OPORTUNIDADES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A INDÚSTRIA

RELATÓRIO SETORIAL

ALIMENTOS E BEBIDAS

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

ALIMENTOS E BEBIDAS

CARLOS ROBERTO ROCHA
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

R672o

Rocha, Carlos Roberto

Oportunidades de eficiência energética para a indústria: relatório setorial: alimentos e bebidas / Carlos Roberto Rocha, Sérgio Bajay, Filipe Debonzi Gorla. – Brasília: CNI, 2010.

58 p.

ISBN 978-85-7957-007-0

1. Eficiência Energética 2. Alimentos e Bebidas I. Bajay, Sérgio II. Gorla, Filipe Debonzi I. Título II. Título: setor de alimentos e bebidas

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
Faturamento da indústria de alimentos e de bebidas, de 2003 a 2006 **26**

Gráfico 2
Faturamento da indústria de alimentos e bebidas por segmento, de 2003 a 2006 **27**

Gráfico 3
Valor adicionado da indústria de alimentos e bebidas (bilhões R$) de 1995 a 2005 **28**

Gráfico 4
Participação percentual da indústria de alimentos e bebidas na formação do PIB, de 1995 a 2005 **29**

Gráfico 5
Relação entre investimentos, com recursos do BNDES, e valor adicionado na indústria de alimentos e bebidas, de 1998 a 2005 **30**

Gráfico 6
Evolução, de 1991 a 2006, dos empregos anuais gerados pela indústria de alimentos e bebidas no Brasil. Unidade: milhares de empregos em 31/12 **31**

Gráfico 7
Distribuição regional de estabelecimentos da indústria de alimentos e bebidas, por porte da empresa, em 2005 **32**

Gráfico 8
Distribuição regional percentual de estabelecimentos da indústria de alimentos e bebidas, por porte da empresa, em 2005 **32**

Gráfico 9
Participação das empresas da indústria de alimentos e bebidas, por porte das empresas, no valor da produção em 2003 **33**

Gráfico 10
Consumo, em mil tep, de 1970 a 2005, dos energéticos utilizados na indústria de alimentos e bebidas no Brasil **36**

Gráfico 11
Consumo em mil tep, de 1970 a 2005, dos energéticos utilizados na indústria de alimentos e bebidas no Brasil, excluindo-se a fabricação de açúcar **36**

Gráfico 12
Distribuição percentual do consumo final pelos energéticos utilizados na indústria de alimentos e bebidas em 2004, destacando-se a fabricação de açúcar **37**

Gráfico 13
Distribuição percentual do consumo energético total por usos finais na indústria de alimentos e bebidas em 2004, destacando-se a fabricação de açúcar **38**

Gráfico 14
Distribuição percentual, pelos energéticos envolvidos, do consumo de energia final da indústria de alimentos e bebidas, excluída a fabricação de açúcar, em calor de processo e em aquecimento direto em 2004 **39**

Gráfico 15
Consumos de energia, em mil tep, das cadeias produtivas da indústria de alimentos e bebidas nacional, excluída a fabricação de açúcar, em 2004 **45**

Gráfico 16
Participação percentual das cadeias produtivas no consumo final de energia da indústria de alimentos e bebidas nacional, excluída a fabricação de açúcar, em 2004 **45**

Gráfico 17
Distribuição percentual do consumo de energia elétrica da indústria de alimentos e bebidas nacional, excluída a fabricação de açúcar, pelas suas cadeias produtivas, em 2004 **45**

Gráfico 18
Consumos e potenciais de conservação de energia térmica, em tep, nas principais cadeias da indústria de alimentos e bebidas no Brasil em 2004 **52**

Gráfico 19
Consumos e potenciais de conservação de energia elétrica, em tep, nas principais cadeias da indústria de alimentos e bebidas no Brasil em 2004 **52**

Gráfico 20
Comparação entre os potenciais técnicos de conservação de energia na indústria de alimentos e bebidas em 2004, calculados usando a base de dados do BEU e segundo a metodologia adotada neste trabalho **52**

Lista de Tabelas

Tabela 1
Produção anual, em mil t, de 2000 a 2005, de produtos da indústria de alimentos e bebidas, agregados em segmentos homogêneos **17**

Tabela 2
Faturamento da indústria de alimentos e bebidas no Brasil, de 2003 a 2006 **26**

Tabela 3
Faturamento da indústria de alimentos por segmentos homogêneos, de 2003 a 2006 **27**

Tabela 4
Valor adicionado da indústria de alimentos e bebidas, em bilhões R$, de 1995 a 2005 **28**

Tabela 5
Valor adicionado da indústria de alimentos e bebidas dividido pelo PIB (x 100) de 2005, de 1995 a 2005 **28**

Tabela 6
Empréstimos do BNDES para investimentos da indústria de alimentos e bebidas no Brasil, (em milhões R$) de 2005, de 1998 a 2005 **29**

Tabela 7
Relação Investimento / valor adicionado, de 1998 a 2005 **30**

Tabela 8
Número de estabelecimentos formais na indústria da alimentação por porte (número de empregados), no Brasil, em 2005 **31**

Tabela 9
Consumo de energia final, de energia útil e rendimento de conversão, por energético, na indústria de alimentos e bebidas em 2004, destacando-se a fabricação de açúcar **37**

Tabela 10
Consumo de energia final, de energia útil e rendimento de conversão, por usos finais, na indústria de alimentos e bebidas em 2004, destacando-se a fabricação de açúcar **38**

Tabela 11
Distribuição, por usos finais, do consumo, em mil tep, dos energéticos utilizados na indústria de alimentos e bebidas, excluída a fabricação de açúcar, em 2004 **39**

Tabela 12
Distribuição, por usos finais, do consumo, em mil tep, dos energéticos utilizados na fabricação de açúcar, em 2004 **40**

Tabela 13
Consumos energéticos específicos, em MJ/t, de produtos da indústria de alimentos e bebidas, por usos finais **42**

Tabela 14
Consumo de matérias- primas em 2004, consumos específicos de eletricidade e calor, e consumos de energia elétrica e energia térmica em 2004, por cadeias produtivas: da indústria de alimentos e bebidas no Brasil, excluída a fabricação de açúcar. **44**

Tabela 15
Produção, consumos energéticos específicos e coeficientes de distribuição de energia das principais cadeias da indústria de alimentos e bebidas no Brasil em 2004 **49**

Tabela 16
Potenciais de conservação de energia nas principais cadeias da indústria de alimentos e bebidas no Brasil em 2004 **51**

Lista de siglas e acrônimos

ABIA: Associação Brasileira de Indústrias de Alimentos

IFC: International Finance Corporation - World Bank Group

BPF: Óleo combustível de Baixo Ponto de Fluidez

PIB: Produto Interno Bruto

BNDS: Banco Nacional de Desenvolvimento

PROCEL: Programa

ABESCO: Associação Brasileira de ESCO's

ESCO: Empresa de Serviço de Conservação de Energia

MME: Ministério de Minas e Energia

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

EPE: Empresa de Pesquisa Energética

FCOJ: "Frozen Concentrated Orange Juice" (Suco de Laranja Concentrado Congelado)

tep: Tonelada equivalente de petróleo

UHT: Ultra High Temperature (processo de esterilização)

PCH: Pequena central Hidréletrica

BEU: Balanço de Energia Útil (MME/EPE)

COV's: Compostos Orgânicos Voláteis

RAIS: Relação Anual de Informações Sociais

SEBRAE: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

Sumário

1 CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA **15**

2 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL **21**

2.1 Introdução **22**

2.2 Cadeia produtiva do leite e seus derivados **22**

2.3 Indústria de bebidas **23**

3 CARACTERIZAÇÃO ECONÔMICA **25**

3.1 Estatísticas macroeconômicas **26**

3.2 Empregos anuais **30**

3.3 Distribuição da produção de alimentos e bebidas por região e porte das empresas **31**

4 CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA **35**

4.1 Consumos de energia final e energia útil, e rendimentos de conversão por fonte de energia **36**

4.2 Distribuição do consumo energético por usos finais **38**

4.3 As operações maiores consumidoras de energia na indústria de alimentos e bebidas **40**

4.4 Consumos energéticos específicos dos principais produtos da indústria de alimentos e ebidas, por usos finais **41**

4.5 Consumos energéticos das cadeias produtivas da indústria de alimentos e bebidas, excluída a fabricação de açúcar **43**

4.6 Autoprodução de energia elétrica **46**

5 POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA **47**

5.1 Consumos específicos de energia térmica e eletricidade **48**

5.2 Potenciais técnicos de conservação de energia **48**

5.3 Potencial de conservação de energia segundo o BEU **49**

6 BARREIRAS AO USO RACIONAL DE ENERGIA **53**

7 CONCLUSÕES **55**

REFERÊNCIAS **57**

1 Caracterização Técnica

1 Caracterização Técnica

A indústria de alimentos é uma das principais indústrias de transformação do País; em termos de valor bruto da produção, o setor ocupa a primeira posição (ABIA, 2008). A estrutura de produção agrega mais de 850 tipos de produtos (em incessante renovação) e um universo de 42 mil plantas industriais, responsáveis por cerca de 12 milhões de postos de trabalho diretos, que são multiplicados por três quando se levam em conta os empregos indiretos. Esta estrutura permite que as flutuações cíclicas e as bruscas movimentações conjunturais, típicas de determinados alimentos industrializados ou bebidas, sejam compensadas pelas oscilações dos demais itens da pauta produtiva e, especialmente, pelos alimentos essenciais (cujo volume é significativamente maior).

A indústria de alimentos e bebidas pode ser subdividida em segmentos de alimentos e de bebidas. Entre os segmentos de alimentos destacam-se:

- Beneficiamento, moagem e torrefação de produtos alimentares;
- Produção de conservas de bens vegetais;
- Abate de animais e a produção de conserva de carnes;
- Atividades de pesca e correlatas;
- Beneficiamento de leite e a fabricação de laticínios;
- Fabricação e o refino de açúcar;
- Produção de balas, chocolates e produtos afins;
- Produção de artigos de padaria,
- Fabricação de massas alimentícias e biscoitos;
- Refino e a preparação de óleos comestíveis;
- Rabricação de rações balanceadas e de alimentos preparados para animais.

Entre os segmentos de bebidas, destacam-se:

- Produção e engarrafamento de bebidas alcoólicas - cervejas, chopes, maltes, vinhos, aguardentes, etc.;
- Produção e engarrafamento de bebidas não alcoólicas - refrigerantes e sucos concentrados;
- Gaseificação e engarrafamento de águas minerais.

A Tabela 1 apresenta a produção anual de produtos da indústria de alimentos e bebidas, agregados em segmentos homogêneos, de 2000 a 2005.

