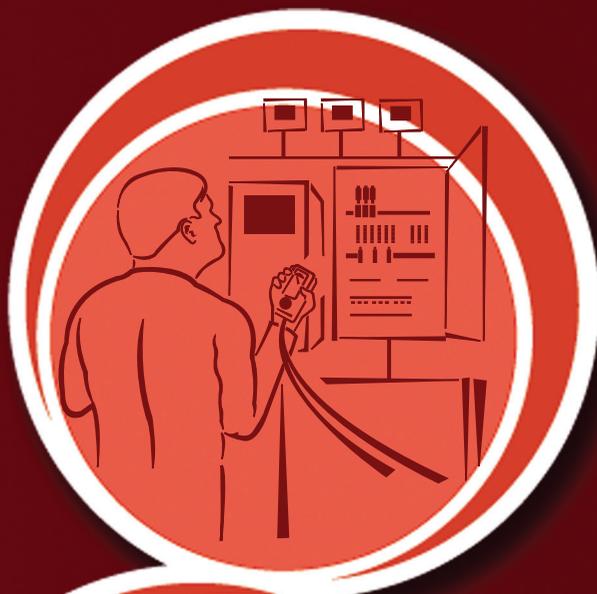


# OPORTUNIDADES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A INDÚSTRIA

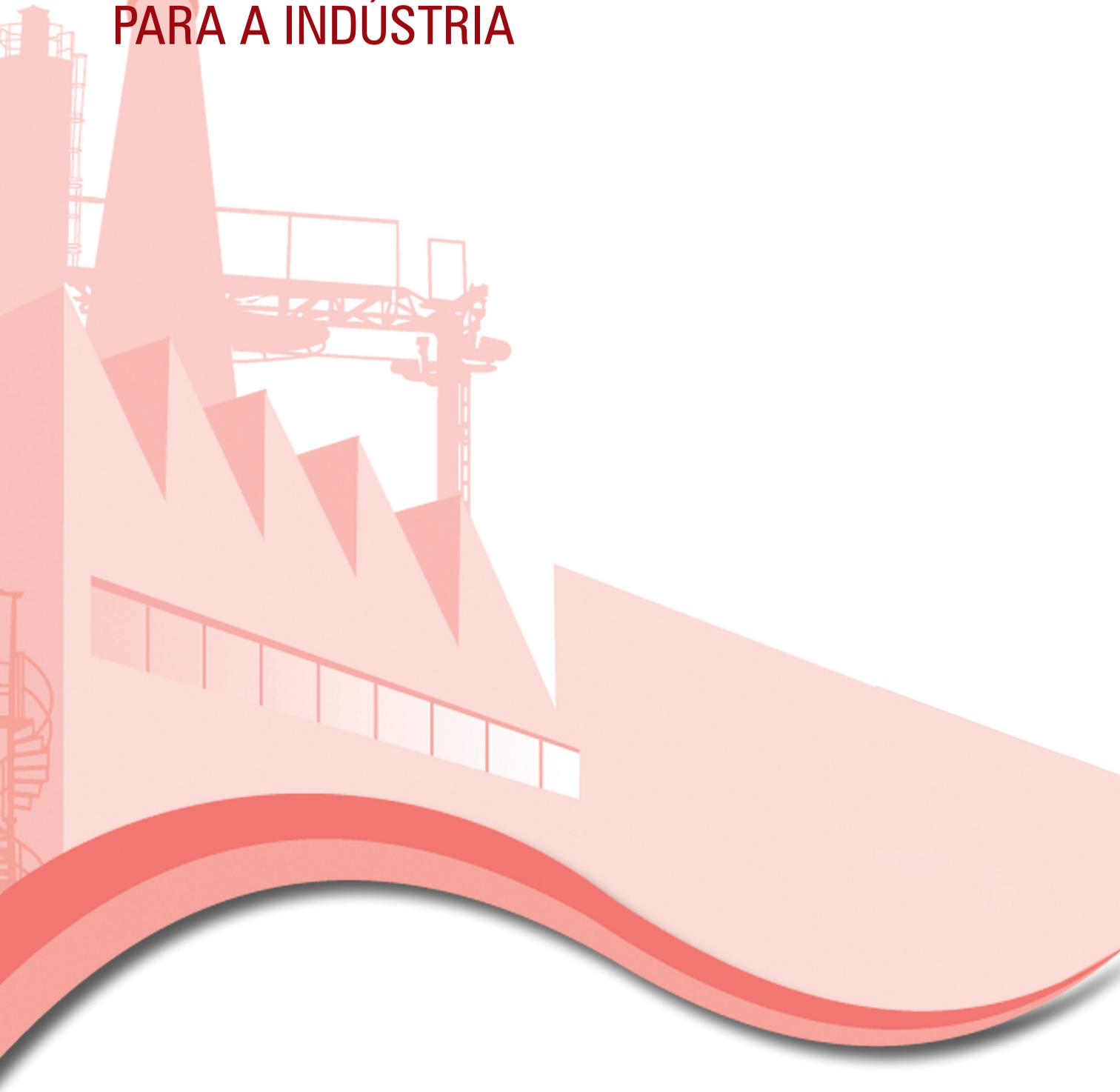
ESTUDO DE CASOS  
SUMÁRIO EXECUTIVO

BRASÍLIA – 2010





# OPORTUNIDADES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A INDÚSTRIA



## **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI**

Robson Braga de Andrade  
*Presidente em Exercício*

### **Diretoria Executiva – DIREX**

José Augusto Coelho Fernandes  
*Diretor*

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti  
*Diretor de Operações*

Heloísa Regina Guimarães de Menezes  
*Diretora de Relações Institucionais*

## **INSTITUTO EUVALDO LODI – IEL**

### **IEL – Núcleo Central**

Paulo Afonso Ferreira  
*Diretor-Geral*

Carlos Roberto Rocha Cavalcante  
*Superintendente*

## **ELETRORBRAS**

José Antônio Muniz Lopes  
*Presidente*

Ubirajara Rocha Meira  
*Diretor de Tecnologia*

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

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

# OPORTUNIDADES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A INDÚSTRIA

## ESTUDO DE CASOS SUMÁRIO EXECUTIVO

EDUARDO GUARDIA  
JAMIL HADDAD  
LUIZ NOGUEIRA  
ROBERTO AKIRA

BRASÍLIA – 2010

© 2010. CNI – Confederação Nacional da Indústria.

**CNI**

**Unidade de Competitividade Industrial – COMPI**

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

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

---

**FICHA CATALOGRÁFICA**

---

061

Oportunidades de eficiência energética para a indústria: estudo de casos: sumário executivo / Eduardo Guardia ...  
[et al]. – Brasília: CNI, 2010.

61 p.

ISBN 978-85-7957-047-6

1. Eficiência Energética 2. Meio Ambiente I. Título. II. Guardia, Eduardo

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](mailto: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](http://www.eletrobras.com)

[eletrobr@eletrobras.com](mailto: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](http://www.eletrobras.com/procel)

[procel@eletrobras.com](mailto: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](http://www.eletrobras.com/procel)

[procel@eletrobras.com](mailto:procel@eletrobras.com)

Ligação Gratuita 0800 560 506

# LISTA DE GRÁFICOS

## **Gráfico 1**

Síntese dos indicadores energéticos e o custo da energia economizada nos projetos avaliados **24**

