

CÓDIGO DA RECEITA FEDERAL	SEGMENTO
10.	Indústria de Produtos de Minerais Não-Metálicos
12.	Indústria Mecânica
13.	Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicação
14.	Indústria de Material de Transporte
15.	Indústria de Madeira
16.	Indústria do Mobiliário
18.	Indústria de Borracha
19.	Indústria de Couros, Peles e Assemelhados
21.	Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários
23.	Indústria de Produtos de Matérias Plásticas
25.	Indústria do Vestuário, Artefatos de Tecidos e de Viagem
28.	Indústria de Fumo
29.	Indústria Editorial e Gráfica
30.	Indústrias Diversas
31.	Indústria de Calçado
33.	Indústria da Construção

Observando a lista acima, verifica-se que estes ramos de atividade industrial, possuem, na sua maioria, processos descontínuos, ou seja, processos com etapas distintas de produção. Este modo de fabricação é conhecido como processo em Célula de Produção. A Célula de Produção caracteriza-se como uma forma de organização que produz uma determinada parte do produto final, mas com uma forte integração entre células. Esta integração é a forma de alcançar um objetivo, um produto final. A integração deve acontecer não só entre as diversas máquinas, mas também entre os operadores envolvidos diretamente com os postos produtivos e deles com os postos de apoio direto e indireto (por exemplo, almoxarifados). Este tipo de organização é conhecido também como Ilhas de Produção, cada uma com suas próprias características.

O sistema de produção em Células de Produção tem como princípio aliar flexibilidade, agilidade, custo e qualidade. No entanto, não há uma definição perfeita sobre célula de produção, ou seja, existem muitas

variações teórico-práticas adotadas. Segundo Zilbovicius (1998), não existe uma padronização dos processos, pois cada País, conforme seu contexto sócio, político e econômico destaca um uso dos seus fatores de produção (capital, trabalho e matéria-prima). No caso do Brasil, certamente a agilidade e a qualidade chegaram de forma tardia. O nosso modelo de desenvolvimento industrial e de substituição de importações não terminou seu ciclo de forma coerente para nos igualarmos aos Tigres Asiáticos, ou seja, há uma descontinuidade produtiva, intensa e desorganizada por setores de atividades. O caso Coreano é um exemplo, pois, na década de 1970, houve um forte incentivo a produção de Bens Duráveis e principalmente de Capitais, como no caso da indústria de Eletro-Eletrônica (LOPES, 2004).

Com base neste conceito de produção, alguns estudiosos desenvolveram outros sistemas de produção, com outros nomes. Em alguns deles são enfatizados a redução do estoque intermediário, outros o balanceamento, outros o layout, mas a essência, os princípios que norteiam as ações, são todos do conceito de Células de Produção.

2 Caracterização Energética

2 Caracterização Energética

Em termos energéticos, dos segmentos não energo-intensivos, deve-se dar especial atenção à indústria dos Minerais Não-Metálicos (que inclui, entre outras, a indústria do vidro e de outros minerais não metálicos), pois, no escopo geral deste trabalho, dedicam-se capítulos especiais a estes segmentos. Portanto será necessário extrair do consumo energético do "Outros" do Balanço Energético Nacional - BEN, o consumo destes segmentos.

A Tabela 2 apresenta o consumo total dos energéticos dos "outros segmentos industriais", em mil tep, para o período de 2001 a 2006, conforme o BEN de 2007, ano base de 2006.

Tabela 2
Consumo total dos energéticos das indústrias não energo-intensiva, para o período de 2001 a 2006, em mil tep

ENERGÉTICO	2001	2002	2003	2004	2005	2006
GÁS NATURAL	671	813	854	947	984	1.063
CARVÃO VAPOR	67	51	45	70	62	63
CARVÃO METALÚRGICO	62	44	64	52	48	76
LENHA	553	531	676	723	703	724
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	0	0	0	0	1	0
ENERGIA PRIMÁRIA TOTAL	1.354	1.440	1.638	1.792	1.797	1.925
ÓLEO DIESEL	126	139	129	129	113	116
ÓLEO COMBUSTIVEL	681	784	339	324	358	226
GLP	153	144	145	159	148	171
QUEROSENE	5	5	5	6	5	3
COQUE DE CARVÃO MINERAL	0	0	0	0	0	3
ELETRICIDADE	2.491	2.589	2.703	2.939	3.056	3.267
CARVÃO VEGETAL	6	7	9	10	10	10
OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	362	203	378	348	379	396
ENERGIA SECUNDÁRIA TOTAL	3.825	3.872	3.707	3.915	4.069	4.193
TOTAL	**5.179**	**5.311**	**5.346**	**5.707**	**5.866**	**6.118**

Fonte: BEN 2007

A Tabela 3 apresenta o consumo total dos energéticos dos outros segmentos industriais, em mil tep, para o ano de 2005, conforme o BEN de 2006, subtraindo-se o consumo da indústria do vidro e outros minerais não-metálicos. O fato do ano final da série ser 2005 é porque os dados da indústria do vidro só vão até este ano.

Tabela 3
Consumo total dos principais energéticos dos outros segmentos da indústria não energo-intensiva, exceto vidro e outros minerais não-metálicos, em 2005, em mil tep

ENERGÉTICO	2001	2002	2003	2004	2005	%
GÁS NATURAL	357	456	241	346	319	6,29%
CARVÃO VAPOR	67	51	45	70	62	1,22%
CARVÃO METALÚRGICO	62	44	64	52	48	0,94%
LENHA	553	531	676	723	703	13,84%
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	0	0	0	0	1	0,02%
ENERGIA PRIMÁRIA TOTAL	1039	1082	1026	1191	1133	22,31%
ÓLEO DIESEL	126	139	129	129	113	2,22%
ÓLEO COMBUSTIVEL	556	669	267	254	294	5,78%
GLP	135	129	134	150	140	2,75%
QUEROSENE	5	5	5	6	5	0,10%
ELETRICIDADE	2446	2545	2657	2888	3006	59,17%
CARVÃO VEGETAL	6	7	9	10	10	0,20%
OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	362	203	378	348	379	7,46%
ENERGIA SECUNDÁRIA TOTAL	3636	3697	3580	3785	3946	77,69%
TOTAL	**4674**	**4779**	**4606**	**4977**	**5080**	**100,00%**

Fonte: Elaboração própria, baseado em dados do BEN 2006

É interessante observar na Tabela 2, a grande penetração do GN nestes segmentos industriais. No entanto, ao extrair o consumo deste energético da indústria do vidro, da matriz total das indústrias não energo-intensiva (Tabela 3), observa-se que este se mantém praticamente constante. Portanto, a indústria do vidro foi o principal responsável pelo aumento do consumo do GN.

O Gráfico 1 apresenta a evolução, no período de 2001 a 2005, dos nove principais energéticos consumidos pelos outros segmentos não energo-intensivos.

A eletricidade, por ter um consumo muito superior aos demais, ficou representado no eixo da direita do gráfico da figura, os demais energéticos estão representados no eixo da esquerda.

Chama a atenção nesta figura a grande queda sofrida no período no consumo de óleo combustível que, conforme pode se observado, provavelmente foi substituído pelo gás natural e a lenha. A eletricidade, energético de maior consumo nestes segmentos, apresentou no período, comportamento de alta superior ao da taxa de crescimento do total do consumo destes setores, ou seja, 22,69% de crescimento do consumo da energia elétrica contra 12,90% para o consumo total dos segmentos.