Tabela 1

Produção anual, em mil t, de 2000 a 2005, de produtos da indústria de alimentos e bebidas, agregados em segmentos homogêneos

PRODUTOS	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Derivados de carne						
Carne bovina	3.741	4.032	4.314	4.418	5.048	5.209
Carne suína	2.560	2.733	2.873	2.696	2.679	2.708
Frango	5.981	6.739	7.516	7.843	8.494	9.297
Abate e preparo de aves	2.968	3.226	3.443	3.389	3.537	3.643
Beneficiamento de café, chá e cereais						
Café torrado e moído	608	606	576	550	585	608
Café solúvel	108	133	125	131	140	160
Farinha de trigo (moagem)	6.738	6.597	6.375	6.411	6.457	6.536
Arroz beneficiado	6.728	6.757	7.014	7.160	7.400	7.629
Óleos e gorduras						
Refino de óleos vegetais	2.184	2.079	2.090	2.182	2.294	2.357
Refino de óleo de soja	1.767	1.698	1.712	1.633	1.710	1.744
Margarina	602	616	631	669	727	759
Indústrias de beneficiamento de leite e derivados						
Leite pasteurizado	4.702	4.891	4.847	4.759	4.725	5.039
Leite longa vida UHT	3.552	3.903	4.193	4.225	4.402	4.802
Leite em pó	282	318	290	314	321	370
Leite flavorizado	147	133	147	143	150	166
Leite condensado	183	188	201	217	228	219
Cremes de leite	213	219	217	197	208	211
Iogurtes	410	423	522	474	501	508
Queijos	336	314	288	273	232	245
Manteiga	79	81	62	59	59	63
Requeijão	36	38	38	36	44	48
Bebidas lácteas	112	117	130	139	144	151
Sorvetes	166	171	184	170	166	177
Açúcares						
Açúcar bruto	12.906	15.958	17.153	18.043	18.330	18.878
Açúcar refinado	1.955	2.127	2.179	2.081	2.032	1.999
Derivados do trigo						
Biscoitos e bolachas	1.002	999	946	887	902	912
Panificação	4.139	4.047	4.063	4.075	4.148	4.277
Massas alimentícias	1.013	1.063	1.087	1.085	1.034	1.012
Derivados de frutas e vegetais						
Doce de frutas em pasta e massa	145	152	151	141	160	158
Extratos e concentrados de tomate	248	258	282	251	294	304

Fonte: (ABIA, 2007)

PRODUTOS	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Diversos						
Preparo de alimentos p/ animais	12.339	13.075	14.226	14.064	14.690	15.625
Chocolate, cacau e balas						
Balas confeitos e semelhantes	409	420	439	526	593	551
Chocolate em barras ou tabletes	109	130	152	122	151	156
Chocolates em pó	118	123	123	127	135	142
Bombons	135	120	99	79	90	92
Conservas de pescados						
Peixe enlatado em conservas	70	67	64	66	69	71
Peixes congelados	104	81	75	81	89	92
Pescado	943	955	976	996	987	1.016
Bebidas						
Cerveja e malte	9.023	9.140	8.942	8.459	9.097	9.458
Refrigerantes	12.883	13.387	13.768	13.311	14.181	15.691
Suco e concentrado de laranja	1.300	1.375	1.227	1.352	1.302	1.370

Fonte: (ABIA, 2007)

A indústria de alimentos e bebidas envolve um grande número de tipos de processos industriais nos vários segmentos homogêneos que a compõem.

- De uma forma resumida, as principais operações consumidoras de energia térmica na indústria de alimentos e bebidas são:
- Secagem;
- Processos de separação (evaporação e destilação);
- Cozimento;
- Esterilização com aplicação de calor.

As principais operações consumidoras de energia elétrica na indústria de alimentos e bebidas são:

- Refrigeração, resfriamento e congelamento - na maior parte dos casos por compressão mecânica de vapor;
- Extrusão - pressurização mecânica do produto através dos bocais;
- Moagem, trituração ou pulverização;
- Bombeamento de fluidos.

As demais operações consumidoras de energia na indústria de alimentos e bebidas:

- Aquecimento / fornecimento de vapor ou da água quente;
- Assamento, tostagem - aquecimento em atmosfera controlada;
- Branqueamento - imersão em vapor ou em água fervendo para ajudar a preservação ou descascamento;
- Concentração por evaporação a vácuo - uso do calor e vácuo para retirar água de uma solução;
- Desidratação - geralmente pela aplicação de calor, mas também por alternativas que incluem a liofilização, a aplicação de microondas e de vácuo;
- Fermentação - aquecimento brando por períodos longos com fermento;
- Fritura;
- Mistura;

- Separação - pré-concentração de líquidos utilizando filtração mecânica. Inclui, também, peneiramento, filtração, ultra-filtração, uso de membranas e pressão osmótica;
- Limpeza - lavagem a quente de máquinas e instalações, frequentemente com água sob alta pressão;
- Aquecimento ou calefação, iluminação e condicionamento de ar em instalações prediais.

Em quase todos os processos da indústria de alimentos e bebidas é necessário água quente, ou vapor, gerado em caldeiras. O uso de fornos, secadores e equipamentos de refrigeração também é muito comum (MME, 2005a). O principal uso final da eletricidade na indústria de alimentos e bebidas é a força motriz, seguida pela refrigeração (MME, 2005a).

2 Caracterização Ambiental

2 Caracterização Ambiental

Nesta seção são apresentados os principais impactos ambientais de três das mais importantes cadeias produtivas da indústria de alimentos e bebidas:

- a cadeia de carnes e derivados;
- a cadeia de leite e derivados;
- indústria de bebida.

2.1 Introdução

Nos abatedouros e frigoríficos, em geral, os poluentes atmosféricos são gerados pela queima de combustíveis nas caldeiras que produzem vapor para os processos produtivos - seja para os processos principais, ou para as graxarias(1)[1] , caso elas estejam anexas aos frigoríficos. Neste caso, óxidos de enxofre e de nitrogênio e material particulado são os principais poluentes a considerar (PACHECO; YAMANAKA, 2006; PACHECO, 2006a; PACHECO, 2006b).

Um problema que pode ser muito sério para os frigoríficos é o odor ou a emissão de substâncias odoríferas - gás sulfídrico (H2S) e várias outras substâncias contendo enxofre (mercaptanas, etc.), bem como diversos compostos orgânicos voláteis (COV's).

Uma vez que as operações desta indústria envolvem a geração e o manuseio de materiais altamente putrescíveis, a origem destas substâncias está principalmente no gerenciamento inadequado destes materiais, incluindo o dos efluentes líquidos industriais. Por exemplo, sistemas de tratamento de efluentes inadequados e/ou com dimensionamento incompatível com as cargas a serem tratadas e/ou mal operados (com choques de carga, operação deficiente, etc.), certamente gerarão substâncias odoríferas em quantidades muito superiores àquelas já geradas em condições controladas e adequadas de operação (IFC, 2007).

Na industrialização da carne, o cozimento e, principalmente, a defumação são etapas de processo que normalmente emitem substâncias odoríferas e estas tornam-se problemáticas se incomodam a população no entorno da unidade produtiva. Muitas empresas têm que tratar estas emissões por meio de métodos de abatimento destas substâncias, utilizando, por exemplo, lavagem de gases e/ou sua incineração (uso de "pós-queimadores"), após sua captação. Nas operações de eventuais graxarias anexas (PACHECO, 2006b), além do manuseio e eventual armazenagem da matéria-prima, o próprio processo de cozimento ou digestão do material é uma fonte significativa de substâncias responsáveis por odor (COV's, etc.).

2.2 Cadeia produtiva do leite e seus derivados

As fontes de emissões nos laticínios podem ser máquinas e equipamentos, ou operações, e para esse setor industrial devem ser considerados (MAGANHA, 2006):

- Gases resultantes da queima de combustível: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOX) e de enxofre (SOX) e material particulado. O nível de emissões desses poluentes varia em função do tipo e qualidade do combustível utilizado, do estado das instalações e da eficiência e controle do processo de combustão;

[1] Graxarias: Instalações industriais para processamentos específicos de subprodutos e/ou resíduos das operações de abate para obtenção de carne e derivados: couros, sangue, ossos, gorduras, aparas de carne, tripas, animais ou suas partes condenadas pela inspeção sanitária, etc

- Gases refrigerantes, oriundos de eventuais vazamentos nos tubos de refrigeração;
- Vazamentos de vapor das tubulações;
- Exaustão de ar quente do evaporador de leite, que, por sua vez, transporta partículas de produto. Normalmente, são instalados equipamentos de controle para remoção dessas partículas; entretanto, a má operação do sistema pode ocasionar a geração de emissões;
- Esterilização das folhas de alumínio com peróxido de hidrogênio, em máquinas Tetra Pak2 ;
- Odores;
- Vapores da(s) torre(s) de resfriamento.

2.3 Indústria de bebidas

Segundo Santos e Ribeiro, (2005), as emissões atmosféricas de uma cervejaria são, principalmente, dos seguintes tipos:

- Emissões de gases de combustão (CO, CO_2, NOx, SOx, hidrocarbonetos, etc): são, em geral, oriundas das caldeiras e constituem a principal fonte de emissões atmosféricas de uma cervejaria. A composição dos gases varia em função do combustível usado (lenha, óleo, gás natural, etc), da tecnologia empregada e do sistema de controle de emissões acoplado aos equipamentos;
- Emissão de material particulado;
- Emissão de CO_2: gerado em grande quantidade durante a fermentação. Atualmente, o CO_2 é totalmente recuperado e utilizado na carbonatação da bebida. O excedente é vendido a outras plantas;
- Emissão de poeira: proveniente do recebimento e transporte de malte, gritz e outras matérias-primas, como a terra diatomácea. A emissão de poeira depende do sistema de ensilagem, transporte e captação de ar da instalação;
- Odor: na fervura do mosto, entre 6 e 10% deste material é evaporado, emitindo, além de vapor d'água, diversos compostos orgânicos, que fazem deste processo a principal fonte de odores do processo cervejeiro. Além disso, o tratamento dos efluentes, dependendo dos métodos utilizados, pode ser uma fonte significativa de emissão de odores.

As principais emissões atmosféricas poluidoras envolvidas na produção de bebidas cítricas são (YAMANAKA, 2005):

- Material particulado;
- Gases oriundos da queima de combustível;
- Emissões odoríferas.

As principais fontes de emissões são as caldeiras e os secadores rotativos de ração, onde se queima, usualmente, óleo combustível ou bagaço de cana.

O material particulado é proveniente, basicamente, das seguintes operações:

- Cinzas e fuligens das caldeiras e secadores rotativos de ração, que consomem bagaço de cana ou óleo combustível;
- Fragmentos do bagaço de cana produzidos na armazenagem e alimentação da caldeira;
- Fragmentos do bagaço de laranja produzidos na sua manipulação no secador de ração.

Além do material particulado, destacam-se entre os poluentes atmosféricos emitidos pelas fábricas de suco de laranja, os compostos orgânicos voláteis (VOC's). Estas emissões se devem à volatilização do óleo residual presente nas cascas, não extraído durante o processamento do suco. Conforme estudo da Florida Citrus Processors Association, citado pelo Florida Department of Environmental Protection (FDEP), a fonte primária de emissões atmosféricas provêm do secador rotativo de ração. De cada 100 libras de óleo emitidas, 72 vêm do secador de ração e nove são emitidas pelo resfriador de pellets[3] .

[2] Máquinas automáticas de embalar leite em embalagem tipo Tetra Pak.
[3] Os pellets são materiais resultantes da compactação por extrusão de farelos na produção de ração.

Os secadores rotativos são grandes cilindros providos de uma fornalha para aquecimento dos gases que vão secar o material. O combustível normalmente utilizado é o óleo BPF.

Os gases aquecidos removem a umidade do bagaço (70 a 80% de umidade na entrada), obtendo-se um produto chamado de "palha", com 10% de umidade. Na outra ponta do secador está a caixa de sucção, que retira a palha do equipamento. Quanto aos gases residuais, estes deixam o secador e passam por ciclones que removem os materiais particulados. Aproximadamente 50% dos gases voltam para a fornalha, enquanto o restante é direcionado a outros processos.