## **Gráfico 2**

Projetos do segmento de alimentos e bebidas **29**

## **Gráfico 3**

Projetos do segmento químico **30**

## **Gráfico 4**

Projetos do segmento têxtil **31**

## **Gráfico 5**

Projetos do segmento de siderurgia **32**

## **Gráfico 6**

Projetos do segmento de metalurgia **33**

## **Gráfico 7**

Projetos do segmento automotivo **34**

## **Gráfico 8**

Projetos do segmento de papel e celulose **35**

## **Gráfico 9**

Projetos do segmento de couro **35**

## **Gráfico 10**

Projetos do segmento de minerais metálicos **36**

## **Gráfico 11**

Projetos do segmento de minerais não metálicos **37**

## **Gráfico 12**

Projetos do segmento cerâmico **38**

## **Gráfico 13**

Projetos do segmento de fundição **39**

# LISTA DE TABELAS

## **Tabela 1**

Distribuição de projetos de eficiência energética por região **22**

## **Tabela 2**

Custo da energia conservada, por uso final **23**

## **Tabela 3**

Custo da energia conservada e custo médio por projeto, por segmento **23**

## **Tabela 4**

Projetos por tipo e uso final **26**

## **Tabela 5**

Distribuição de projetos por segmento **28**

## **Tabela 6**

Competências das instituições **54**

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

**ABCP:** Associação Brasileira de Cimento Portland

**ABDIB:** Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base

**ABESCO:** Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia

**ABIA:** Associação Brasileira da Indústria de Alimentos

**ABILUX:** Associação Brasileira de Iluminação

**ABIMAQ:** Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos

**ABINEE:** Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

**ABIQUIM:** Associação Brasileira da Indústria Química

**ABIT:** Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção

**ABIVIDRO:** Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro

**ABM:** Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais

**ABRACE:** Associação Brasileira dos Grandes Consumidores Industriais de Energia

**ABRADEE:** Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica

**ABRAVA:** Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

**ABTCP:** Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

**ANEEL:** Agência Nacional de Energia Elétrica

**ANICER:** Associação Nacional da Indústria Cerâmica

**BIRD:** Banco Mundial

**BNDES:** Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

**CATE:** Centro de Aplicação de Tecnologias Eficientes

**CEC:** Custo da Energia Conservada

**CEPEL:** Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

**CICE:** Comissão Interna de Conservação de Energia

**CMP:** Custo Médio por Projeto

**CNI:** Confederação Nacional da Indústria

**CTEC:** Centro de Tecnologia

**CT-ENERG:** Fundo Setorial de Energia

**CT-PETRO:** Fundo Setorial de Petróleo e Gás Natural

**DASOL:** Departamento Nacional de Aquecimento Solar

**EPP:** Eficiência Energética nos Prédios Públicos

**ESCO:** Empresa Especializada em Serviços de Conservação de Energia

**EXCEN:** Centro de Excelência em Eficiência Energética

**EXPOLUX:** Feira Internacional da Iluminação

**FINEP:** Financiadora Nacional de Pesquisa

**GEF:** Global Environment Facility

**GEM:** Gestão Energética Municipal

**GOSE:** Grupo de Pesquisa em Otimização de Sistemas Energéticos

**IBS:** Instituto Brasileiro de Siderurgia

**INMETRO:** Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

**INT:** Instituto Nacional de Tecnologia

**IPT:** Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

**kW:** Quilowatt

**LABAUT:** Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética

**LABEE:** Laboratório de Eficiência Energética em Edificações

**LACTEC:** Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento

**LAI:** Laboratório de Aplicações Industriais

**LAMOTRIZ:** Laboratório de Otimização de Sistemas Motrizes

**LENHS:** Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento

**MWh:** Megawatt-hora

**NIPE:** Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético

**NUCAM:** Núcleo de Conforto Ambiental

**P&D:** Programa de Pesquisa e Desenvolvimento

**PCH:** Pequena Central Hidrelétrica

**PEE:** Programa de Eficiência Energética

**PEE-UFRJ:** Programa de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

**PROCEL:** Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

**PROCEL EPP:** Eficiência Energética nos Prédios Públicos

**PROCEL GEM:** Gestão Energética Municipal

**PROESCO:** Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética

**PUCMG:** Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

**PUCRS:** Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul

**RGR:** Reserva Global de Reversão

**SIMPOLUX:** Simpósio Brasileiro de Iluminação Eficiente

**UFAL:** Universidade Federal de Alagoas

**UFAM:** Universidade Federal do Amazonas

**UFG:** Universidade Federal de Goiás

**UFMG:** Universidade Federal de Minas Gerais

**UFPB:** Universidade Federal da Paraíba

**UFSC:** Universidade Federal de Santa Catarina

**UNESP:** Universidade Estadual Paulista

**UNICAMP:** Universidade Estadual de Campinas

**UNIFEI:** Universidade Federal de Itajubá

**USP:** Universidade de São Paulo



# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO ELETROBRAS/PROCEL INDÚSTRIA **15**

APRESENTAÇÃO CNI **17**

**1** INTRODUÇÃO **19**

**2** SÍNTESE DOS RESULTADOS **21**

**3** ANÁLISE DOS PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA IMPLEMENTADOS NO SETOR INDUSTRIAL **25**

- 3.1 Visão geral sobre os projetos **26**
- 3.2 Segmento de alimentos e bebidas **28**
- 3.3 Segmento químico **29**
- 3.4 Segmento têxtil **30**
- 3.5 Segmento de siderurgia **31**
- 3.6 Segmento de metalurgia **32**
- 3.7 Segmento automotivo **33**
- 3.8 Segmento de papel e celulose **34**
- 3.9 Segmento de couro **35**
- 3.10 Segmento de minerais metálicos **36**
- 3.11 Segmento de minerais não metálicos **36**
- 3.12 Segmento cerâmico **37**
- 3.13 Segmento de fundição **38**
- 3.14 Outros segmentos **39**
- 3.15 Fatores de sucesso e insucesso **39**

**4** PROCEL **41**

**5** ASSOCIAÇÕES DE CLASSE **45**

**6** PROVEDORES DE SERVIÇOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA **49**

- 6.1 ESCOs **50**
- 6.2 Fabricantes de equipamentos e empresas de engenharia **50**

**7** UNIVERSIDADES E CENTROS DE PESQUISA **53**

**8** FONTES DE FINANCIAMENTO PARA AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA **57**

REFERÊNCIAS **59**



## APRESENTAÇÃO ELETROBRAS/PROCEL INDÚSTRIA

Mobilizar a sociedade para o uso eficiente da energia elétrica, combatendo o seu desperdício, é a missão estratégica do Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica). A Diretoria de Tecnologia da Eletrobras é responsável pela Secretaria Executiva do programa, que foi criado em 1985 pelo governo federal, por intermédio do Ministério de Minas e Energia.

Economizar energia elétrica traz inúmeras vantagens, como o adiamento da necessidade de construção de novas usinas geradoras e sistemas associados, liberando recursos para outras áreas e contribuindo para a preservação do meio ambiente.