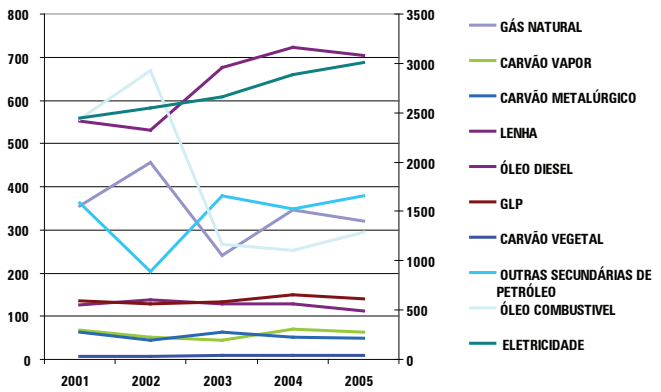


Gráfico 1

Evolução do consumo dos energéticos empregados pelos outros segmentos não energo-intensivo da indústria, exceto vidro e outros minerais não-metálicos, no período de 2001 a 2005, em mil tep

O Gráfico 2 apresenta a evolução, em %, de 2001 a 2005, das parcelas de mercado dos energéticos consumidos nas indústrias não energo-intensivas (exceto vidro).

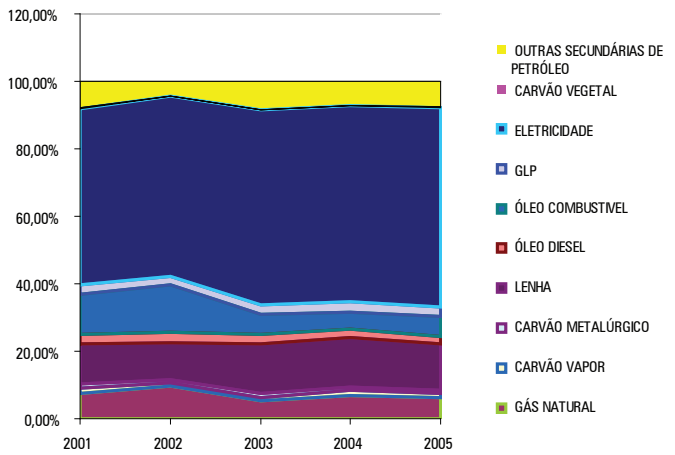


Gráfico 2

Evolução, em %, de 2001 a 2005, das parcelas de mercado dos energéticos consumidos nas indústrias não energo-intensiva (exceto vidro e outros minerais não-metálicos

O Gráfico 3 apresenta a distribuição relativa dos energéticos consumidos pelos segmentos não energo intensivos da indústria de transformação, exceto vidro e outros minerais não-metálicos, em 2005. Observa-se na figura que a eletricidade é o energético mais consumido, com 59,18%, seguido pela lenha, com 13,84%, outras secundárias do petróleo, com 7,46% e GN, com 6,29%.

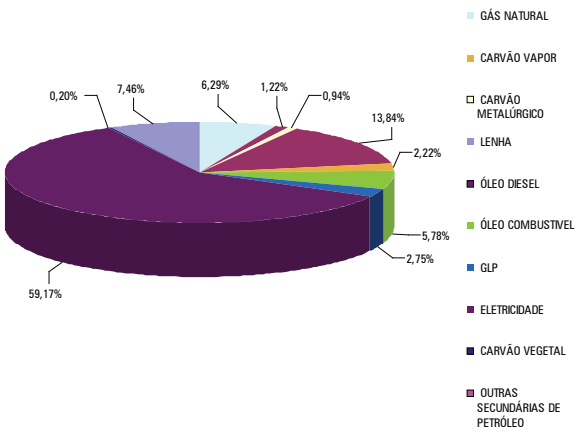


Gráfico 3

Distribuição dos energéticos consumidos pelos outros segmentos não energo-intensivos da indústria, exceto vidro e outros minerais não-metálicos, em 2005

2.1 Intensidade Energética das Indústrias Não Energo-Intensivo

O Gráfico 4 ilustra a evolução, de 2001 a 2005, das intensidades elétrica, de energia térmica e energética da outros segmentos não energo-intensivos da indústria. É possível observar nesta figura, que as intensidades elétrica, de energia térmica e energética, vêm caindo ao longo do período, o que pode indicar um aumento da eficiência energética na produção destes setores.

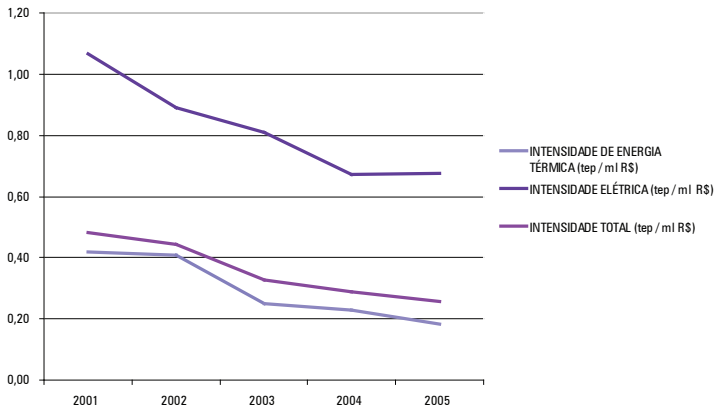


Gráfico 4

Intensidades elétrica, de energia térmica e energética das indústrias não energo-intensivas brasileiras, exceto vidro e outros minerais não-metálicos, em tep/10^3 R$ de 2002, de 2001 a 2005

3 Caracterização Econômica

3 Caracterização Econômica

A Tabela 4 apresenta o valor da transformação dos segmentos classificados como outras indústrias no BEN, ou seja, as indústrias não energo-intensiva brasileiras. O valor de transformação é o valor agregado bruto ou valor adicionado ao produto, que denota o valor bruto da produção menos os insumos.

Tabela 4
Valor da transformação das indústrias não energo-intensiva brasileiras, no período de 2001 a 2005

	2001	2002	2003	2004	2005
Indústria de Produtos de Minerais Não-Metálicos	2.595.394	3.199.096	4.428.797	5.411.601	6.044.001
Indústria Mecânica	28.668.388	34.715.055	44.159.382	57.821.651	65.459.554
Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicação	26.786.008	31.642.834	34.186.393	45.569.990	51.417.319
Indústria de Material de Transporte	24.219.737	32.833.981	47.427.521	64.305.986	67.984.392
Indústria de Madeira	3.311.201	4.721.574	7.607.058	9.728.581	9.479.549
Indústria do Mobiliário	3.244.473	3.982.302	4.809.207	5.724.812	6.458.230
Indústria de Borracha	2.652.468	3.730.360	7.623.009	7.272.306	8.064.980
Indústria de Couros, Peles e Assemelhados	5.451.680	7.062.964	9.491.256	11.464.182	10.589.429
Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários	6.684.257	8.761.501	11.486.052	13.910.293	17.839.342
Indústria de Produtos de Matérias Plásticas	5.682.828	7.078.186	10.092.100	12.703.925	15.350.794
Indústria do Vestuário, Artefatos de Tecidos e de Viagem	4.445.341	4.968.371	6.298.299	7.639.141	9.330.545
Indústria de Fumo	2.291.095	2.855.563	3.279.959	4.301.208	4.456.596
Indústria Editorial e Gráfica	9.696.638	10.799.195	14.141.066	17.336.141	19.758.221
Indústrias Diversas	2.013.085	2.442.485	3.226.006	3.990.368	4.668.757
Indústria de Calçado	4.289.577	5.503.051	7.526.888	8.976.084	8.126.817
TOTAL	**132.032.168**	**164.296.518**	**215.782.991**	**276.156.270**	**305.028.527**

Fonte: IBGE

* Valores de referência - ano 2002

A Tabela 5 apresenta o número de empresas por segmento, no período de 2001 a 2005. Com este dado será criado um indicador obtido do quociente entre o número de empresas e o consumo energético, chamado de Consumo Específico do Segmento. Este indicador foi criado com a intenção de substituir o consumo específico propriamente dito, pois não foi possível obter dados homogêneos da produção destes segmentos.