Os resíduos orgânicos do processo (polpa, sementes, bagaço e cascas) são aproveitados na fábrica de ração. O descarte que há na planta é composto pelo lodo gerado nas estações de tratamento de afluentes e pelas cinzas da queima de bagaço nas caldeiras, para geração de vapor.

3 Caracterização Econômica

3 Caracterização Econômica

3.1 Estatísticas macroeconômicas

A indústria de alimentos e bebidas é o segmento da indústria de transformação brasileira que possui o maior valor bruto de produção.

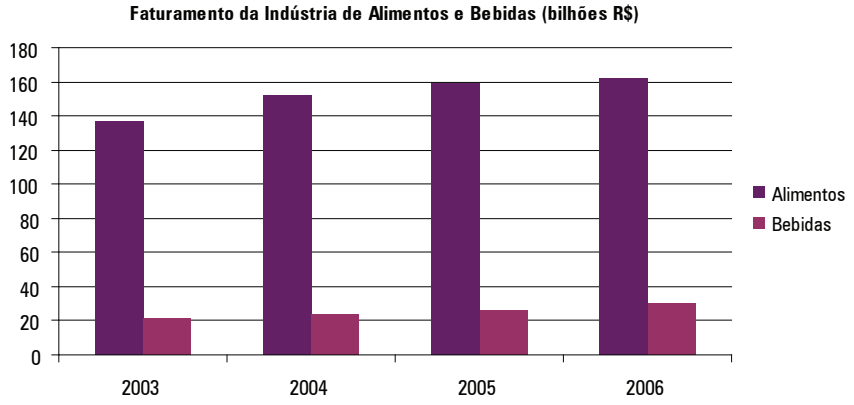
Em 2006, ela movimentou R$ 192 bilhões nominais (o equivalente a US$ 89,7 bilhões), dos quais a produção de alimentos foi responsável por 84,5% e a de bebidas por 15,5%, conforme indicado na Tabela 2. O setor teve um incremento de 3,4% na produção física e de 3,8% nas vendas reais, comparado com os resultados de 2005. Embora a produção tenha crescido menos que em anos anteriores, houve recuperação nas vendas reais acima de 3,8 % (ABIA, 2007).

Tabela 2

Faturamento da indústria de alimentos e bebidas no Brasil, de 2003 a 2006

Ano	Alimentos		Bebidas		Total
	R$ bilhões	%	R$ bilhões	%	R$ bilhões
2003	137,0	86,8	20,8	13,2	157,8
2004	152,3	86,6	23,6	13,4	175,9
2005	158,5	85,9	26,1	14,1	184,6
2006	162,1	84,5	29,8	15,5	191,9

Fonte: ABIA, 2007



Fonte: Elaboração própria com dados da ABIA 2007

Gráfico 1

Faturamento da indústria de alimentos e de bebidas, de 2003 a 2006

A Tabela 3 desagrega as estatísticas de faturamento da indústria de alimentos, apresentadas na Tabela 2, por segmentos homogêneos. Observa-se, que os segmentos de derivados de carne, beneficiamento de café, chá e cereais, açúcares, óleos e gorduras, e laticínios tiveram receitas superiores a R$ 20 bilhões em 2006.

Em 2006, a utilização da capacidade instalada foi de 72%, ou seja, o nível de ociosidade nesta indústria foi de 28%.

Em 2006, as exportações de alimentos industrializados atingiram a marca de US$ 22,7 bilhões, um crescimento de 13,2% em valor sobre o ano anterior, mas um recuo de 3,9% em volume. Já as importações de alimentos industrializados são pequenas (US$ 1,8 bilhões em 2006), mas devem apresentar crescimento pelo terceiro ano consecutivo (ABIA, 2007).

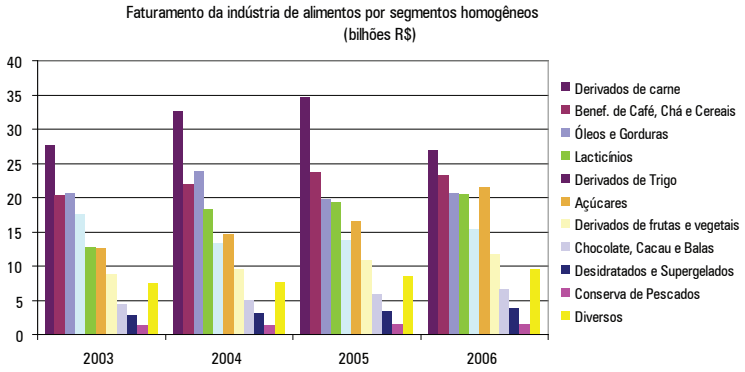
A evolução, de 2003 a 2006, do faturamento da indústria de alimentos e bebidas se encontra na Tabela 3. O crescimento médio anual, neste período, foi de 2,01% a.a., inferior ao crescimento médio do PIB no mesmo período – 2,4% a.a..

Tabela 3

Faturamento da indústria de alimentos por segmentos homogêneos, de 2003 a 2006

Segmentos	Faturamento (bilhões R$)			
	2003	2004	2005	2006
Derivados de carne	27,7	32,6	34,6	27,0
Beneficiamento de Café, Chá e Cereais	20,4	22,0	23,7	23,3
Óleos e Gorduras	20,7	23,9	19,9	20,7
Laticínios	17,5	18,4	19,4	20,6
Derivados de Trigo	12,7	13,4	13,8	15,3
Açúcares	12,6	14,7	16,5	21,6
Derivados de frutas e vegetais	8,8	9,6	10,8	11,7
Chocolate, Cacau e Balas	4,5	5,1	6,0	6,7
Desidratados e Supergelados	2,9	3,2	3,5	3,9
Conserva de Pescados	1,4	1,5	1,6	1,6
Diversos	7,6	7,7	8,6	9,6
Total	137,0	152,3	158,5	162,1

Fonte: ABIA, 2007



Fonte: Elaboração própria com dados da ABIA 2007

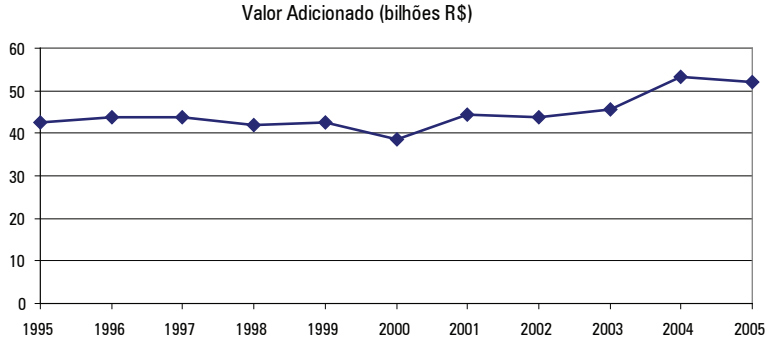
Gráfico 2

Faturamento da indústria de alimentos e bebidas por segmento, de 2003 a 2006

Tabela 4
Valor adicionado da indústria de alimentos e bebidas, em bilhões R$, de 1995 a 2005

Ano	Valor Adicionado (bilhões R$)
1995	42,673
1996	43,772
1997	43,815
1998	41,876
1999	42,601
2000	38,572
2001	44,398
2002	43,702
2003	45,578
2004	53,214
2005	52,063

Fonte: Disponível em: <www.ibge.gov.br>



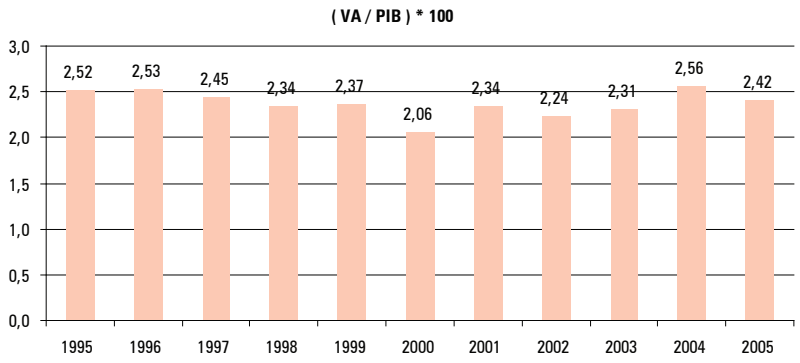
Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE, 2007

Gráfico 3
Valor Adicionado da indústria de alimentos e bebidas (bilhões R$), de 1995 a 2005

Tabela 5
Valor adicionado da indústria de alimentos e bebidas dividido pelo PIB (x 100) de 2005, de 1995 a 2005

Ano	Valor Adicionado / PIB (x 100)
1995	2,52
1996	2,53
1997	2,45
1998	2,34
1999	2,37
2000	2,06
2001	2,34
2002	2,24
2003	2,31
2004	2,56
2005	2,42

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE



Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE

Gráfico 4
Participação percentual da indústria de alimentos e bebidas na formação do PIB, de 1995 a 2005

Não foram encontrados, na literatura econômica consultada, dados sobre os investimentos totais da indústria de alimentos e bebidas no Brasil.

A Tabela 6 mostra os empréstimos anuais do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para esta indústria, de 1998 a 2005. Como o BNDES é o principal financiador da expansão da indústria de transformação brasileira, os valores da Tabela 7 são bastante representativos dos investimentos totais da indústria de alimentos e bebidas no País. Podem-se constatar, nesta tabela, investimentos elevados em 2001 e 2002 e uma recuperação em 2005.

Tabela 6
Empréstimos do BNDES para investimentos da indústria de alimentos e bebidas no Brasil, (em milhões R$) de 2005, de 1998 a 2005

Ano	Alimentos	Bebidas	Total
	(milhões R$)	(milhões R$)	(milhões R$)
1998	1.230	918	2.148
1999	2.028	492	2.520
2000	1.690	236	1.926
2001	2.467	547	3.014
2002	2.736	312	3.066
2003	2.077	218	2.295
2004	1.901	123	2.025
2005	2.396	502	2.898

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do BNDES, em R$ correntes (Disponível em: <www.bndes.gov.br/estatisticas>. Acesso em: 2008)

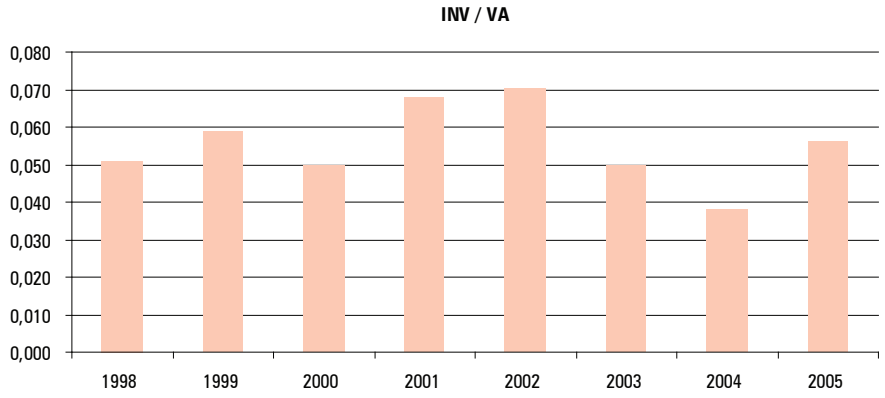
Em 2006 e 2007 esta indústria investiu 3,30 e 4,37 bilhões de Reais, respectivamente, em moeda corrente, configurando, claramente, uma nova fase de expansão, a partir de 2005 (Disponível em: <www.bndes.gov.br/estatísticas>. Acesso em: 2008).