A Eletrobras, no âmbito do Procel Indústria, atua com o objetivo de dar suporte aos diversos segmentos industriais para a melhoria do desempenho energético das instalações, fundamentalmente com foco na redução de perdas nos sistemas motrizes instalados. Atua também para aperfeiçoar a capacitação dos trabalhadores da indústria brasileira, de modo a evitar o desperdício de energia e promover o seu uso eficiente. Nesse sentido, a Eletrobras tem celebrado e interagido com agentes de mercado por meio de convênios. Para o desenvolvimento deste trabalho técnico, foram estabelecidas parcerias com as federações das indústrias estaduais, com a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e com o Instituto Euvaldo Lodi – Núcleo Central (IEL/NC).

Assim, este relatório técnico é resultante de uma iniciativa conjunta e inédita para o levantamento de potenciais técnicos de conservação de energia em 14 segmentos do setor industrial: alimentos e bebidas, cal e gesso, cerâmica, cimentoiro, extrativo-mineral, ferros-ligas, fundição, metais não ferrosos, papel e celulose, químico, siderúrgico, têxtil, vidro e não energia-intensivos (fumo, calçados, madeira etc). Os estudos realizados contemplam, além dos relatórios setoriais, outros relatórios que agregam temas de alta relevância para o setor industrial, como as experiências internacionais em eficiência energética para a indústria e o histórico de programas nesta área.

Seguindo as diretrizes do Procel Indústria, este relatório pretende ser um instrumento útil para os *players* atuantes no mercado nacional de eficiência energética do setor industrial: indústrias, federações de indústrias, associações de classe, CNI, instituições privadas ou governamentais. A ideia é que se torne uma referência e uma fonte de consulta constante para aqueles que compartilham do objetivo de promover a eficiência na produção e o uso adequado da energia, eliminando também os desperdícios, reduzindo os custos e, conseqüentemente, colaborando para a inovação tecnológica e a competitividade da indústria brasileira.

Assim, o convênio Eletrobras, CNI e IEL/NC, instrumento jurídico firmado entre as partes, tem por objeto o “Levantamento e Avaliação de Programas e Metodologias de Eficiência Energética na Indústria”. De um modo geral, as principais linhas de trabalho estabelecidas no convênio compreendem: a organização do conhecimento com base na experiência de projetos já realizados; a identificação de setores econômicos com potencial de economia de energia, bem como de barreiras e oportunidades de implantação de ações de eficiência energética na indústria; a elaboração de subsídios para a tomada de decisão em relação à implementação de projetos de eficiência energética na indústria; a interação permanente com o setor industrial, visando à seleção de projetos de eficiência energética e à avaliação de resultados para maior eficácia das ações. Esse escopo atende ainda às diretrizes gerais de atuação previstas em Protocolo de Cooperação Técnica assinado entre Eletrobras, CNI e IEL/NC, em 16/12/2004.

Tem-se a expectativa de que as informações do mercado, mais organizadas, gerem subsídios para um planejamento efetivo de políticas públicas mais eficazes destinadas ao uso eficiente da energia nos processos industriais e cadeias produtivas no Brasil.



# APRESENTAÇÃO CNI

A energia é um dos principais insumos da indústria. Sua disponibilidade, custo e qualidade são determinantes fundamentais da capacidade competitiva do setor produtivo.

O setor industrial responde por 39,6% de todo o consumo de energia no Brasil. No tocante à energia elétrica, sua importância é ainda maior, pois representa 46,3% do consumo total. Assim sendo, a segurança do abastecimento de energia elétrica merece a atenção permanente da CNI.

Na busca da segurança energética, destaca-se a opção pela eficiência como fator de racionalidade na oferta e uso de energia. Com o aumento do custo da eletricidade e da emissão de gases causadores do efeito estufa, ações voltadas para a racionalização tornam-se ainda mais atrativas.

Desde dezembro de 2004, a CNI e a Eletrobras desenvolvem parcerias visando à eficiência energética no setor industrial. Como resultado, foram promovidos três importantes convênios para a publicação de estudos e desenvolvimento de ações. São eles:

- Manuais sobre eficiência energética para trabalhadores da indústria;
- Etiquetagem voluntária dos transformadores de distribuição;
- Identificação do potencial de eficiência energética em setores industriais e avaliação de programas de eficiência energética na indústria.