Tabela 5
Número de empresas por segmento, no período de 2001 a 2005

BEN	SEGMENTOS	2001	2002	2003	2004	2005
10.	Indústria de Produtos de Minerais Não-Metálicos	6.161	6.124	6.628	6.829	6.704
12.	Indústria Mecânica	19127	20614	21167	22739	23856
13.	Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicação	7.559	8.548	8.401	8.807	8.512
14.	Indústria de Material de Transporte	3909	4372	4454	4580	4767
15.	Indústria de Madeira	7.968	8.004	8.049	8.286	8.065
16.	Indústria do Mobiliário	8.161	8.335	8.542	8.183	8.959
18.	Indústria de Borracha	1.505	1.499	1.540	1.622	1.718
19.	Indústria de Couros, Peles e Assemelhados	5.733	6.177	5.908	6.372	6.708
21.	Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários	779	799	847	814	823
23.	Indústria de Produtos de Matérias Plásticas	4.933	5.223	5.545	5.789	5.802
25.	Indústria do Vestuário, Artefatos de Tecidos e de Viagem	18.127	18.614	19.214	19.262	19.530
28.	Indústria de Fumo	83	87	87	89	91
29.	Indústria Editorial e Gráfica	7.248	7.728	7.836	8.435	8.543
30.	Indústrias Diversas	3.465	3.341	4.148	4.219	4.184
31.	Indústria de Calçado	3.947	4.065	4.196	4.521	4.823
	TOTAL	**98.705**	**103.530**	**106.562**	**110.547**	**113.085**

Fonte: IBGE

A Tabela 6 apresenta o consumo específico por segmento, no período de 2001 a 2005. Observa-se que os valores da tabela oscilam durante o período, com alguns segmentos apresentando tendência de crescimento e outros de baixa. A indústria de fumo se destaca com o maior consumo específico entre os demais, inclusive apresentando tendência de crescimento no período, indo de 18.802, em 2001, para 22.117 GJ/empresa, em 2005. No entanto, esta variação no consumo específico não pode ser considerada como uma perda da eficiência dos processos produtivos, pois não foi analisado o volume de produção e o porte das plantas industriais.

Tabela 6
Consumo específico do segmento, GJ por número de empresas do segmento, no período de 2001 a 2005

BEN	SEGMENTOS	2001	2002	2003	2004	2005
10.	Indústria de Produtos de Minerais Não-Metálicos	1.952	1.787	1.986	2.037	2.180
12.	Indústria Mecânica	2.018	1.972	1.663	1.793	1.819
13.	Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicação	3.697	3.118	2.653	2.848	3.040
14.	Indústria de Material de Transporte	8.324	8.398	8.865	9.492	9.164
15.	Indústria de Madeira	1.913	2.042	2.450	2.354	2.436
16.	Indústria do Mobiliário	641	715	613	705	680
18.	Indústria de Borracha	6.783	6.742	8.544	6.246	6.075
19.	Indústria de Couros, Peles e Assemelhados	1.498	1.399	1.413	1.447	1.196
21.	Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários	5.426	5.672	4.915	5.666	5.631
23.	Indústria de Produtos de Matérias Plásticas	5.003	4.660	4.461	4.602	4.686
25.	Indústria do Vestuário, Artefatos de Tecidos e de Viagem	327	305	295	277	325
28.	Indústria de Fumo	18.802	18.768	18.506	22.483	22.117
29.	Indústria Editorial e Gráfica	948	831	801	792	887
30.	Indústrias Diversas	1.069	1.164	826	989	1.112
31.	Indústria de Calçado	1.414	1.372	1.270	1.338	1.021
	Média	**2.056**	**2.010**	**1.950**	**2.020**	**2.026**

Fonte: Elaboração própria

Os segmentos de menores consumos específicos por segmento são a indústria de confecção, moveleira, gráfica e calçadista, com, respectivamente, 325, 680, 887 e 1.021 GJ por empresa. Por outro lado, sabe-se que estes são segmentos intensivos em mão-de-obra, porém, para verificar se existe uma correlação entre consumo de energia e emprego de mão-de-obra será calculado um indicador criado à partir do quociente entre o número de pessoas ocupadas por segmento.

A Tabela 7 apresenta a evolução do número absoluto de pessoas ocupadas nos segmentos sob estudo, no período de 2001 a 2005, na qual se verifica que, no total, estes segmentos aumentaram seu número absoluto de empregados, indo de 3823 milhões para 4347 milhões de pessoas ocupadas.

Tabela 7
Número absoluto de pessoal ocupado, no período de 2001 a 2005

BEN	SEGMENTOS	2001	2002	2003	2004	2005
10.	Indústria de Produtos de Minerais Não-Metálicos	116.405	141.590	128.095	124.058	129.576
12.	Indústria Mecânica	699.510	785.754	756.041	810.513	816.888
13.	Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicação	489.172	490.983	483.153	500.670	496.072
14.	Indústria de Material de Transporte	364.932	376.689	459.703	472.956	496.548
15.	Indústria de Madeira	207.322	212.052	247.381	253.486	234.718
16.	Indústria do Mobiliário	197.117	206.304	198.861	203.167	208.731
18.	Indústria de Borracha	71.320	70.021	98.983	79.721	85.978
19.	Indústria de Couros, Peles e Assemelhados	359.050	361.398	419.469	447.163	389.274
21.	Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários	89.168	84.131	91.774	95.434	90.518
23.	Indústria de Produtos de Matérias Plásticas	203.070	199.264	297.142	230.899	268.255
25.	Indústria do Vestuário, Artefatos de Tecidos e de Viagem	416.291	431.157	472.719	485.183	489.117
28.	Indústria de Fumo	25.556	23.882	25.020	27.783	28.954
29.	Indústria Editorial e Gráfica	201.605	189.735	205.484	195.436	193.679
30.	Indústrias Diversas	84.899	86.738	97.615	102.677	98.939
31.	Indústria de Calçado	298.201	297.038	352.625	376.091	320.403
	TOTAL	**3.823.618**	**3.956.736**	**4.334.065**	**4.405.237**	**4.347.650**

Fonte: IBGE

A Tabela 8 apresenta a intensidade de empregos por segmento, no período de 2001 a 2005, que é quociente entre o total de pessoas ocupadas pelo número total de empresas do segmento.

Tabela 8
Quociente entre o número de pessoas ocupadas e o número de empresas do segmento, no período de 2001 a 2005

BEN	SEGMENTOS	2001	2002	2003	2004	2005
10.	Indústria de Produtos de Minerais Não-Metálicos	18,89	23,12	19,33	18,17	19,33
12.	Indústria Mecânica	36,57	38,12	35,72	35,64	34,24
13.	Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicação	64,71	57,44	57,51	56,85	58,28
14.	Indústria de Material de Transporte	93,36	86,16	103,21	103,27	104,16
15.	Indústria de Madeira	26,02	26,49	30,73	30,59	29,10
16.	Indústria do Mobiliário	24,15	24,75	23,28	24,83	23,30
18.	Indústria de Borracha	47,39	46,71	64,27	49,15	50,05
19.	Indústria de Couros, Peles e Assemelhados	62,63	58,51	71,00	70,18	58,03
21.	Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários	114,46	105,30	108,35	117,24	109,99
23.	Indústria de Produtos de Matérias Plásticas	41,17	38,15	53,59	39,89	46,23
25.	Indústria do Vestuário, Artefatos de Tecidos e de Viagem	22,97	23,16	24,60	25,19	25,04
28.	Indústria de Fumo	307,90	274,51	287,59	312,17	318,18
29.	Indústria Editorial e Gráfica	27,82	24,55	26,22	23,17	22,67
30.	Indústrias Diversas	24,50	25,96	23,53	24,34	23,65
31.	Indústria de Calçado	75,55	73,07	84,04	83,19	66,43
	Média	38,74	38,22	40,67	39,85	38,45

Fonte: Elaboração própria

Existem algumas coincidências interessantes entre a intensidade energética por empresa e a intensidade de emprego. A indústria do fumo, farmacêutica e de materiais de transporte são as mais intensivas em energia e em emprego. Do outro lado, os segmentos de gráfica, móveis e confecções apresenta tanto baixa intensidade energética como de emprego. No entanto há segmentos em lados opostos, como o calçadista, com pouca intensidade energética e alta intensidade de emprego.

A Tabela 9 apresenta os valores gastos com pessoal, no período de 2001 a 2005. Com esta informação será possível determinar o salário médio destes ramos de atividades industriais.