O Gráfico 5 ilustra dois ciclos de investimentos da indústria de alimentos e bebidas nacional e o início da atual fase de crescimento, em 2005.

Tabela 7
Relação Investimento / valor adicionado, de 1998 a 2005

Ano	Investimento / Valor Adicionado
1998	0,051
1999	0,059
2000	0,050
2001	0,068
2002	0,070
2003	0,050
2004	0,038
2005	0,056

Fonte: Elaboração própria, com os dados das Tabelas 5 e 6

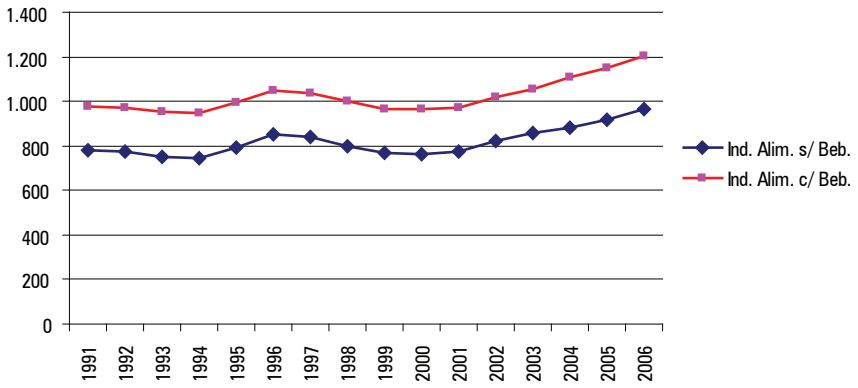


Fonte: Elaboração própria, com os dados das Tabelas 4 e 5

Gráfico 5
Relação entre investimentos (INV), com recursos do BNDES, e valor adicionado (VA) na indústria de alimentos e bebidas, de 1998 a 2005

3.2 Empregos anuais

O Gráfico 6 ilustra a evolução, nas últimas décadas, dos empregos anuais gerados pela indústria de alimentos e bebidas no País.



Fonte: ABIA, 2007

Gráfico 6
Evolução, de 1991 a 2006, dos empregos anuais gerados pela indústria de alimentos e bebidas no Brasil. Unidade: milhares de empregos em 31/12

3.3 Distribuição da produção de alimentos e bebidas por região e porte das empresas

A Tabela 8 mostra a distribuição do número de estabelecimentos na indústria de alimentação no País por número de empregados, em 2005.

Tabela 8
Número de estabelecimentos formais na indústria da alimentação por porte (número de empregados), no Brasil, em 2005

Região	Zero	Até 4	5 a 9	10 a 19	20 a 49	50 a 99	100 a 249	250 a 499	500 a 999	1000 ou mais
Norte	169	676	325	255	187	61	46	23	8	1
Nordeste	724	4.107	1.846	1.024	534	175	133	61	32	44
Sudeste	1.437	7.013	3424	2380	1.429	563	429	188	107	58
Sul	1.118	5.018	2016	1.285	804	327	224	91	53	44
Centro-oeste	394	1.598	718	410	299	122	88	46	21	19
Total	3842	18.412	8.329	5.354	3.253	1.248	920	409	221	166

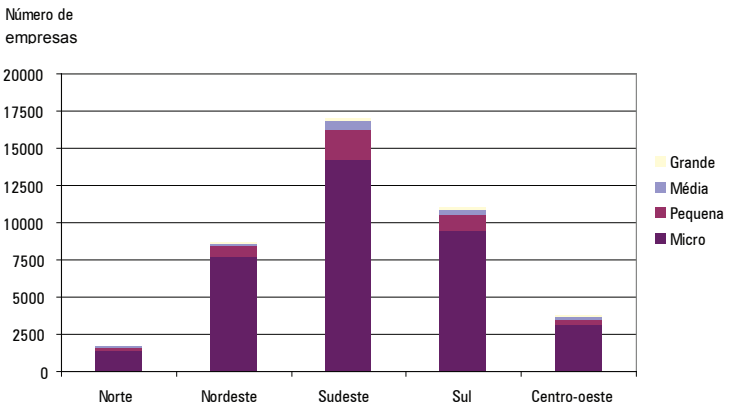
Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego – Reais 2004. Elaboração: ABIA, 2007

Uma característica interessante revelada pelo Censo Industrial de 2005 diz respeito à distribuição das empresas de alimentos por segmento industrial e por porte.

Observa-se, por exemplo, que as grandes empresas são mais comuns nos segmentos de fabricação de açúcar, abate de animais e moagem de trigo. As pequenas e médias empresas são mais comuns nos segmentos de beneficiamento de café, cereais e produtos afins, torrefação e moagem de café, massas alimentícias e biscoitos e de preparação de leite e laticínios. As micro-empresas estão mais concentradas

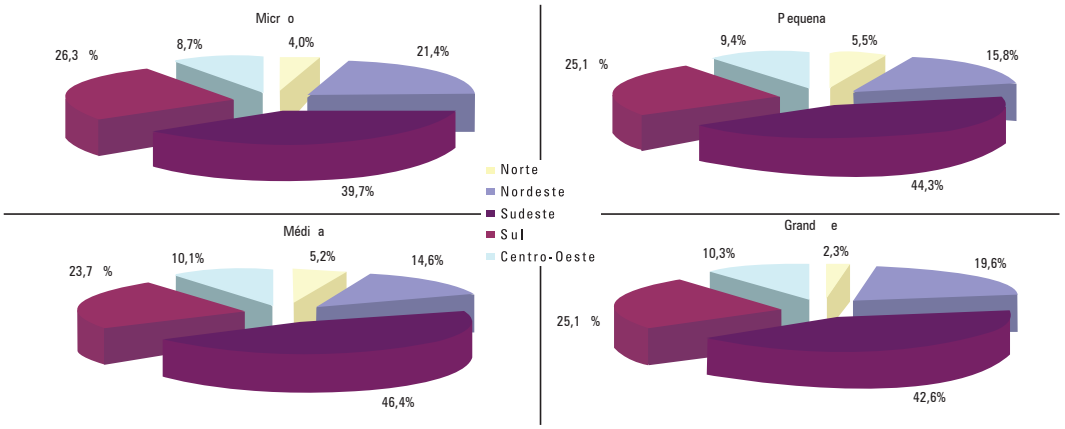
nos segmentos de beneficiamento de café, cereais e produtos afins, produtos de padaria, confeitaria e pastelaria e no segmento de sorvetes, bolos e tortas cobertas.

A indústria de alimentos e bebidas apresenta uma distribuição, das empresas que operam no setor, mais equilibrada do que a média da indústria de transformação brasileira. Isto significa que, apesar dos estabelecimentos desta indústria ter uma maior presença nas regiões Sudeste e Nordeste, as outras regiões também apresentam um razoável percentual de estabelecimentos. Os Gráficos 7 e 8 ilustram a distribuição do número e da porcentagem, respectivamente, de estabelecimentos por regiões e por porte, das empresas desta indústria.



Fonte: MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Rais 2004. Brasília. 2005. Elaboração: ABIA, 2007

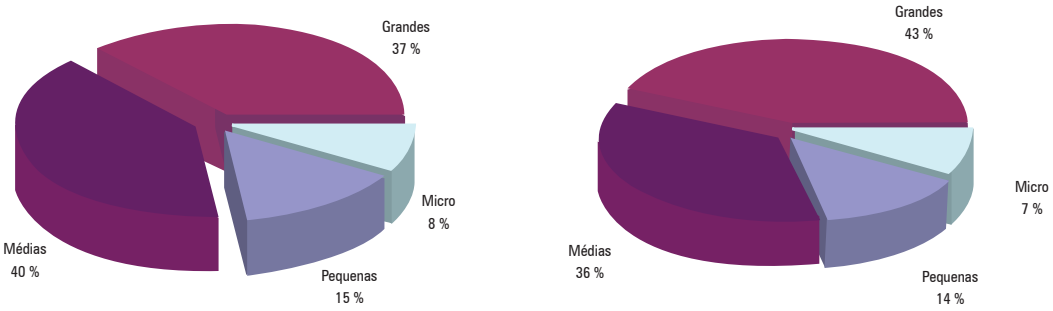
Gráfico 7
Distribuição regional de estabelecimentos da indústria de alimentos e bebidas, por porte da empresa, em 2005



Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego - RAIS, 2004. Elaboração: ABIA, 2007

Gráfico 8
Distribuição regional percentual de estabelecimentos da indústria de alimentos e bebidas, por porte da empresa, em 2005

O Gráfico 9 mostra a participação de micro, pequenas, médias e grandes empresas da indústria de alimentos e bebidas no valor da produção desta indústria, segundo os critérios de classificação do Sebrae e do BNDES. Pode-se observar, nesta figura, o predomínio das médias empresas, na classificação do Sebrae, e das grandes empresas, segundo a classificação do BNDES.



Critério Sebrae de classificação

Critério BNDES de classificação

Fonte: ABIA

Gráfico 9

Participação das empresas da indústria de alimentos e bebidas, por porte das empresas, no valor da produção em 2003

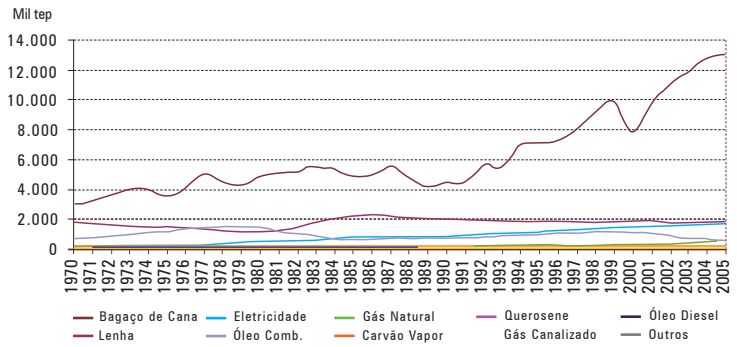
4 Caracterização Energética

4 Caracterização Energética

4.1 Consumos de energia final e energia útil, e rendimentos de conversão por fonte de energia

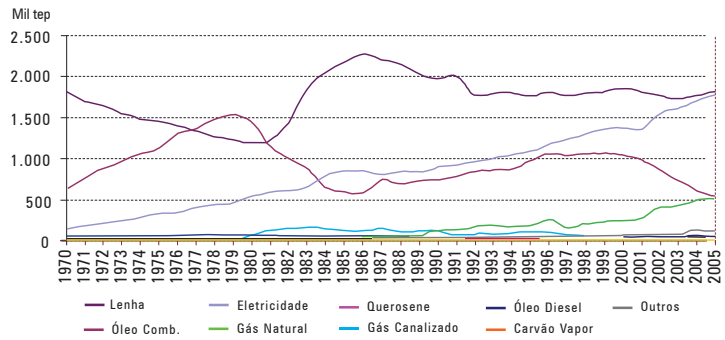
O segmento de alimentos e bebidas foi responsável por 26,2% do consumo total de energia na indústria brasileira em 2006. A participação deste segmento no consumo industrial total de energia elétrica, naquele ano foi de 11,8%.

O Gráfico 10 ilustra a evolução, de 1970 a 2005, do consumo dos energéticos empregados na indústria de alimentos e bebidas nacional. Pode-se observar o consumo dominante e crescente do bagaço de cana, que ocorre, em sua quase totalidade, na fabricação de açúcar. Excluindo-se a fabricação de açúcar, obtém-se o gráfico representado no Gráfico11, onde se nota que o consumo mais elevado tem sido o de lenha, que tem se mantido relativamente estável desde a década de 1990, seguido pelo consumo crescente de eletricidade, pelo consumo decrescente de óleo combustível e pelo consumo crescente de gás natural.