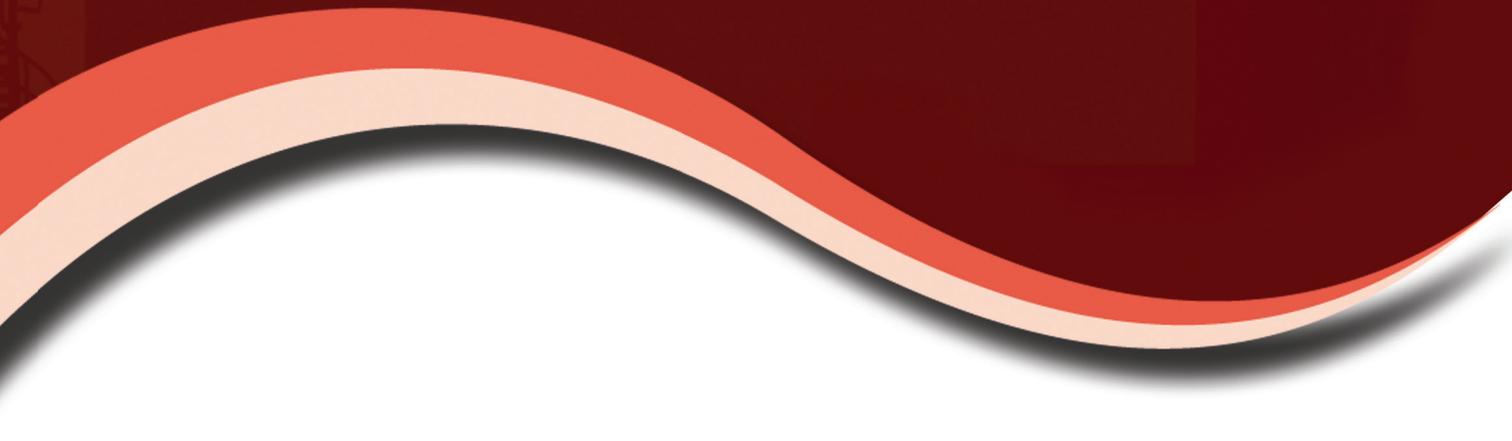
A presente publicação foi elaborada com o objetivo de identificar oportunidades de ganho de competitividade associadas ao uso eficiente da energia nas indústrias e de sugerir medidas para a consolidação de um mercado sustentável de eficiência energética para o setor industrial.

A indústria vem fazendo a sua parte. A eficiência energética e a preocupação com o meio ambiente têm sido foco de atenção permanente. Esta iniciativa, inclusive, se insere nas ações do Mapa Estratégico da Indústria 2007-2015, um conjunto de objetivos que o setor industrial considera indispensável para consolidar o Brasil como uma economia competitiva e inovadora.

Com esta publicação, a CNI e a Eletrobras esperam estar contribuindo para o desenvolvimento da eficiência energética e o debate sobre o futuro da energia no Brasil.