Tabela 9
Gastos de pessoal, em mil Reais constantes de 2002, no período de 2001 a 2005

BEN	SEGMENTOS	2001	2002	2003	2004	2005
10.	Indústria de Produtos de Minerais Não-Metálicos	1.024.678	1.286.518	1.606.559	2.072.768	2.450.510
12.	Indústria Mecânica	4.851.140	5.949.760	8.597.134	10.784.646	13.475.715
13.	Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicação	10.705.151	12.071.041	14.263.925	17.502.367	20.799.230
14.	Indústria de Material de Transporte	9.461.723	11.577.969	17.475.084	20.758.376	25.139.762
15.	Indústria de Madeira	1.320.051	1.728.911	2.777.823	4.088.946	4.726.672
16.	Indústria do Mobiliário	1.356.341	1.704.471	2.699.400	3.326.457	3.737.802
18.	Indústria de Borracha	1.608.112	1.951.614	2.399.045	2.823.070	3.365.120
19.	Indústria de Couros, Peles e Assemelhados	1.274.364	1.583.200	3.047.697	2.628.560	3.162.755
21.	Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários	2.485.087	3.060.231	4.647.518	5.625.515	5.667.831
23.	Indústria de Produtos de Matérias Plásticas	3.012.753	3.593.172	4.614.056	5.474.816	6.701.048
25.	Indústria do Vestuário, Artefatos de Tecidos e de Viagem	2.454.187	2.931.900	3.866.752	4.691.773	5.801.975
28.	Indústria de Fumo	2.694.296	3.171.701	4.435.842	5.477.156	6.729.226
29.	Indústria Editorial e Gráfica	4.208.398	4.401.684	5.473.270	6.545.881	7.035.347
30.	Indústrias Diversas	908.686	1.105.696	1.449.763	1.919.234	2.108.053
31.	Indústria de Calçado	2.011.156	2.480.386	3.808.480	4.613.772	4.530.846
	TOTAL	**49.376.122**	**58.598.254**	**81.162.348**		

Fonte: Fundação SEADE

Observa-se na Tabela 10, que a indústria de fumo se destaca dos demais com um salário médio de 232,41 R$ mil/ano, em 2005, e, dos segmentos listados, é este que é o mais intensivo em mão-de-obra e é também o de maior consumo específico por indústria. No outro extremo, encontra-se a indústria de confecção, que tem os menores salários médios anuais, menor número de pessoas ocupadas por empresa e menor consumo específico por empresa.

Tabela 10
Gastos médios com pessoal dos segmentos indicados, em mil Reais/ano

BEN	SEGMENTOS	2001	2002	2003	2004	2005
10.	Indústria de Produtos de Minerais Não-Metálicos	8,80	9,09	12,54	16,71	18,91
12.	Indústria Mecânica	6,94	7,57	11,37	13,31	16,50
13.	Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicação	21,88	24,59	29,52	34,96	41,93
14.	Indústria de Material de Transporte	25,93	30,74	38,01	43,89	50,63
15.	Indústria de Madeira	6,37	8,15	11,23	16,13	20,14
16.	Indústria do Mobiliário	6,88	8,26	13,57	16,37	17,91
18.	Indústria de Borracha	22,55	27,87	24,24	35,41	39,14
19.	Indústria de Couros, Peles e Assemelhados	3,55	4,38	7,27	5,88	8,12
21.	Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários	27,87	36,37	50,64	58,95	62,62
23.	Indústria de Produtos de Matérias Plásticas	14,84	18,03	15,53	23,71	24,98
25.	Indústria do Vestuário, Artefatos de Tecidos e de Viagem	5,90	6,80	8,18	9,67	11,86
28.	Indústria de Fumo	105,43	132,81	177,29	197,14	232,41
29.	Indústria Editorial e Gráfica	20,87	23,20	26,64	33,49	36,32
30.	Indústrias Diversas	10,70	12,75	14,85	18,69	21,31
31.	Indústria de Calçado	6,74	8,35	10,80	12,27	14,14

Fonte: Elaboração própria

Uma outra importante relação econômica é o quociente entre o faturamento por número de empregos. Este indicador possibilita averiguar a produtividade do trabalho em termos da geração do faturamento por pessoa ocupada. Para tal, a Tabela 11 apresenta o Valor Bruto da Produção industrial, em mil reais, no período de 2001 a 2005, que será utilizado no denominador do indicador de produtividade do trabalho.

Tabela 11

Valor bruto da produção industrial, em mil Reais constantes de 2002, no período de 2001 a 2005

BEN	SEGMENTOS	2001	2002	2003	2004	2005
10.	Indústria de Produtos de Minerais Não-Metálicos	6.333.596	7.854.330	11.182.639	6.737.308	14.341.157
12.	Indústria Mecânica	63.007.247	76.352.588	103.504.407	136.114.215	161.491.290
13.	Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicação	61.414.697	72.171.814	87.469.340	121.367.466	138.362.003
14.	Indústria de Material de Transporte	66.608.934	85.576.697	130.228.652	182.070.758	208.299.581
15.	Indústria de Madeira	6.695.435	9.594.231	14.990.136	19.519.355	20.114.735
16.	Indústria do Mobiliário	8.153.129	9.818.380	12.608.988	15.181.185	17.280.397
18.	Indústria de Borracha	6.267.940	8.504.475	16.861.038	17.045.698	18.612.543
19.	Indústria de Couros, Peles e Assemelhados	13.650.954	17.713.093	25.828.883	29.860.442	27.219.467
21.	Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários	12.477.653	15.369.138	20.239.061	24.431.442	28.595.227
23.	Indústria de Produtos de Matérias Plásticas	15.697.297	18.519.790	28.209.723	35.196.837	42.086.422
25.	Indústria do Vestuário, Artefatos de Tecidos e de Viagem	9.729.711	10.989.223	13.839.226	16.891.160	22.124.252
28.	Indústria de Fumo	3.856.678	5.522.324	6.753.062	10.086.967	10.453.026
29.	Indústria Editorial e Gráfica	15.780.207	17.384.283	22.780.545	27.353.844	30.794.264
30.	Indústrias Diversas	3.761.561	4.414.014	5.942.291	7.153.580	8.222.269
31.	Indústria de Calçado	9.442.794	11.665.729	17.200.081	19.897.826	17.733.049

Fonte: Fundação SEADE

A Tabela 12 apresenta a produtividade do trabalho dos segmentos industriais listados, no período de 2001 a 2005, na qual é possível observar que a indústria de material de transporte é a de maior produtividade do trabalho, com 419,50 mil Reais/empregado, em 2005, seguido da indústria do fumo e da indústria farmacêutica, com 361,02 e 315,91 mil Reais/empregado, em 2005, respectivamente.

Tabela 12
Produtividade do trabalho industrial, em mil Reais / empregado

BEN	SEGMENTOS	2001	2002	2003	2004	2005
10.	Indústria de Produtos de Minerais Não-Metálicos	54,41	55,47	87,30	54,31	110,68
12.	Indústria Mecânica	90,07	97,17	136,90	167,94	197,69
13.	Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicação	125,55	146,99	181,04	242,41	278,92
14.	Indústria de Material de Transporte	182,52	227,18	283,29	384,96	419,50
15.	Indústria de Madeira	32,29	45,24	60,60	77,00	85,70
16.	Indústria do Mobiliário	41,36	47,59	63,41	74,72	82,79
18.	Indústria de Borracha	87,88	121,46	170,34	213,82	216,48
19.	Indústria de Couros, Peles e Assemelhados	38,02	49,01	61,58	66,78	69,92
21.	Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários	139,93	182,68	220,53	256,00	315,91
23.	Indústria de Produtos de Matérias Plásticas	77,30	92,94	94,94	152,43	156,89
25.	Indústria do Vestuário, Artefatos de Tecidos e de Viagem	23,37	25,49	29,28	34,81	45,23
28.	Indústria de Fumo	150,91	231,23	269,91	363,06	361,02
29.	Indústria Editorial e Gráfica	78,27	91,62	110,86	139,96	159,00
30.	Indústrias Diversas	44,31	50,89	60,87	69,67	83,10
31.	Indústria de Calçado	31,67	39,27	48,78	52,91	55,35
	TOTAL	79,21	93,88	119,43	151,84	133,38

Fonte: Elaboração Própria

4 Caracterização Ambiental

4 Caracterização Ambiental

Em geral, os segmentos industriais não energo-intensivos, utilizam processos que realizam pouca transformação, gerando pouco material particulado, como o SO_2, NOx, CO, NH_3, hidrocarbonetos, entre outros poluentes gerados na queima de combustíveis.