Fonte: EPE, 2006

Gráfico 10
Consumo, em mil tep, de 1970 a 2005, dos energéticos utilizados na indústria de alimentos e bebidas no Brasil



Fonte: EPE, 2006

Gráfico 11
Consumo, em mil tep, de 1970 a 2005, dos energéticos utilizados na indústria de alimentos e bebidas no Brasil, excluindo-se a fabricação de açúcar

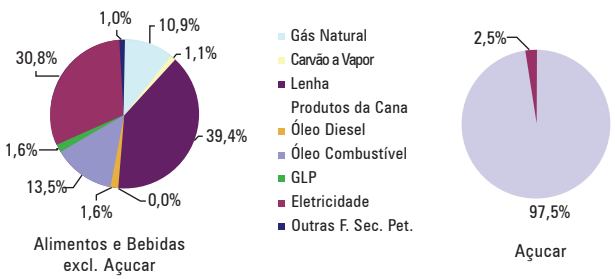
A Tabela 9 mostra o consumo de energia final, o consumo de energia útil e o rendimento de conversão dos energéticos que foram consumidos em 2004 na indústria de alimentos e bebidas no País, segundo o Balanço de Energia Útil (BEU) do Ministério de Minas e Energia (MME), destacando-se a fabricação de açúcar. Nesta última, o consumo dominante é o de produtos da cana, com destaque para o bagaço da cana, seguido pelo consumo de energia elétrica; ambos possuem rendimentos de conversão elevados. O rendimento de conversão médio da indústria de alimentos e bebidas, quando se exclui a fabricação de açúcar, é menor do que o rendimento médio da indústria açucareira, por conta do elevado consumo de lenha da primeira, cujo rendimento de conversão é mais baixo, conforme indicado na Tabela 9.

Tabela 9
Consumo de energia final, de energia útil e rendimento de conversão, por energético, na indústria de alimentos e bebidas em 2004, destacando-se a fabricação de açúcar

Energéticos	Alimentos e bebidas, excluindo a fabricação de açúcar			Fabricação de açúcar		
	E.Final	E. Útil	Rend.	E.Final	E. Útil	Rend.
	Mil tep	Mil tep	(%)	Mil tep	Mil tep	(%)
Gás natural	491,0	373,6	76,1	0,0	0,0	0,0
Carvão vapor	47,8	27,3	57,2	0,0	0,0	0,0
Lenha	1.772,1	1.162,8	65,6	0,0	0,0	0,0
Produtos da cana	0,0	0,0	76,0	12.782,5	9.842,5	77,0
Óleo diesel	73,8	32,6	44,2	0,0	0,0	0,0
Óleo combustível	606,1	461,1	76,1	0,0	0,0	0,0
GLP	71,5	31,4	43,9	0,0	0,0	0,0
Eletricidade	1.383,4	1.095,1	79,2	323,8	278,7	86,1
Outras fontes	47,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**4.492,8**	**3.183,8**	**70,9**	**13.106,3**	**10.121,2**	**77,2**

Fonte: Elaboração própria, com base em MME, 2005a

A distribuição percentual do consumo final pelos energéticos empregados na indústria de alimentos e bebidas em 2004, destacando-se a fabricação de açúcar, está ilustrada no Gráfico 12.



Fonte: Elaboração própria, com base em MME, 2005a

Gráfico 12
Distribuição percentual do consumo final pelos energéticos utilizados na indústria de alimentos e bebidas em 2004, destacando-se a fabricação de açúcar

4.2 Distribuição do consumo energético por usos finais

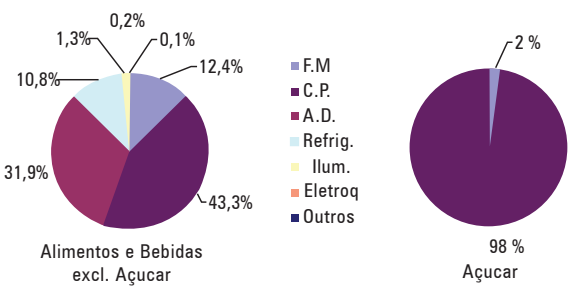
A Tabela 10 mostra as distribuições dos consumos de energia final e de energia útil, e dos rendimentos de conversão da indústria de alimentos e bebidas nacional, destacando-se a fabricação de açúcar, em 2004 pelos seguintes usos finais: força motriz, calor de processo, aquecimento direto, refrigeração, iluminação, eletroquímica e outros usos.

Tabela 10
Consumo de energia final, de energia útil e rendimento de conversão, por usos finais, na indústria de alimentos e bebidas em 2004, destacando-se a fabricação de açúcar

Usos finais	Alimentos e bebidas, excluindo a fabricação de açúcar			Fabricação de açúcar		
	E. Final	E. Útil	Rend.	E. Final	E. Útil	Rend.
	Mil tep	Mil tep	(%)	Mil tep	Mil tep	(%)
Força motriz	555,9	452,4	81,4	294,9	265,4	90,0
Calor de processo	1.944,7	1.598,2	82,2	12.782,5	9.842,5	77,0
Aquecimento direto	1.434,9	752,1	52,4	2,1	1,3	65,0
Refrigeração	484,7	362,6	74,8	10,9	8,1	75,0
Iluminação	58,5	14,0	24,0	16,0	3,8	24,0
Eletroquímica	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros	4,4	4,4	100,0	0,0	0,0	0,0
Total	**4.492,8**	**3.183,8**	**70,9**	**13.106,3**	**10.121,2**	**77,2**

Fonte: Elaboração própria, com base em MME, 2005a

Segundo o Balanço de Energia Útil do MME, em 2004 o principal uso final da energia consumida na indústria de alimentos e bebidas, excluindo a fabricação de açúcar, foi na forma de calor de processo, seguido pelo aquecimento direto, força motriz e refrigeração. Já na fabricação de açúcar, quase toda a energia consumida foi na forma de calor de processo, com uma pequena parcela utilizada na forma de força motriz (Gráfico 13). Na realidade, o vapor gerado nas caldeiras das usinas de açúcar é utilizado não só para aquecimento de processos, mas, também, para mover turbinas a vapor que acionam moendas e para gerar energia elétrica.



Fonte: Elaboração própria, com base em MME, 2005a

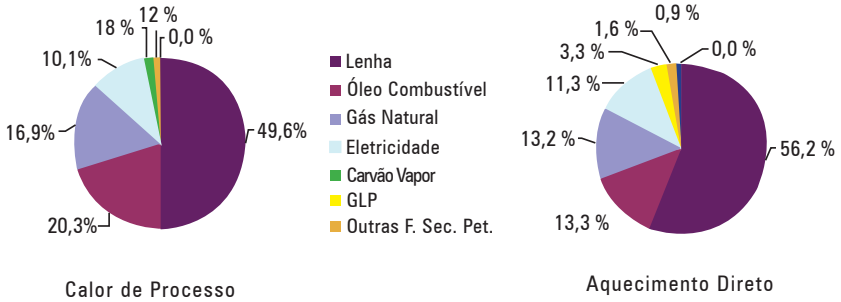
Gráfico 13
Distribuição percentual do consumo energético total por usos finais na indústria de alimentos e bebidas em 2004, destacando-se a fabricação de açúcar

A participação dos energéticos no consumo de energia final da indústria de alimentos e bebidas, excluída a fabricação de açúcar, em 2004, em cada um dos usos finais considerados neste trabalho está indicada na Tabela 11. O Gráfico 14 ilustra estas distribuições, em termos percentuais, nos usos finais "calor de processo" e "aquecimento direto"; verifica-se em ambos os casos que o maior consumo é de lenha, seguido pelo óleo combustível.

Tabela 11
Distribuição, por usos finais, do consumo, em mil tep, dos energéticos utilizados na indústria de alimentos e bebidas, excluída a fabricação de açúcar, em 2004

Energéticos	Alimentos e bebidas, excluindo a fabricação de açúcar						
	Força motriz	Calor de Processo	Aquecimento direto	Refrigeração	Iluminação	Processo Eletroquímico	Outros
Gás natural	0,0	328,4	162,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Carvão vapor	0,0	35,5	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Lenha	0,0	965,1	807,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Produtos da cana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Óleo diesel	70,2	1,5	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Óleo combustível	0,0	394,1	190,8	21,2	0,0	0,0	0,0
GLP	24,1	0,0	47,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Eletricidade	461,6	196,6	189,1	463,4	58,5	0,0	0,0
Outras fontes. sec. petr.	0,0	23,6	23,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**555,9**	**1.944,7**	**1.434,9**	**484,7**	**58,5**	**0,0**	**0,0**

Fonte: Elaboração própria com base em MME, 2005a



Fonte: Elaboração própria, com base em MME, 2005a

Gráfico 14
Distribuição percentual, pelos energéticos envolvidos, do consumo de energia final da indústria de alimentos e bebidas, excluída a fabricação de açúcar, em calor de processo e em aquecimento direto em 2004

A Tabela 10 é semelhante à Tabela 9, só que a primeira se refere à fabricação de açúcar. É possível observar, na Tabela 11, que os únicos energéticos responsáveis pelo elevado consumo de energia no uso final calor de processo são os produtos da cana. O pequeno consumo do uso final aquecimento direto é completamente atendido pela energia elétrica.

4.3 As operações maiores consumidoras de energia na indústria de alimentos e bebidas

Tabela 12

Distribuição, por usos finais, do consumo, em mil tep, dos energéticos utilizados na fabricação de açúcar, em 2004

Energéticos	Fabricação de açúcar						
	Força motriz	Calor de processo	Aquecimento direto	Refrigeração	Iluminação	Processo Eletroquímicos	Outros
Gás natural	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carvão vapor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lenha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Produtos da cana	0,0	12.782,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Óleo diesel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Óleo combustível	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GLP	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eletricidade	294,9	0,0	2,1	10,9	16,0	0,0	0,0
Outras fontes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**294,9**	**12.782,5**	**2,1**	**10,9**	**16,0**	**0,0**	**0,0**

Fonte: Elaboração própria com base em MME, 2005a

A indústria de alimentos é formada por várias cadeias produtivas e produtos, que podem ser agrupados em segmentos, dentre os quais alguns se destacam por sua importância econômica, ou pelo elevado consumo de energia, como os segmentos de derivados de carnes, de leite, de bebidas, etc. Estes segmentos são compostos por vários produtos finais e diferentes processos industriais, que, por sua vez, são subdivididos em operações, que podem ser agrupadas quanto à natureza dos usos finais da energia, como as relacionadas a seguir:

Aquecimento direto

- Operação de assar; tostar; aquecimento em atmosfera controlada;
- Secagem;
- Esterilização.

Calor de processo

- Branqueamento (imersão em vapor ou em água fervendo para ajudar a preservação ou descascamento);
- Cozimento;
- Destilação (evaporação de uma mistura e posterior condensação para a purificação ou a extração, principalmente conduzida por vapor);

- Evaporação (uso do calor para retirar água de uma solução);
- Fritura;
- Pasteurização (aquecimento controlado para atingir uma temperatura mínima por um tempo especificado);
- Fermentação (aquecimento brando por períodos longos com fermento);
- Aquecimento;
- Esterilização;
- Limpeza (lavagem a quente de máquinas e instalações, frequentemente com água em pressão elevada).