# 1 Introdução



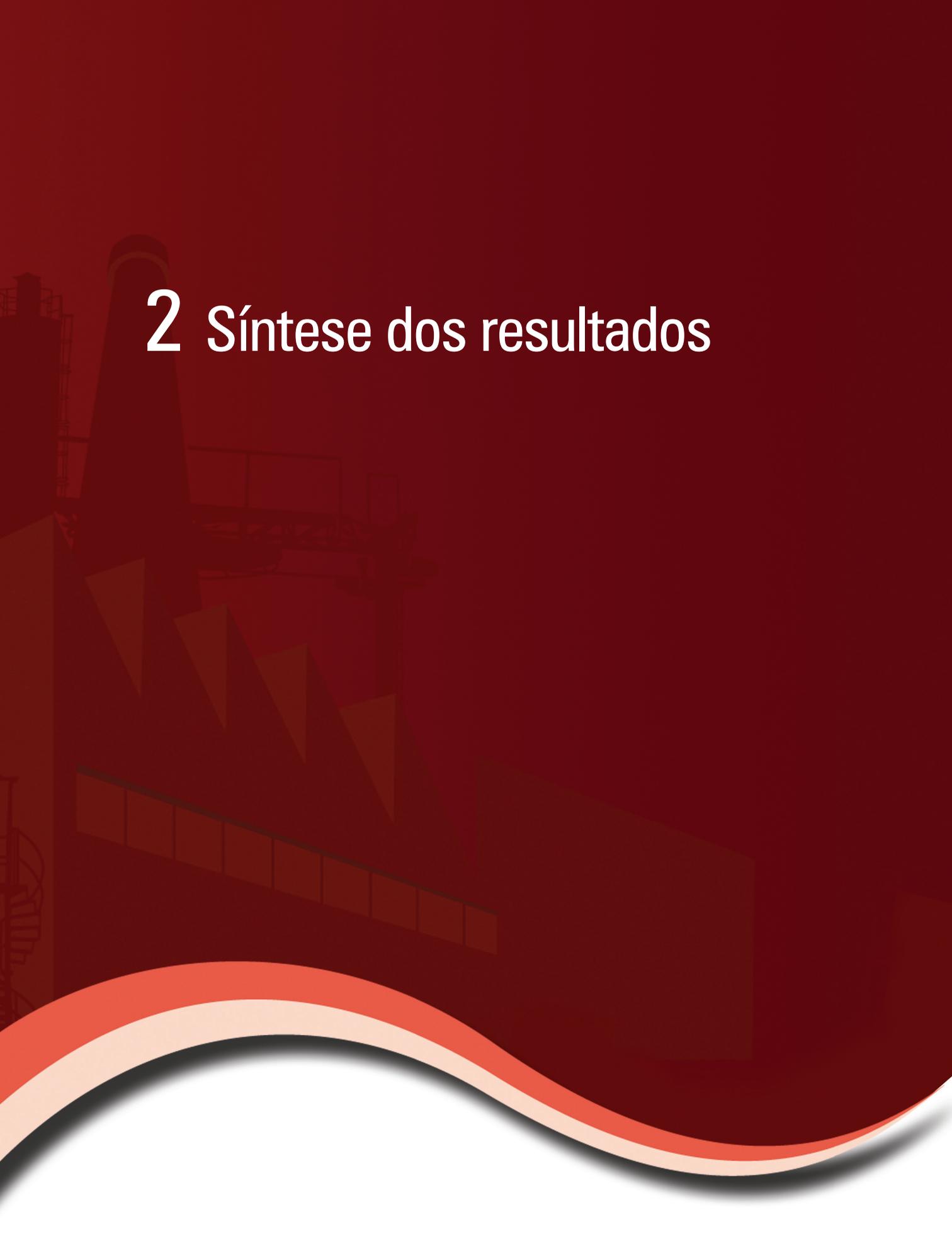
## 1 Introdução

**C**om o propósito de identificar experiências concretas e explorar possibilidades de incremento da eficiência energética nas indústrias brasileiras, foi desenvolvido um amplo levantamento dos programas de fomento ao uso racional de energia, cujos principais dados e resultados são apresentados a seguir.

Os principais programas e ações de eficiência energética propostos e adotados pela indústria brasileira são:

- Programa de Eficiência Energética (PEE) de concessionárias de energia elétrica;
- Iniciativas do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL);
- Iniciativas das associações de classe (ABINEE, ABILUX, ABIMAQ, ABDIB, ABRACE, ABRADÉE);
- Atividades da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO);
- Iniciativas das principais instituições acadêmicas e institutos tecnológicos;
- Projetos apoiados por instituições e órgãos promotores e financiadores de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

# 2 Síntese dos resultados



## 2 Síntese dos resultados

**P**or meio deste projeto, foram identificadas diversas ações desenvolvidas nos últimos anos pelo setor industrial, relacionadas ao aumento da eficiência energética e à redução de desperdícios, principalmente de energia elétrica. Considerando as informações obtidas nos 217 projetos analisados, foram investidos R\$ 161 milhões e economia anual de 626 GWh e demanda evitada de 87 MW.

Adotando para esses projetos uma vida econômica de 10 anos e uma taxa de desconto de 12%, resulta um custo médio de 79 R\$/MWh economizado, considerado um valor atrativo frente aos custos correntes da energia elétrica adquirida das concessionárias. Na tabela abaixo, esses projetos são apresentados por região da federação, evidenciando a importância do sudeste, que respondeu por cerca da metade dos projetos e da energia economizada.

**Tabela 1**

### Distribuição de projetos de eficiência energética por região

Região	Projetos	Demanda evitada (kW)	Energia economizada (GWh/ano)	Investimento (1000 R\$)
Sul	45	4.681	26	6.355
Sudeste	141	67.598	367	107.568
Nordeste	17	12.002	103	16.681
Centro-Oeste	8	2.006	126	29.358
Norte	6	687	2	1.038
Total	217	86.975	626	161.000

Fonte: Elaboração própria

Embora tenham sido consideradas medidas de racionalização energética em diversos usos finais (iluminação, motores, ar condicionado, etc.) na maioria dos projetos avaliados, em alguns projetos se estudaram apenas medidas para a aplicação da energia elétrica, tornando possível estimar o custo médio da energia conservada (CEC). Como mostrado na Tabela 2, cujos valores também foram determinados assumindo uma vida útil de 10 anos para os projetos e uma taxa de desconto de 12% ao ano, as medidas envolvendo cogeração/recuperação de calor e sistemas de ar comprimido apresentaram os custos mais elevados, enquanto os sistemas de refrigeração, bombeamento e gestão apresentaram os resultados mais atrativos em termos econômicos.

Conforme indicado na Tabela 3, os setores alimentício, químico e cerâmico apresentaram maior participação na amostra de projetos estudada. Entretanto, os setores siderúrgico e químico foram os que totalizaram maiores investimentos e projetos de maior porte. Em relação aos custos por energia economizada, os setores de fundição e cerâmica tiveram custos mais elevados, enquanto os setores de mineração, siderurgia, química e metalurgia apresentaram os projetos mais competitivos.