Dentre os segmentos não energo-intensivos, as indústrias que se dedicam ao tratamento de superfícies metálicas ou plásticas, são as que apresentam maiores emissões de particulados. Isto ocorre porque eles utilizam processos de galvanoplastia como método anti-corrosivo, tendo no cromo a principal fonte poluidora. O cromo tem como finalidade mais importante o recobrimento final das camadas de zinco e níquel, aumentando assim a resistência à corrosão, visto que este material é totalmente resistente às condições atmosféricas, o que dificulta sua dispersão.

O cromo tem vários graus de oxidação em solução, sendo mais comum os graus de Cr (III) e Cr (VI) e, às vezes, o Cr (II). O Cr (VI) é o mais prejudicial quanto aos impactos ambientais, sendo necessário adotar cuidados especiais tanto na manipulação durante o processo industrial, como no tratamento dos resíduos.

Para o tratamento do efluente gasoso são utilizados lavadores de gás, já para os resíduos líquidos, o processo deve ser realizado em estações de tratamento de efluentes. O tratamento deste efluente resulta na lama de cromo que deve ser destinada para um aterro industrial. Caso isto não ocorra, os impactos negativos são diversos porque este contaminante atinge o lençol freático ou mesmo reservatórios com muita facilidade. Se o resíduo é degradado no solo, o cromo permanece e pode ser absorvido pela vegetação.

O Cr (VI) é um carcinógeno humano reconhecido e muitos trabalhadores são expostos a este composto químico. A fumaça contendo este elemento químico causa uma variedade de doenças respiratórias, incluindo câncer, entre outros problemas por conta do contato com a pele, como dermatite alérgica, ulcerações na pele formando cicatrizes e até perfurações do septo nasal.

Além da galvanoplastia, outros processos poluentes são utilizados pelas indústrias não energo-intensivas que geram resíduos sólidos industriais. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - NBR 10.004, resíduos sólidos industriais são: "todos os resíduos no estado sólido ou semi-sólido, resultantes das atividades industriais, ficando incluídos nesta definição os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição. São classificados, quanto ao risco potencial ao meio ambiente e à saúde pública em função das suas características, para que tenham a manipulação e destinação final adequadas".

Os resíduos líquidos, provenientes das linhas de tratamento de superfícies, são constituídos por águas de lavagem das peças, pisos e purgas de equipamentos, como lavadores de gases. A caracterização dos efluentes líquidos fornece um bom perfil do potencial poluente das empresas não energo-intensivas.

Cuidados maiores devem ser tomados com as indústrias agrupadas neste estudo, pois se trata, na maioria dos casos, de empresas de pequeno ou médio porte, pulverizadas em todas as regiões, onde os cuidados ambientais podem ser colocados em segundo plano e, por isso, exigem atenção redobrada dos órgãos ambientais.

5 Metodologia de Cálculo do Potencial de Eficiência Energética

5 Metodologia de Cálculo do Potencial de Eficiência Energética

Os levantamentos realizados para a elaboração deste relatório mostraram que existe uma grande carência de informações dos segmentos industriais analisados neste relatório, por isso, os dados disponíveis foram tratados de uma forma agregada.

A metodologia de cálculo dos potenciais técnicos de conservação de energia dos segmentos não energo-intensivos se baseou nos potenciais de conservação indicados no modelo Balanço de Energia Útil – BEU, que utiliza o Modelo para a Avaliação do Potencial de Economia de Energia – MAPEE. Este modelo tem o objetivo de calcular a Energia Útil (EU), obtida do resultado do produto da Energia Final i, no setor de atividade j aplicada ao Uso Final k, designada por EUijk.

No caso deste estudo, as energias finais (i) são as consumidas pelos segmentos não energo-intensiva, apresentado na capítulo 2 deste relatório, os setores de atividade (j) são os setores não energo-intensivos, exceto vidro e outros minerais não-metálicos, e o uso final (k), são os mesmos apresentados pelo BEU, ou seja, força motriz, calor de processo, aquecimento direto, refrigeração, iluminação, eletro química e outras.

No entanto, para se obter a energia útil (EUijk) consumida por cada uso final (k), deve-se obter o coeficiente de destinação de cada uma das energias finais consumida pelos setores não energo-intensivo, ou seja, o coeficiente de destinação distribui o consumo de um determinado energético pelas várias formas de uso final a que este determinado energético se destina.

De posse dos coeficientes de destinação apresentados no Balanço de Energia Útil – BEU, o dos dados apresentados neste estudo referente ao consumo de energia destes segmentos industriais, obteve-se o potencial de conservação de energia conforme apresentado a seguir.

6 Potencial de Conservação de Energia

6 Potencial de Conservação de Energia

Nesta seção é apresentado uma estimativa do potencial de conservação de energia das indústrias dos segmentos não energo-intensivos, exceto vidro e outros minerais não-metálicos. Esta estimativa foi realizada com base na diferença da energia útil calculada para cada par energético/uso final, considerando o rendimento de conversão convencional e o rendimento de conversão de referencia, segundo dados do Balanço de Energia Útil – BEU, bem como os coeficientes de destinação dos energéticos consumidos por estes setores, distribuídos pelos usos finais.

O potencial de conservação de energia é apresentado de forma global, ou seja, um só potencial para todos os segmentos. Isto porque, tanto os dados de consumo energético, como os coeficientes de destinação e os rendimentos do BEU, são únicos para todos os segmentos aqui discutidos, portanto, não houve a possibilidade de determinar isoladamente para cada segmento do grupo de indústrias dos segmentos não energo-intensivo, o potencial de conservação.

A Tabela 13 apresenta os coeficientes de destinação apresentados no Balanço de Energia Útil – BEU, edição de 2005, para as indústrias não energo-intensivas brasileiras.

Tabela 13
Coeficientes de destinação do BEU para as indústrias não energo-intensivas brasileiras em 2004

ENERGIA FINAL	FORÇA MOTRIZ	CALOR DE PROCESSO	AQUECIMENTO DIRETO	REFRIGERAÇÃO	ILUMINAÇÃO	ELETRO QUÍMICA	OUTRAS	SOMA
GÁS NATURAL		0,496	0,504					1,000
CARVÃO VAPOR		0,920	0,080					1,000
CARVÃO METALÚRGICO			1,000					1,000
LENHA		0,501	0,499					1,000
BAGAÇO		1,000	0,000					1,000
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS		0,500	0,500					1,000
ÓLEO DIESEL	0,520	0,303	0,177					1,000
ÓLEO COMBUSTÍVEL		0,496	0,504					1,000
GASOLINA	1,000	0,000	0,000					1,000
GLP	0,146	0,219	0,634					1,000
QUEROSONE		0,176	0,824					1,000
GÁS DE CIDADE E COQUERIA		0,582	0,418					1,000
COQUE DE VARVÃO MINERAL		0,080	0,920					1,000

ENERGIA FINAL	FORÇA MOTRIZ	CALOR DE PROCESSO	AQUECIMENTO DIRETO	REFRIGERAÇÃO	ILUMINAÇÃO	ELETRO QUÍMICA	OUTRAS	SOMA
ELETRICIDADE	0,603	0,015	0,194	0,092	0,075		0,021	1,000
CARVÃO VEGETAL			1,000					1,000
ÁLCOOL	1,000							1,000
OUTRAS FONTES SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO		0,427	0,573					1,000
ALCATRÃO		0,500	0,500					1,000

Fonte: BEU, 2005

De posse do coeficiente de destinação apresentado na Tabela 13, efetuou-se a multiplicação deste coeficiente, pelo montante de energia consumida por cada energético dos setores não energo-intensivo (Tabela 3) e os resultados expostos na Tabela 14, onde se pode observar que, com exceção do uso final em eletro química, os setores não energo-intensivo apresentam consumo de energia em todos os demais usos finais apresentados pelo BEU.