Refrigeração

- Resfriamento e congelamento - na maior parte por compressão mecânica de vapor em instalações frigoríficas;
- Resfriamento (sem refrigeração direta) - usando convecção forçada de ar ou de água;
- Armazenamento com refrigeração e congelamento;
- Condicionamento de ar.

Força motriz

- Extrusão (pressurização mecânica de um produto através de bocais);
- Moagem, trituração ou pulverização;
- Mistura;
- Separação - pré-concentração de líquidos utilizando peneiramento, filtração, ultra-filtração, ou membranas;

Iluminação

- Iluminação das instalações prediais e plantas industriais - aquecimento ou calefação, iluminação.

Os principais processos consumidores de energia são:

Energia térmica

Aquecimento direto: Secagem.

Calor de processo: Cozimento; Destilação; Evaporação; Pasteurização / Esterilização, e principalmente: Limpeza (lavagem a quente de máquinas e instalações, frequentemente com água em pressão elevada).

Energia Elétrica

Refrigeração: Resfriamento e congelamento; condicionamento de ar.

Força motriz: Extrusão; moagem, trituração ou pulverização; mistura.

4.4 Consumos energéticos específicos dos principais produtos da indústria de alimentos e bebidas, por usos finais

A Tabela 11 mostra os consumos energéticos específicos, por usos finais, dos produtos que compõem as cadeias produtivas da indústria de alimentos e bebidas analisadas neste projeto, que são: derivados de carne; beneficiamento de café, chá e cereais; óleos e gorduras; derivados de leite; açúcares; derivados de trigo; derivados de frutas e vegetais; diversos; chocolates, cacau e balas; conservas de pescado; e bebidas.

Tabela 13

Consumos energéticos específicos, em MJ/t, de produtos da indústria de alimentos e bebidas, por usos finais

Cadeias produtivas e produtos	Força Motriz	C. P. (vapor)	C. P. (ág. qte)	A. D. (fornos)	A. D. (secadores)	Refriger.	Ilumin.	Total
Derivados de carne								
Carne bovina	165	968	303	136	0	291	93	1.956
Carne suína	186	1.067	303	213	0	327	105	2.202
Frango	428	1.746	229	263	0	414	126	3.205
Abate e preparo de aves	761	1.746	229	263	0	409	150	3.558
Beneficiamento de café, chá e cereais								
Café torrado e moído	236	0	0	2477	0	0	57	2.769
Café solúvel	1.098	4.980	5.661	0	14.072	0	263	26.074
Farinha de trigo (moagem)	124	0	14	0	276	0	30	444
Arroz beneficiado	121	205	0	0	58	0	29	413
Óleos e gorduras								
Refino de óleo de soja	391	2.870	339	0	935	0	94	4.629
Refino de óleos vegetais	333	2.924	189	0	322	0	80	3.847
Margarina	84	322	12	0	0	22	15	454
Derivados de leite								
Leite pasteurizado	166,2	98,8	162,3	0	0	44,2	29,4	500,9
Leite longa vida - UHT	166,2	134,5	200,5	0	0	44,2	29,4	574,8
Leite em pó	506,8		470,1	0	5574,9	0	121,6	9.324,6
Leite flavorizado	207,8	134,5	180,5	0	0	55,2	36,7	614,7
Leite condensado	108,5	964,7	0	0	0	0	58,8	1.132,0
Cremes de leite	624,7	347,6	466,4	0	0	0	149,9	1.588,6
Iogurtes	210,7	136,4	183	0	0	56	37,2	623,3
Queijos	207,8	134,5	180,5	0	0	55,2	36,7	614,7
Manteiga	93,2	964,7	0	0	0	24,8	16,5	1.099,2
Requeijão	640,6	346,9	466,4	0	0	0	153,7	1.607,6
Bebidas lácteas	210,7	136,4	183	0	0	56	37,2	623,3
Sorvetes		262,9	1315,7	0	0	436,3	289,9	3.946,3
Açucares								
Açúcar bruto	673,5		3.496,5	4,7	0	24,8	36,5	
Açúcar refinado	94,7	869,9	836,6	292,3	0	0	22,7	2.116,2
Derivados de trigo								
Biscoitos e bolachas	123,2	0	165,1	505,2	0	0	29,6	823,1
Panificação	157,7	298,4	0	505,2	0	0	37,8	999,1
Massas alimentícias	253,7	366	0	940,1	0	67,4	44,8	1.672,0

Cadeias produtivas e produtos	Força Motriz	C. P. (vapor)	C. P. (ág. qte)	A. D. (fornos)	A. D. (secadores)	Refriger.	Ilumin.	Total
Derivados de frutas e vegetais								
Doce de frutas em pasta e massa	689,2		176	0	0	0	165,4	2.790,2
Extratos e concentrados de tomate	81,1	993,9	631,4	233,9	0	0	19,5	1.959,8
Diversos								
Preparo de alimentos p/ animais	273,7	269	47,8	415,3	0	0	65,7	1.071,5
Chocolate, cacau e balas								
Balas confeitos e semelhantes	688,4	935,6	163,4	0	0	0	165,2	1.952,6
Chocolate em barras ou tabletes	226,3	467,8	33,7	350,8	0	0	54,3	1.132,9
Chocolates em pó	367,7	701,6	39,2	350,8	0	0	88,2	1.547,5
Bombons	462,1		0	0	233,9	122,8	81,6	2.654,5
Conservas de pescado								
Peixe enlatado em conservas	241,2		0	125,2	0	0	57,9	6.118,8
Peixes congelados	610,2	878,3	204,6	0	0	162,2	107,8	1.963,1
Pescado	335,3		204,6	0	0	89,1	59,2	2.442,3
Bebidas								
Cerveja, chope e malte	457,9	448,7	542,5	1299,4	0	0	109,9	2.858,4
Refrigerantes	390,5	0	672,2	0	467,5	0	248,9	1.779,1
Suco e concentrado de laranja	1.075		280,5	2105	0	0	257,9	4.770,6

C.P.: calor de processo; A.D.: aquecimento direto. Refrigeração; Iluminação

Fonte: Elaboração própria, com base em (Singh, 1986) e (Brown et alii, 1985)

Segundo a Tabela 13, os produtos que requerem maiores consumos específicos para a sua fabricação são: o açúcar bruto e o café solúvel, nesta sequência.

4.5 Consumos energéticos das cadeias produtivas da indústria de alimentos e bebidas, excluída a fabricação de açúcar

Verificou-se, durante o desenvolvimento dos trabalhos, que os dados requeridos para o cálculo dos consumos energéticos eram mais confiáveis quando se utiliza consumos energéticos específicos por tonelada de matéria-prima e não por tonelada de produto, sobretudo das potenciais economias de energia, por cadeia produtiva da indústria de alimentos e bebidas.

A Tabela 14 apresenta o consumo de matérias-primas das cadeias produtivas da indústria de alimentos e bebidas em 2004, junto com os seus consumos específicos de energia térmica e energia elétrica, definidos em relação a estas matérias-primas, e os consumos energéticos obtidos, para 2004, através da multiplicação destes dois parâmetros.

Os valores absolutos dos consumos energéticos totais das cadeias produtivas estão ilustrados no Gráfico 15. Já no Gráfico 16 estão os seus valores relativos ao consumo energético total da indústria de alimentos e bebidas em 2004, exceto a fabricação de açúcar.

Observa-se o maior consumo energético no abate e na industrialização de carnes, seguido pela produção e refino de óleo de soja, fabricação de bebidas, e produção de rações e alimentos para animais, nesta ordem.

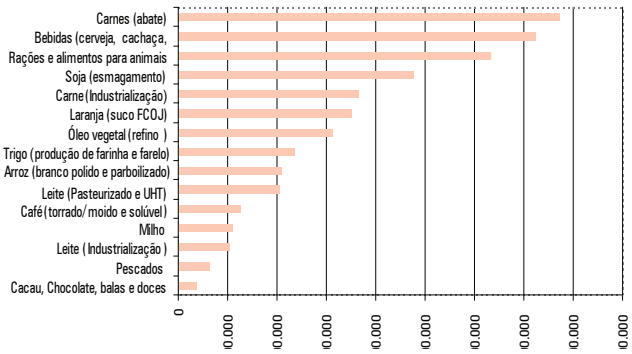
O Gráfico mostra a distribuição percentual do consumo de energia elétrica da indústria de alimentos e bebidas no Brasil em 2004, excluída a fabricação de açúcar, pelas suas cadeias produtivas. Os maiores consumos de eletricidade em 2004 foram no abate de carnes, na produção de rações e alimentos para animais, na fabricação de bebidas, e na produção de suco de laranja, nesta sequência.

Tabela 14

Consumo de matérias-primas em 2004, consumos específicos de eletricidade e calor, e consumos de energia elétrica e energia térmica em 2004, por cadeia produtiva da indústria de alimentos e bebidas no Brasil, excluída a fabricação de açúcar.

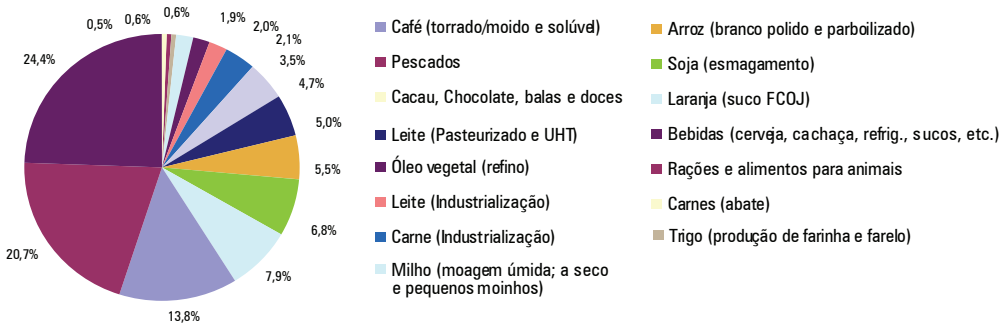
	Consumo de matéria-prima em 2004 (mil t)	Consumos específicos (MJ/t)		Consumo energético em 2004 (mil tep)		
		Eletricidade	Calor	Eletricidade	Calor	Total
Bebidas (cerveja, cachaça, refrig., sucos, etc.)	25.050,5	379,3	830,6	227,0	497,0	724,0
Carnes (abate)	25.236,6	665,6	615,1	401,2	370,7	771,9
Carne (Industrialização)	3.242,2	754,0	3.950,0	58,4	305,9	364,3
Soja (esmagamento)	28.900,0	161,1	532,0	111,2	367,2	478,4
Óleo vegetal (refino)	3.390,0	415,0	3.435,0	33,6	278,1	311,7
Leite (Pasteurizado e UHT)	9.127,0	377,8	565,4	82,3	123,2	205,5
Leite (Industrialização)	2.053,0	698,7	1.426,3	34,3	69,9	104,2
Trigo (farinha e farelo)	9.850,0	331,6	667,7	78,0	157,1	235,1
Arroz (branco e parboilizado)	12.660,0	298,0	395,6	90,1	119,6	209,7
Milho (moagem úmida; a seco e pequenos moinhos)	4.159,0	318,6	793,1	31,6	78,8	110,4
Café (torrado/moído e solúvel)	1.090,0	328,5	4.499,8	8,6	117,1	125,7
Rações e alimentos para animais	47.200,0	301,5	260,1	339,9	293,2	633,1
Pescados	1.145,0	335,0	1.958,0	9,2	53,5	62,7
Cacau, Chocolate, balas e doces	969,0	436,0	1.158,0	10,1	26,8	36,9
Laranja (suco FCOJ)	15.885,7	344,0	581,2	130,5	220,5	351,0
Total				**1.599,7**	**3.047,8**	**4.647,5**