**Tabela 2**  
**Custo da energia conservada, por uso final**

Ação e Uso Final	CEC (R\$/MWh)
Cogeração/Recuperação de calor	113
Ar comprimido	108
Inversor	96
Fornos/Caldeiras/Estufas	95
Iluminação	89
Correção de Fator de Potência	72
Motor	63
Refrigeração frigorífica	53
Bombas	47
Gerenciamento/Automação	39

Fonte: Elaboração própria

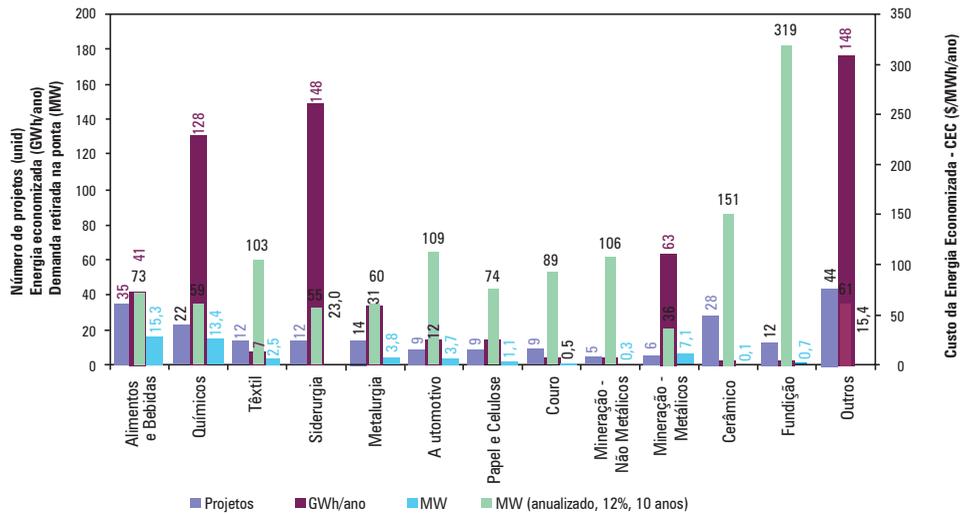
**Tabela 3**  
**Custo da energia conservada e custo médio por projeto, por segmento**

Segmento	Projetos	Custo da Energia Conservada (R\$/MWh)	Custo Médio por Projeto (R\$)
Outros	44	61	953.116
Siderurgia	12	55	4.888.238
Químicos	22	59	1.029.730
Mineração – Metálicos	6	36	476.111
Alimentos e Bebidas	35	73	361.158
Metalurgia	14	60	428.810
Papel e Celulose	9	74	257.637
Automotivo	9	109	633.365
Têxtil	12	103	325.380
Mineração – Não Metálicos	5	106	246.648
Couro	9	89	123.413
Fundição	12	319	46.657
Cerâmico	28	151	50.781

Fonte: Elaboração própria

Em mais de 97% dos projetos estudados, os custos estimados foram inferiores a 107 R\$/MWh, sendo que se estimaram custos mais elevados apenas para os setores automotivo, cerâmico e de fundição.

É importante reconhecer que a correta administração dos recursos e sistemas energéticos nas empresas industriais constitui o elemento-chave para o efetivo sucesso dos projetos de eficiência energética, reduzindo os custos de energia de forma permanente e competitiva. Nesse sentido, convém reiterar que não existem obstáculos técnicos relevantes para a promoção da eficiência energética, sendo o componente gerencial sempre o mais decisivo.



Fonte: elaboração própria

Gráfico 1

### Síntese dos indicadores energéticos e o custo da energia economizada nos projetos avaliados

# 3 Análise dos projetos de eficiência energética implementados no setor industrial

The background is a dark red color. On the left side, there are faint, semi-transparent silhouettes of industrial structures, including a tall chimney and a building with a staircase. At the bottom of the page, there is a decorative graphic consisting of two overlapping, wavy bands. The top band is a lighter shade of red, and the bottom band is a darker shade of red. The overall design is clean and professional, typical of a report or presentation cover.

## 3 Análise dos projetos de eficiência energética implementados no setor industrial

### 3.1 Visão geral sobre os projetos

Com o objetivo de analisar os resultados dos projetos de eficiência energética implementados no setor industrial, foram coletados dados e informações de 446 projetos voltados para o incremento da eficiência energética e redução de perdas de energia. A maioria dos projetos teve participação ou apoio da Eetrobras/PROCEL, foi desenvolvido no âmbito dos Programas de Eficiência Energética das concessionárias de energia elétrica ou participou de concursos de conservação de energia promovidos pelas federações das indústrias. Dentre eles, foram selecionados 217 casos que apresentaram dados completos e consolidados permitindo uma avaliação quantitativa. Os resultados apresentados nesse estudo baseiam-se nos casos escolhidos.

Na tabela a seguir, são identificados os usos finais e as ações desenvolvidas nos projetos de eficiência energética. Os projetos de substituição de motores e do sistema de iluminação são os mais frequentes. É importante ressaltar que outras ações ou tipos de projetos também envolvem os motores como, por exemplo, no uso de inversores em sistemas de bombeamento. Ações sobre o sistema de ar comprimido, incluindo troca de compressores ou correção de vazamentos, correspondem a 9,4% das ações. O uso de sistemas de gerenciamento de demanda também foi bastante adotado.