Tabela 14

Distribuição, por usos finais, em mil tep, do consumo dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, em 2006, utilizando os coeficientes de destinação do BEU para 2004

ENERGIA FINAL	FORÇA MOTRIZ	CALOR DE PROCESSO	AQUECIMENTO DIRETO	REFRIGERAÇÃO	ILUMINAÇÃO	ELETRO QUÍMICA	OUTRAS	SOMA
GÁS NATURAL		158,22	160,77					319,00
CARVÃO VAPOR		57,04	4,96					62,00
CARVÃO METALÚRGICO			48,00					48,00
LENHA		352,20	350,80					703,00
BAGAÇO								
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS		0,50	0,5					1,00
ÓLEO DIESEL	58,76	34,24	20,00					113,00
ÓLEO COMBUSTÍVEL		145,82	148,18					294,00
GASOLINA								
GLP	20,44	30,66	88,76					140,00
QUEROSONE		0,88	4,12					5,00
GÁS DE CIDADE E COQUERIA								
COQUE DE VARVÃO MINERAL								
ELETRICIDADE	1812,62	45,09	583,16	276,55	225,45		63,13	3006,00
CARVÃO VEGETAL			10,00					10,00
ÁLCOOL								
OUTRAS FONTES SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO		161,83	217,17					379,00
TOTAL	**1891,82**	**986,49**	**1636,42**	**276,55**	**225,45**		**63,13**	**5080,00**

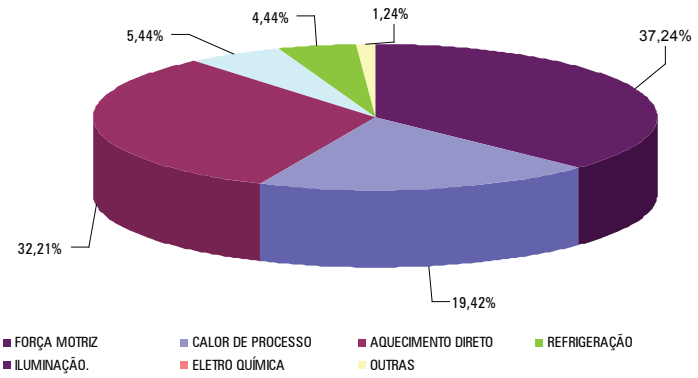
Fonte: BEU, 2005

Verificando a totalização dos consumos dos diversos energéticos utilizados pelos setores não energo-intensivo, apresentado na Tabela 14, contata-se que os maiores consumos se destinam a força motriz, com destaque ao uso de eletricidade para este fim.

O Gráfico 5 apresenta a distribuição relativa da totalização dos energéticos por uso final, que, conforme pode ser verificado, o uso dominante da energia nas indústrias não energo-intensivas brasileiras é a força eletro motriz, responsável por 37,24% do seu consumo energético total, seguido pelo aquecimento direto, com 32,21% do consumo total e calor de processo, com 19,42%.

Gráfico 5

Distribuição, por usos finais, em %, do consumo energético total das indústrias não energo-intensivas brasileiras, em 2006, utilizando os coeficientes de destinação do BEU para 2004



A Tabela 15 apresenta os rendimentos de conversão, indicados no BEU 2005, para cada par energético/uso final, nas indústrias não energo-intensivas brasileiras em 2005. Enquanto que, a

Tabela 16 apresenta os rendimentos de conversão de referência para os mesmos pares, correspondendo às tecnologias mais eficientes, sob o aspecto do consumo energético disponíveis no mercado. No BEU, utiliza-se estes rendimentos de referência para estimar potenciais de economia de energia (MME, 2005) nos diversos segmentos consumidores.

Tabela 15
Rendimentos de conversão do BEU para indústrias não energo-intensivas brasileiras, em 2004

FORMAS DE ENERGIA	COEFICIENTES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA						
	Força motriz	Calor de processo	Aquecimento direto	Refrigeração	Iluminação	Eletro química	Outras
GÁS NATURAL	0,330	0,720	0,520				
CARVÃO VAPOR		0,620					
CARVÃO METALÚRGICO							
LENHA		0,620	0,320				
PRODUTOS DA CANA		0,620	0,320				
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS		0,620	0,320				
ÓLEO DIESEL	0,430	0,720	0,520				
ÓLEO COMBUSTÍVEL		0,720	0,520				
GASOLINA	0,280						
GLP	0,280	0,720	0,520		0,002		
QUEROSENE	0,280	0,720	0,520		0,002		
GÁS DE CIDADE	0,330	0,720	0,520				
COQUE DE CARVÃO MINERAL							
ELETRICIDADE	0,750	0,940	0,550	0,600	0,240	0,570	1,000
CARVÃO VEGETAL		0,620	0,320				
ÁLCOOL ETÍLICO	0,340						
OUTRAS FONTES SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO		0,620	0,320				
ALCATRÃO							

Fonte: BEU, 2005

Tabela 16
Rendimentos de conversão de referência do BEU para indústrias não energo-intensivas brasileiras

FORMAS DE ENERGIA	COEFICIENTES DE EFICIÊNCIA DE REFERÊNCIA						
	Força motriz	Calor de processo	Aquecimento direto	Refrigeração	Iluminação	Eletro química	Outras
GÁS NATURAL	0,350	0,750	0,550				
CARVÃO VAPOR		0,650					
CARVÃO METALÚRGICO							
LENHA		0,650	0,350				
PRODUTOS DA CANA		0,650	0,350				
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS		0,650	0,350				
ÓLEO DIESEL	0,450	0,750	0,550				
ÓLEO COMBUSTÍVEL		0,750	0,550				
GASOLINA	0,300						
GLP	0,290	0,750	0,550		0,002		
QUEROSENE	0,300	0,750	0,550		0,002		
GÁS DE CIDADE	0,350	0,750	0,550				

FORMAS DE ENERGIA	COEFICIENTES DE EFICIÊNCIA DE REFERÊNCIA						
	Força motriz	Calor de processo	Aquecimento direto	Refrigeração	Iluminação	Eletro química	Outras
COQUE DE CARVÃO MINERAL							
ELETRICIDADE	0,830	0,950	0,550	0,700	0,280	0,590	1,000
CARVÃO VEGETAL		0,650	0,350				
ÁLCOOL ETÍLICO	0,350						
OUTRAS FONTES SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO		0,650	0,350				
ALCATRÃO							

Fonte: BEU, 2005

Aplicando as energias consumidas em cada par energético/uso final apresentado na Tabela 14, nos respectivos rendimentos de conversão padrão da Tabela 15 e também sobre os rendimentos de conversão de referência da Tabela 16, obtém-se os consumos de energia útil padrão e de referencia, apresentados, respectivamente, nas Tabela 17 e Tabela 18. Da diferença do consumo de energia útil calculado à partir dos rendimentos padrão e de referencia, para cada par energético/uso final, obtém-se o potencial de conservação de energia.