Fonte: Elaboração própria, com dados da ABIA e de um levantamento industrial do Procel



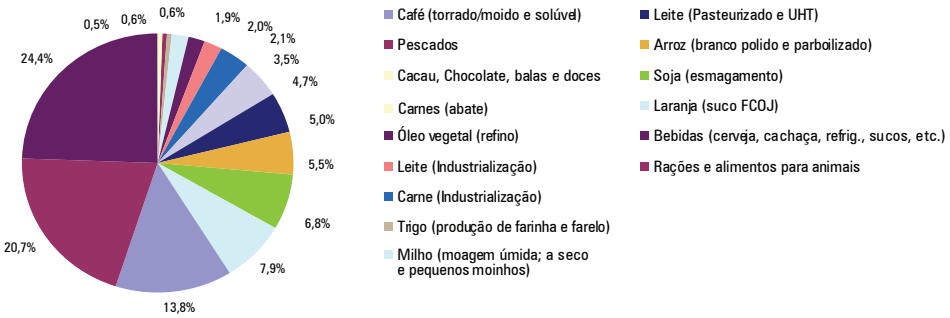
Fonte: Elaboração própria, com dados da ABIA e de um levantamento industrial do Procel

Gráfico 15
Consumos de energia, em mil tep, das cadeias produtivas da indústria de alimentos e bebidas nacional, excluída a fabricação de açúcar, em 2004



Fonte: Elaboração própria com dados da ABIA e de um levantamento industrial do Procel

Gráfico 16
Participação percentual das cadeias produtivas no consumo final de energia da indústria de alimentos e bebidas nacional, excluída a fabricação de açúcar, em 2004



Fonte: Elaboração própria com dados da ABIA e de um levantamento industrial do Procel

Gráfico 17
Distribuição percentual do consumo de energia elétrica da indústria de alimentos e bebidas nacional, excluída a fabricação de açúcar, pelas suas cadeias produtivas, em 2004

4.6 Autoprodução de energia elétrica

A autoprodução na indústria de alimentos e bebidas brasileira precisa ser dividida em dois segmentos: a envolvida na fabricação de açúcar e álcool e a praticada no resto desta indústria.

A primeira delas possuía uma capacidade instalada, em 31/12/2006, de 15,6 MW em pequenas centrais hidrelétricas (PCH's) e 2.583,7 MW em unidades de cogeração, consumindo bagaço de cana. A capacidade total perfaz 2.599,3 MW (EPE, 2007a).

No final de 2006, havia uma capacidade instalada, no resto da indústria de alimentos e bebidas, de 10,8 MW em PCH's e 206,7 MW em usinas termelétricas, em geral unidades de cogeração, totalizando 217,5 MW (EPE, 2007a).

Em 2006, o setor sucroalcooleiro gerou 8.255,6 GWh, enquanto o seu consumo de energia elétrica foi de 6.972,8 GWh, ou seja, o setor foi autossuficiente neste energético e gerou 16% de eletricidade excedente, que foi vendida para a rede pública. Desta geração, só 56,1 GWh foram produzidas em usinas hidrelétricas; o restante – 8.169,5 GWh – foi gerado em usinas termelétricas (8.063,0 GWh em unidades de cogeração que queimam bagaço de cana e 106,5 GWh em centrais termelétricas consumindo gás natural e óleo diesel).

5 Potencial de Conservação de Energia

5 Potencial de Conservação de Energia

5.1 Consumos específicos de energia térmica e eletricidade

A indústria de alimentos e bebidas é muito pulverizada por todo o território nacional e possui cerca de 850 tipos de produtos em incessante renovação. Neste relatório, encontram-se as 15 principais cadeias dessa indústria. A cadeia do açúcar não foi considerada neste relatório, pois, ao introduzi-la, ela distorceria os resultados para o setor de alimentos e bebidas. A cadeia do açúcar consome, praticamente, apenas bagaço de cana como combustível, que é um resíduo do processo.

Na Tabela 15 está listada a produção e os consumos específicos, médio e mínimo, de energia térmica e eletricidade dessas principais cadeias em 2004. Ainda nessa tabela, observa-se a distribuição do consumo energético por usos finais, dada através dos coeficientes de distribuição de energia.

Os dados de produção foram obtidos a partir de estatísticas da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação – ABIA (ABIA, 2007; RIBEIRO; ALMEIDA, 2006), enquanto que os consumos energéticos específicos e os coeficientes de distribuição do consumo energético por usos finais provém da literatura técnica consultada (BROWN et al, 1985; SINGH, 1986), complementada por informações coletadas em algumas visitas técnicas e em uma reunião de trabalho na ABIA.

5.2 Potenciais técnicos de conservação de energia

Martinetal (2000) apontam o uso de membranas(*) na indústria alimentícia como uma tecnologia que tem razoáveis chances de propiciar elevadas economias de energia no futuro.

(*) O Uso de membrana, empregada em processo de osmose reversa e/ou ultrafiltração, para clarificação, concentração, fracionamento (separação de componentes), dessalinização e purificação de líquidos, apresentando grande potencial de economia de energia em relação aos processos tradicionais.

Mellado e Cerda (2008) comunicaram em um evento organizado pela UNIDO e pela ABNT em agosto de 2008, em São Paulo, os resultados de um estudo que detectou, neste ano, um potencial de conservação de energia de 2,5% na fabricação de açúcar no Chile. Este potencial também foi apresentado por Maldonado (2008) em um evento em Campinas (SP) no mesmo ano.

A Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Conservação de Energia (Abesco) estimou, em 2006, um potencial de economia de energia de 10% na indústria de alimentos e bebidas nacional (MOURA, 2006).

Aplicando os dados de distribuição do consumo energético por usos finais e de rendimentos energéticos médios e de referência levantados em 2004, o Balanço de Energia Útil do Ministério de Minas e Energia revelou um potencial técnico de conservação de energia de 6,2% na indústria de alimentos e bebidas brasileira em 2006, associada somente à troca dos equipamentos atuais por outros mais eficientes (MME, 2005). A maior parte desta economia potencial (83,8%) situava-se no uso final "calor de processo".

Os estudos de eficiência energética do Plano Nacional de Energia 2030 projetaram economias potenciais de energia elétrica na indústria de alimentos e bebidas brasileira que se situam na faixa de 2 a 9% do consumo total deste energético em 2030, dependendo do cenário adotado para o crescimento da economia (EPE, 2007a).

Os principais potenciais de economia no consumo de energia elétrica residem:

(I) na troca de motores velhos, ineficientes, ou superdimensionados;

(II) na instalação de motores de alto rendimento;

(III) no uso de controladores de velocidade em certas aplicações envolvendo, por exemplo, o acionamento de bombas, ventiladores, ou compressores com regimes de operação bastante variáveis;

(IV) na troca de equipamentos visando melhorias nos coeficientes de performance de instalações de refrigeração.

Os potenciais técnicos de conservação de energia calculados neste trabalho estão indicados na Tabela 16. Ali é possível observar que existem cadeias, como as de pescados e a de cacau, chocolate, balas e doces que consomem pouca energia, enquanto que cadeias como as de bebidas, abate de carnes e rações para animais consomem muita energia e possuem bons potenciais de conservação de energia.

Os Gráfico 18 e Gráfico 19 ilustram essas diferenças de consumo e de potenciais de conservação de energia, térmica e elétrica, respectivamente, entre as principais cadeias desse segmento industrial.

5.3 Potencial de conservação de energia segundo o BEU

Os dados do Balanço de Energia Útil (MME, 2005) permitem estimar um potencial de conservação de energia para a indústria de alimentos e bebidas, excetuando-se açúcar, em 2004, de 314,6 mil tep. Tal valor é menor do que o encontrado neste relatório: 517,5 mil tep. A comparação entre esses resultados pode ser visualizada no Gráfico 20.

Tabela 15

Produção, consumos energéticos específicos e coeficientes de distribuição de energia das principais cadeias da indústria de alimentos e bebidas no Brasil em 2004

Cadeia produtiva	Produção (t)	Consumo específico de energia (tep/t)				Coeficientes de distribuição de energia					
		Energia térmica		Energia elétrica		Energia térmica			Energia elétrica		
		Médio	Mínimo	Médio	Mínimo	Aquecimento direto		Vapor de Processo	Força motriz	Refrigeração	Iluminação
						Fornos	Secadores				
Bebidas (cerveja, cachaça, refrigerantes., sucos, etc.)	25.050.500	0,0198	0,0186	0,0091	0,0074	0,1346	0,0000	0,8654	0,3010	0,5291	0,1699
Carnes (abate)	25.236.616	0,0147	0,0137	0,0159	0,0137	0,1175	0,0000	0,8825	0,4421	0,4277	0,1302
Carne (Industrialização)	3.242.200	0,0943	0,0840	0,0180	0,0153	0,1175	0,0000	0,8825	0,5765	0,3098	0,1136
Soja (esmagamento)	28.900.000	0,0127	0,0112	0,0038	0,0031	0,0000	1,0000	0,0000	0,8055	0,0000	0,1945
Óleo vegetal (refino)	3.390.000	0,0820	0,0752	0,0099	0,0091	0,0000	0,5694	0,4306	0,8068	0,0000	0,1932
Leite (Pasteurizado e UHT)	9.127.000	0,0135	0,0124	0,0090	0,0077	0,0000	0,9517	0,0483	0,8052	0,0000	0,1948

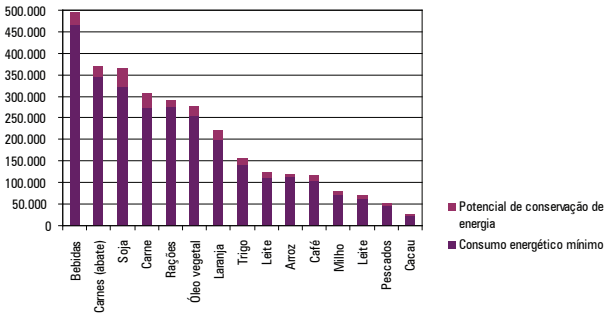
Cadeia produtiva	Produção (t)	Consumo específico de energia (tep/t)				Coeficientes de distribuição de energia					
		Energia térmica		Energia elétrica		Energia térmica			Energia elétrica		
		Médio	Mínimo	Médio	Mínimo	Aquecimento direto		Vapor de Processo	Força motriz	Refrigeração	Iluminação
						Fornos	Secadores				
Leite (Industrialização)	2.053.000	0,0341	0,0304	0,0167	0,0157	0,0000	0,2205	0,7795	0,8067	0,0000	0,1933
Trigo (produção de farinha e farelo)	9.850.000	0,0159	0,0143	0,0079	0,0073	0,0000	0,2256	0,7744	0,8062	0,0000	0,1938
Arroz (branco polido e parboilizado)	12.660.000	0,0094	0,0090	0,0071	0,0060	0,0000	0,0937	0,9063	0,8063	0,0000	0,1937
Milho (moagem úmida; a seco e pequenos moinhos)	4.159.000	0,0189	0,0171	0,0076	0,0072	0,0000	0,0000	1,0000	0,6942	0,1818	0,1240
Café (torrado/moído e solúvel)	1.090.000	0,1075	0,0976	0,0078	0,0075	0,0000	0,0000	1,0000	0,6931	0,1843	0,1226
Rações e alimentos para animais	47.200.000	0,0062	0,0059	0,0072	0,0054	0,0000	0,0000	1,0000	0,6931	0,1843	0,1226
Pescados	1.145.000	0,0468	0,0420	0,0080	0,0078	0,0000	0,6411	0,3589	0,8065	0,0000	0,1935
Cacau, Chocolate, balas e doces	969.000	0,0277	0,0254	0,0104	0,0094	0,0000	0,0000	1,0000	0,6934	0,1842	0,1225
Laranja (suco FCOJ)	15.885.700	0,0139	0,0125	0,0082	0,0078	0,0000	0,0000	1,0000	0,6485	0,0000	0,3515