Tabela 17

Distribuição, por usos finais, em 10^3 tep, do consumo de energia útil dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, utilizando os rendimentos de conversão convencional do BEU 2005

FORMAS DE ENERGIA	DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ÚTIL CONVENCIONAL							
	Força motriz	Calor de processo	Aquecimento direto	Refrigeração	Iluminação	Eletro química	Outras	TOTAL
GÁS NATURAL	0,00	113,92	83,60	0,00	0,00	0,00	0,00	197,52
CARVÃO VAPOR	0,00	35,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,36
CARVÃO METALÚRGICO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LENHA	0,00	218,37	112,26	0,00	0,00	0,00	0,00	330,62
BAGAÇO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	0,00	0,31	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
ÓLEO DIESEL	25,27	24,65	10,40	0,00	0,00	0,00	0,00	60,32
ÓLEO COMBUSTÍVEL	0,00	104,99	77,05	0,00	0,00	0,00	0,00	182,04
GASOLINA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GLP	5,72	22,08	46,16	0,00	0,00	0,00	0,00	73,95
QUEROSONE	0,00	0,63	2,14	0,00	0,00	0,00	0,00	2,78
GÁS DE CIDADE E COQUERIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQUE DE VARVÃO MINERAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ELETRICIDADE		42,38	320,74	165,93	54,11	0,00	63,13	2005,75
CARVÃO VEGETAL	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	3,20
ÁLCOOL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OUTRAS FONTES SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	0,00	100,34	69,49	0,00	0,00	0,00	0,00	169,83
ALCATRÃO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		**663,04**	**725,20**	**165,93**	**54,11**	**0,00**	**63,13**	**3061,86**

Fonte: Elaboração própria, com base no BEU, 2005

Tabela 18
Distribuição, por usos finais, em 10^3 tep, do consumo de energia útil dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, utilizando os rendimentos de conversão de referencia do BEU 2005

FORMAS DE ENERGIA	DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ÚTIL DE REFERENCIA							
	Força motriz	Calor de processo	Aquecimento direto	Refrigeração	Iluminação	Eletro química	Outras	TOTAL
GÁS NATURAL	0,00	118,67	88,43	0,00	0,00	0,00	0,00	207,09
CARVÃO VAPOR	0,00	37,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,08
CARVÃO METALÚRGICO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LENHA	0,00	228,93	122,78	0,00	0,00	0,00	0,00	351,71
BAGAÇO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	0,00	0,33	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
ÓLEO DIESEL	26,44	25,68	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63,12
ÓLEO COMBUSTÍVEL	0,00	109,37	81,50	0,00	0,00	0,00	0,00	190,86
GASOLINA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GLP	5,93	23,00	48,82	0,00	0,00	0,00	0,00	77,74
QUEROSONE	0,00	0,66	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00	2,93
GÁS DE CIDADE E COQUERIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQUE DE VARVÃO MINERAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ELETRICIDADE	1504,47	42,84	320,74	193,59	63,13	0,00	63,13	2187,89
CARVÃO VEGETAL	0,00	0,00	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50
ÁLCOOL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OUTRAS FONTES SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	0,00	105,19	76,01	0,00	0,00	0,00	0,00	181,20
ALCATRÃO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	**1536,84**	**691,73**	**755,21**	**193,59**	**63,13**	**0,00**	**63,13**	**3303,62**

Fonte: Elaboração própria, com base no BEU, 2005

A distribuição percentual, por usos finais, aplicando os rendimentos convencionais do consumo total de energia útil nas indústrias não energo-intensivas brasileiras está representada no Gráfico 6. Comparando-se com o exposto na Gráfico 4, percebe-se uma maior participação, na , das categorias de força motriz e iluminação, devido às elevadas eficiências de conversão envolvidas. O Gráfico 7 apresenta a mesma distribuição só que aplicando os rendimentos de referência.

Gráfico 6

Distribuição, por usos finais, em %, do consumo total de energia útil nas indústrias não energo-intensivas brasileiras utilizando os rendimentos de conversão convencionais do BEU 2005

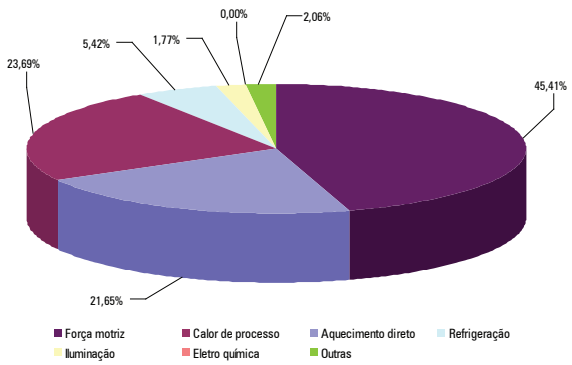
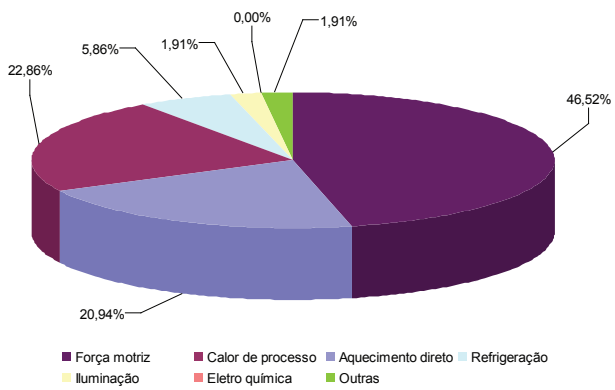


Gráfico 7

Distribuição, por usos finais, em %, do consumo total de energia útil nas indústrias não energo-intensivas brasileiras utilizando os rendimentos de conversão convencionais do BEU 2005



A Tabela 19 apresenta a distribuição, por usos finais, em 10^3 tep, da diferença do consumo de energia útil dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, utilizando os rendimentos de conversão convencional e de referencia do BEU 2005. Observa-se que, segundo os resultados obtidos, o Brasil tem um potencial de economia da ordem de 241 10^3 tep de potencial total de economia de energia , o que representa 7,9% do total da energia útil atualmente consumida.

Tabela 19

Distribuição, por usos finais, em 10^3 tep, da diferença absoluta do consumo de energia útil dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, utilizando os rendimentos de conversão convencional e de referencia do BEU 2005

FORMAS DE ENERGIA	DISTRIBUIÇÃO DA DIFERENÇA ENTRE A ENERGIA ÚTIL CONVENCIONAL E DE REFERÊNCIA							
	Força motriz	Calor de processo	Aquecimento direto	Refrigeração	Iluminação	Eletro química	Outras	TOTAL
GAS NATURAL	0,00	4,75	4,82	0,00	0,00	0,00	0,00	9,57
CARVÃO VAPOR	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71
LENHA	0,00	10,57	10,52	0,00	0,00	0,00	0,00	21,09
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
ÓLEO DIESEL	1,18	1,03	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	2,80
ÓLEO COMBUSTÍVEL	0,00	4,37	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00	8,82
GLP	0,20	0,92	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	3,79
QUEROSONE	0,00	0,03	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
ELETRICIDADE	145,01	0,45	0,00	27,66	9,02	0,00	0,00	182,13
CARVÃO VEGETAL	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
OUTRAS FONTES SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	0,00	4,85	6,52	0,00	0,00	0,00	0,00	11,37

Fonte: Elaboração própria, com base no BEU, 2005

A Tabela 20 apresenta a distribuição, por usos finais, em 10^3 tep, da diferença relativa do consumo de energia útil dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, utilizando os rendimentos de conversão convencional e de referencia do BEU 2005. Observa-se nesta tabela, que os maiores ganhos nos usos finais que utilizam-se da energia elétrica. No caso da força motriz, o ganho é de 10,67% e para iluminação e refrigeração, o ganho chega a 16,67%.

Tabela 20

Distribuição, por usos finais, em 10^3 tep, da diferença relativa do consumo de energia útil dos energéticos empregados nas indústrias não energo-intensivas brasileiras, utilizando os rendimentos de conversão convencional e de referencia do BEU 2005

FORMAS DE ENERGIA	DISTRIBUIÇÃO REALTIVA DA DIFERENÇA ENTRE A ENERGIA ÚTIL CONVENCIONAL E DE REFERÊNCIA						
	Força motriz	Calor de processo	Aquecimento direto	Refrigeração	Iluminação	Outras	TOTAL
GAS NATURAL		4,17%	5,77%				4,84%
CARVÃO VAPOR		4,84%					4,84%
LENHA		4,84%	9,37%				6,38%
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS		4,84%	9,37%				6,38%
ÓLEO DIESEL	4,65%	4,17%	5,77%				4,65%
ÓLEO COMBUSTÍVEL		4,17%	5,77%				4,84%
GLP	3,57%	4,17%	5,77%				5,12%
QUEROSONE		4,17%	5,77%				5,40%
ELETRICIDADE	10,67%	1,06%	0,00%	16,67%	16,67%	0,00%	9,08%
CARVÃO VEGETAL			9,37%				9,37%
OUTRAS FONTES SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO		4,84%	9,37%				6,69%
TOTAL	10,53%	4,33%	4,14%	16,67%	16,67%	0,00%	7,90%

Fonte: Elaboração própria, com base no BEU, 2005

7 Barreiras ao Uso Racional de Energia

7 Barreiras ao Uso Racional de Energia

Tradicionalmente, a principal barreira à implantação de ações de eficiência energética nos setores não energo-intensivos, está na falta de informação e capacitação. Grande parte das empresas destes segmentos não possuem informações sobre o assunto e, em geral, têm pouco ou nenhum conhecimento sobre os benefícios financeiros e ambientais que ações de eficiência energética podem prover (COENE; PROCEL, 2002).