Fonte: Balanço de Energia Útil (MME, 2005)

Tabela 16
Potenciais de conservação de energia nas principais cadeias da indústria de alimentos e bebidas no Brasil em 2004

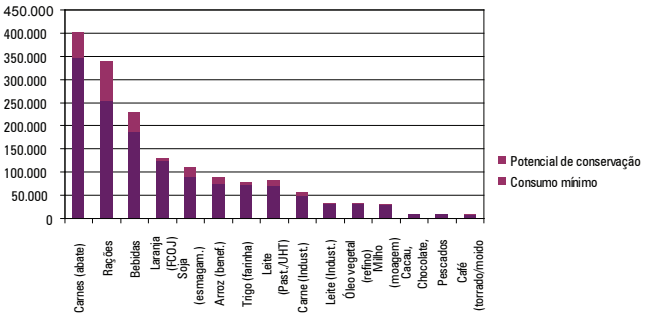
Cadeia produtiva	Potencial de Conservação de Energia (tep)						
	Energia térmica			Energia elétrica			Total por cadeia
	Aquecimento direto		Vapor de processo	Força motriz	Refrigeração	Iluminação	
	Fornos	Secadores					
Bebidas (cerveja, cachaça, refrig., sucos, etc.)	4.077	0	26.223	12.307	21.637	6.948	71.191
Carnes (abate)	3.074	0	23.085	23.971	23.187	7.057	80.374
Carne (Industrialização)	3.958	0	29.726	5.089	2.735	1.003	42.512
Soja (esmagamento)	0	44.064	0	18.513	0	4.471	67.049
Óleo vegetal (refino)	0	13.139	9.936	2.286	0	548	25.909
Leite (Pasteurizado e UHT)	0	9.849	500	9.473	0	2.292	22.113
Leite (Industrialização)	0	1.654	5.845	1.656	0	397	9.552
Trigo (produção de farinha e farelo)	0	3.753	12.880	4.988	0	1.199	22.819
Arroz (branco polido e parboilizado)	0	475	4.594	11.044	0	2.653	18.767
Milho (moagem úmida; a seco e peq. moinhos)	0	0	7.509	1.183	310	211	9.214
Café (torrado/moído e solúvel)	0	0	10.746	242	64	43	11.095
Rações e alimentos para animais	0	0	15.734	58.386	15.527	10.328	99.976
Pescados	0	3.471	1.943	221	0	53	5.688
Cacau, Chocolate, balas e doces	0	0	2.152	680	181	120	3.134
Laranja (suco FCOJ)	0	0	22.017	3.960	0	2.146	28.124

Fonte: Balanço de Energia Útil (MME, 2005)



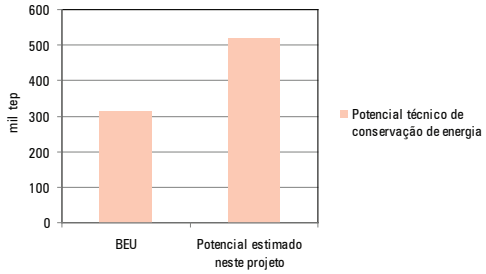
Fonte: Balanço de Energia Útil (MME, 2005)

Gráfico 18
Consumos e potenciais de conservação de energia térmica, em tep, nas principais cadeias da indústria de alimentos e bebidas no Brasil em 2004



Fonte: Balanço de Energia Útil (MME, 2005)

Gráfico 19
Consumos e potenciais de conservação de energia elétrica, em tep, nas principais cadeias da indústria de alimentos e bebidas no Brasil em 2004



Fonte: Balanço de Energia Útil (MME, 2005) e Metodologia adotada neste trabalho

Gráfico 20
Comparação entre os potenciais técnicos de conservação de energia na indústria de alimentos e bebidas em 2004, calculados usando a base de dados do BEU e segundo a metodologia adotada neste trabalho

6 Barreiras ao Uso Racional de Energia

6 Barreiras ao Uso Racional de Energia

O setor pode ser considerado pulverizado e fragmentado e é neste contexto que as barreiras à implantação de ações em eficiência energética se inserem. Dentre as principais barreiras encontradas no setor, destacam-se:

- Falta de incentivos: não há incentivos claros do governo federal que estimulem as empresas a efetuarem ações de eficiência energética.
- Financiamento: alguns empresários de pequeno/médio porte, que conhecem opções tecnológicas e suas vantagens, dizem possuir dificuldades de financiamento (por não possuírem condições de acesso às linhas existentes), a não ser que se associem a ESCO´s.
- Ausência de estrutura legal e de incentivos fiscais para cogeração ou produção de energia independente, que tornem as condições favoráveis à viabilização de empreendimentos. Por exemplo, uma melhor regulamentação legal dos contratos de desempenho envolvendo ESCO's, bancos de investimentos e usuários.
- Indisponibilidade de determinadas tecnologias. Tal barreira, inclusive por razões econômicas, é típica de empresas de pequeno porte do segmento de Alimentos e Bebidas. Falta também informações a respeito das opções tecnológicas e dos parâmetros necessários à análise de viabilidade.

7 Conclusões

7 Conclusões

A indústria de alimentos e bebidas é muito pulverizada por todo o território nacional e possui cerca de 850 tipos de produtos e um universo de 42 mil plantas industriais, responsáveis por cerca de 12 milhões de postos de trabalho diretos. A indústria de Alimentos e Bebidas em 2006 foi responsável por 26,2% do consumo de energia total e 11,8% de energia elétrica na indústria brasileira.

O maior consumo energético foi registrado no abate e na industrialização de carnes, seguido pela produção e refino de óleo de soja, fabricação de bebidas, e produção de rações e alimentos para animais, nesta ordem. Já os maiores consumos de eletricidade em 2004 foram no abate de carnes, na produção de rações e alimentos para animais, na fabricação de bebidas e na produção de suco de laranja.

O principal uso final da energia consumida na indústria de alimentos e bebidas, excluindo a fabricação de açúcar, é na forma de calor de processo, seguido pelo aquecimento direto, força motriz e refrigeração. Já na fabricação de açúcar, quase toda a energia é consumida na forma de calor de processo, com uma pequena parcela utilizada na forma de força motriz.

O consumo de energéticos utilizados na indústria de Alimentos e Bebidas, excetuando o segmento de açúcar, é relativamente estável desde a década de 1990, seguido pelo consumo crescente de eletricidade, pelo consumo decrescente de óleo combustível e pelo consumo crescente de gás natural. No segmento de fabricação de açúcar, o bagaço de cana é o principal energético responsável por suprir o elevado consumo de energia para uso final como calor de processo e gerar a energia elétrica consumida.

Na indústria de alimentos e bebidas, os principais processos/equipamentos consumidores de energia térmica para uso final na forma de aquecimento direto são os secadores e fornos. Já para calor de processo é o cozimento, destilação, evaporação, pasteurização/esterilização, e principalmente limpeza (lavagem a quente de máquinas e instalações, frequentemente com água em pressão elevada). Os principais processos consumidores de energia térmica elétrica são refrigeração (resfriamento e congelamento, condicionamento de ar). Para força motriz são extrusão, moagem, trituração ou pulverização e mistura.

A metodologia utilizada foi baseada em dados agregados de consumo de energia elétrica e de combustíveis, além da respectiva quantidade de produtos produzida, levantados na Pesquisa Industrial do PROCEL, em visita às indústrias. Os dados de produção foram obtidos a partir de estatísticas da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação – ABIA, enquanto que os consumos energéticos específicos e os coeficientes de distribuição do consumo energético por usos finais, obtidos na literatura técnica consultada, foi complementada por informações coletadas em algumas visitas técnicas às indústrias.

Inicialmente, os consumos específicos foram determinados em (MJ/t) de produto final utilizando, dados da literatura internacional. Ao processar os dados nacionais de algumas das cadeias produtivas levantados na Pesquisa Industrial do PROCEL e visitas técnicas às indústrias, verificou-se que somente continham informações sobre a quantidade de matéria-prima processada e quantidade de energia consumida, não possibilitando o rateamento de consumo por produto final, principalmente aquelas com grande número de produtos finais utilizando a mesma matéria-prima, mas com diferentes graus de processamento. Assim optou-se por utilizar consumos energéticos específicos por tonelada de matéria-prima e não por tonelada de produto

Os principais potenciais técnicos de conservação de energia calculados neste trabalho se concentram nas cadeias produtivas de carne (abate), rações, e de bebidas. Eles apresentaram os maiores consumos de energia elétrica e também os maiores potenciais de economia de energia.

Referências

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS (ABIA). **Indústria da alimentação**: evolução. São Paulo, 2008

_____. **Pesquisa industrial**: levantamento anual. São Paulo, 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **BEU, Balanço de Energia Útil**. Brasília, 2005. CD-ROM.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Procel. **Questionário industrial**. Brasíla, 2007.

BROWN, Harry L.; HAMEL, Bernard B.; HEDMAN, Bruce A. **Energy analysis of 108 industrial processes**. Philadelphia: Fairmont Press, 1985.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC). World Bank Group. **General EHS Guidelines Environmental, Health and Safety Guidelines for Meat Processing**. [s.l] April, 30, 2007. Disponível em: <www.ifc.org/ifcext/ enviro.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

MAGANHA, Martha Faria Bérnils. **Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos**. São Paulo: CETESB, 2006. 89p (Série P + L). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producaolimpa/documentos/ laticinio.pdf>

PACHECO, José Wagner. **Guia técnico ambiental de frigoríficos**: industrialização de carnes: bovina e suína. São Paulo: CETESB, 2006. (Série P + L). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producaolimpa/ documentos/frigorifico.pdf>

_____. **Guia técnico ambiental de graxais**. São Paulo: CETESB, 2006. 80p. (Série P + L). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/ producaolimpa/documentos/graxaria.pdf>

PACHECO, José Wagner; YAMANAKA, Hélio Tadashi. **Guia técnico ambiental de abates**: bovino e suíno. São Paulo : CETESB, 2006. (Série P + L). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producaolimpa/ documentos/abate.pdf>

RIBEIRO, Denis; LACERDA DE ALMEIDA, Amilcar Figueira. **O Mercado brasileiro dos alimentos industrializados**. São Paulo: ABIA, 2006.

SANTOS, Mateus Sales dos; MIRANDA RIBEIRO, Flávio. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005. 58 p. (Série P + L). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/cervejas_refrigerantes.pdf>

SINGH, R. Paul. **Energy in food processing**. New York: Elsevier, 1986.

YAMANAKA, Hélio Tadashi. Sucos cítricos. São Paulo: CETESB, 2005. 45 p. (Série P + L). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/ producao_limpa/documentos/sucos_citricos.pdf>

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI

Unidade de Competitividade Industrial – COMPI

Wagner Cardoso
Gerente de Infra-Estrutura

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

Carlos Roberto Rocha
Sérgio 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

Ministério de
Minas e Energia

ISBN 978-85-7957-007-0