Dentre os fatores que contribui para que esta situação perdure, está o fato de serem, na maioria dos casos, empresas de pequeno porte, com grande pulverização regional (com raras exceções existem pólos industriais destes setores) o que acarreta na falta de informação no assunto(consulta a sítio do IBGE, Disponível em: <www.ibge.gov.br>). Esta falta de informação faz com que inúmeras empresas releguem ao segundo plano possíveis ações de eficiência energética, por terem outras prioridades e também porque o foco delas está na produção (PROCEL, 2005).

Nestes segmentos, raramente são encontrados técnicos qualificados, capazes de difundir na empresa e conscientizar os funcionários sobre as vantagens de implementar ações em eficiência energética.

Outras empresas, de pequeno ou médio porte, que conhecem as opções tecnológicas e as vantagens de investir em eficiência energética, alegam dificuldades de financiamento. No entanto, novamente recai na falta de conhecimento sobre o assunto, pois, atualmente, existem recursos[1] disponíveis que viabilizam os projetos em eficiência energética, ou mesmo, é desconhecido a possibilidade de realizarem contratos de performance nos quais o risco do contrato é assumido por uma ESCO´s[2] .

[1] PROESCO é uma linha de crédito do BNDES para apoiar projetos de eficiência energética.
[2] Empresas especializadas em eficiência energética.

8 Conclusões

8 Conclusões

Caracterizar energeticamente os segmentos não energo-intensivos, ou seja, as outras indústrias do BEN, não é uma tarefa trivial. A maior dificuldade está no fato de empresa de diferentes atividades industriais serem agregados no setor não energo-intensivo, ou seja, apresentarem resultados agrupados no balanço energético.

Para contornar esta dificuldade foi desenvolvida e aplicada uma metodologia de cálculo do consumo energético destes segmentos que se baseou no consumo das indústrias não energo-intensiva apresentando pelo BEN, exceto vidro e outros minerais não-metálicos.

No entanto, uma ampla pesquisa de levantamento de dados energéticos do setor não energo-intensivo permitiria entender melhor o consumo das empresas que compõem o setor não energo-intensivo e propor medidas mais eficazes de racionalização de consumo. Em geral as empresas são geograficamente pulverizados e, algumas vezes, nem a própria empresa conhece seu perfil de consumo energético.

Da aplicação da metodologia de estimação do consumo energético destes segmentos, concluiu-se que as indústrias do segmento não energo-intensivo são predominantemente consumidores de energia elétrica, consumida, principalmente, em força motriz (acionamento de sistemas de esteiras transportadoras, bombeamento e iluminação). O consumo de energia elétrica para aquecimento direto é bastante representativo nos segmentos que utilizam fornos ou aquecimento direto para moldagem, como a indústria da borracha e plástico. No entanto, o aquecimento indireto, por meio de caldeiras, não é usual nestes ramos de atividade industrial.

Com relação a caracterização da produção, de uma maneira geral, concluiu-se que os segmentos estudados apresentam um modelo de produção em células, ou seja, são produzidos por etapas. Com isso, foi possível unificar a análise do modelo de produção em um só perfil, não sendo necessária a realização de uma análise individualizada por segmento.

Os dados econômicos utilizados no relatório foram obtidos, basicamente, do IBGE e da pesquisa de atividade industrial da Fundação SEADE do Estado de São Paulo. A maior dificuldade nesta caracterização foi localizar dados de volume de produção de todos os segmentos analisados, isto impediu a determinação do consumo específico dos segmentos. Esta situação foi contornada utilizando-se de um indicador resultante do consumo energético e número de empresas de cada setor.

Com relação à caracterização ambiental, constatou-se que o maior problema ambiental nestes segmentos está na indústria metal-mecânica, que utiliza processos de galvanoplastia por causa dos resíduos de cromo. Os demais segmentos analisados são, em geral, geradores de resíduos sólidos.

Os resultados obtidos do cálculo do potencial de conservação de energia para as indústrias não energo-intensiva, mostram que a energia elétrica tem um grande potencial de conservação, chegando na ordem de 17% do total da energia útil consumida. Considerando que, nestes segmentos, a energia elétrica é responsável por cerca de 60% do total da energia consumida, pode-se concluir que existe um potencial de eficientização de, aproximadamente, 10% de toda a energia consumida pelos segmentos não energo-intensivos do Brasil, considerando apenas a eficientização elétrica deste segmento.

Referências

REFERÊNCIAS

BAJAY, S. V. et al. **Análise e desenvolvimento de metodologia visando a implementação de projetos de eficiência energética na indústria**: caracterização energética dos setores industriais: relatório técnico do projeto versando sobre. Campinas, SP: Universidade de Campinas, 2008.

BAJAY, S. V.; CARVALHO, E. B.; FERREIRA, A. L. **Relatório técnico final**: parte ii: medidas de conservação de energia e modulação de carga, potenciais de conservação, banco de dados sobre consumo energético e cenário de desenvolvimento setorial com programas institucionais de conservação. Campinas, SP, 1998. 107 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Anuário estatístico**: setor de transformação de não metálicos. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Balanço de energia útil**. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: mar. 2008.

_____. **Balanço energético nacional 2007**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/ site/menu/seclect_main_menu_item.do?channelId=1432&pageId=4040>. Acesso em: dez. 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Balanço energético nacional 2007**. Brasília, 2007.

_____. **Balanço energético nacional 2008**. Brasília, 2008.

BROWN, H. L.; HAMEL, B. B.; HEDMAN, B. A. **energy analysis of 108 industrial processes**. Philadelphia: Fairmont, 1985.

CENTRO DE GESTÃO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Estudos prospectivos setoriais e temáticos**: módulo 4: setor: indústria extrativa mineral e minerais não-metálicos: nota técnica. Brasília, 2006.

COENE. **Levantamentos efetuados em campo para a realização do curso de especialização em eficiência energética**. Itajubá: PROCEL, 2002.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Worldwide trends in energy use and efficiency**. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2008.

LOPES, José Ricardo de Moraes. **Sistema de Gestão Ambiental Integrado-SGAI**: um modelo conceitual como fundamento da nova administração empresarial. Niterói: UFF,2004.184f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão)–Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2004.

PROCEL, Pesquisa de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano base 2005 – Classe industrial, Procel/ Eletrobras, Rio de janeiro, 2008.

TOLMASQUIM, M. T. e SZKLO, A. S., A Matriz Energética Brasileira na Virada do Milênio, ENERGE/ COPPE, Rio de Janeiro, 2000.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (DOE). Mining Industry Bandwidth Study. **Industrial technologies program**. Washington, 2007.

ZILBOVICIUS, M. **Modelo de produção e produção de modelos**. São Paulo, 1998.

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

Adriana Ribeiro
Produção Editorial

SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC

Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND

Renata Lima
Normalização

Consultores

Alvaro Afonso Furtado Leite
Sergio Valdir Bajay

Filipe Debonzi Gorla

Equipe Técnica
ELETROBRAS / 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

CNI
Confederação Nacional da Indústria

PROCEL
PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Eletrobras

Ministério de Minas e Energia

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL

ISBN 978-85-7957-004-9
9 788579 570049 >