Tabela 4

#### Projetos por tipo e uso final

Ação e Uso Final	Tipo	Projetos
Motor	Substituição de motores padrão por motores de alto rendimento	78
Iluminação	Substituição do sistema de iluminação, incluindo troca de lâmpadas, luminárias e reatores; Aproveitamento de luz natural	86
Ar comprimido	Substituição de compressores; Gerenciamento de compressores; Correção de vazamentos	34
Gerenciamento / automação	Instalação de Equipamento Gerenciador de demanda; Instalação de sistemas de automação	26
Inversor	Uso de inversor de frequência para acionamento de motores com carga variável	26
Diagnósticos	Realização de Diagnóstico Energético	16
Processo / equipamento	Modificações em processos ou equipamentos específicos	43
Fornos/Caldeiras/Estufas	Modificações no acionamento de fornos elétricos; Alterações em caldeiras ou estufas;	12
Climatização	Substituição de <i>chiller</i> ; Alterações no sistema de controle de ar condicionado central; Uso de Termoacumulação; Alterações em equipamentos de ventilação;	13
Correção de Fator de Potência	Instalação de bancos de capacitores; Uso de gerenciador de demanda para monitoração e controle do fator de potência	24

Ação e Uso Final	Tipo	Projetos
Bombas	Alterações construtivas em bombas; Aplicação de inversores de frequência	8
Cogeração / Recuperação de calor	Instalação de sistemas de cogeração com caldeiras de alta pressão, turbina a vapor ou ciclo combinado com turbina a gás	7
CICE / Gestão	Implantação de CICE; Uso de medidas gerenciais sobre o uso da energia	10
Recontratação de demanda	Projetos onde a medida principal foi a reconstrução da demanda	15
Refrigeração	Modificação de sistemas de refrigeração com amônia	4
Transformadores / SE	Desligamento de transformadores devido ao remanejamento de carga ou instalação de cabines de subestações primárias	10

Fonte: Elaboração própria

Índices de análise foram desenvolvidos visando comparar a quantidade de energia economizada e a dimensão dos investimentos por categorias de projetos (região e segmento). Entre os índices desenvolvidos estão o **Custo da Energia Conservada – CEC** em R\$/MWh (o tempo médio de duração das ações de eficiência energética adotado foi de 10 anos e uma taxa de desconto anual de 12%) e o **Custo Médio por Projeto – CMP** em R\$.

A tabela a seguir apresenta informações obtidas por segmento industrial, onde são quantificados o número de projetos, a demanda evitada na ponta, a energia economizada e o investimento. Observa-se que a maioria dos projetos foi desenvolvida nos segmentos de Alimentos e Bebidas e Químicos. Outro setor que se destaca é o da Siderurgia, pela economia de energia e investimentos. O setor de mineração de produtos metálicos obteve resultado expressivo pela modificação de equipamentos no processamento do minério de ferro. Pela economia de energia obtida, destacam-se os segmentos de Siderurgia, Químicos, Alimentos e Bebidas e Minerais-metálicos.

**Tabela 5**  
**Distribuição de projetos por segmento**

Segmento	Projetos	Demanda evitada (kW)	Energia economizada (MWh/ano)	Investimento (R\$)	CEC (R\$/MWh)	CMP (R\$)
Outros	44	15.359	176.423	41.937.117	61	953.116
Siderurgia	12	23.018	146.194	58.658.853	55	4.888.238
Químicos	22	13.428	128.397	22.654.056	59	1.029.730
Mineração – Metálicos	6	7.128	62.644	2.856.668	36	476.111
Alimentos e Bebidas	35	15.296	40.934	12.640.522	73	361.158
Metalurgia	14	3.808	30.982	6.003.337	60	428.810
Papel e Celulose	9	1.120	12.882	2.318.733	74	257.637
Automotivo	9	3.749	11.841	5.700.285	109	633.365
Têxtil	12	2.466	7.090	3.904.561	103	325.380
Mineração – Não Metálicos	5	287	2.623	1.233.242	106	246.648
Couro	9	491	2.487	1.110.720	89	123.413
Fundição	12	732	2.307	559.888	319	46.657
Cerâmico	28	94	1.222	1.421.863	151	50.781

Fonte: Elaboração própria

Obs.: No segmento “Outros” estão reunidos os segmentos Borracha e Plástico, Gráfica, Eletrodomésticos, Móveis, Aviação, Sucoalcooleiro, Utilidades e Diversos.

A seguir, têm-se informações de cada segmento e das respectivas ações desenvolvidas.

### 3.2 Segmento de alimentos e bebidas

Este segmento recebeu investimento de R\$ 12,6 milhões entre o período de 1998 e 2007. Conforme indicado na Tabela 5, houve no segmento uma economia de 41 GWh/ano em 35 projetos. Como existiram projetos de grande porte, onde foram adotadas ações sobre mais de um uso final, o CMP do setor foi relativamente alto. No entanto, o custo médio da energia economizada neste segmento ficou igual a 73 R\$/MWh.

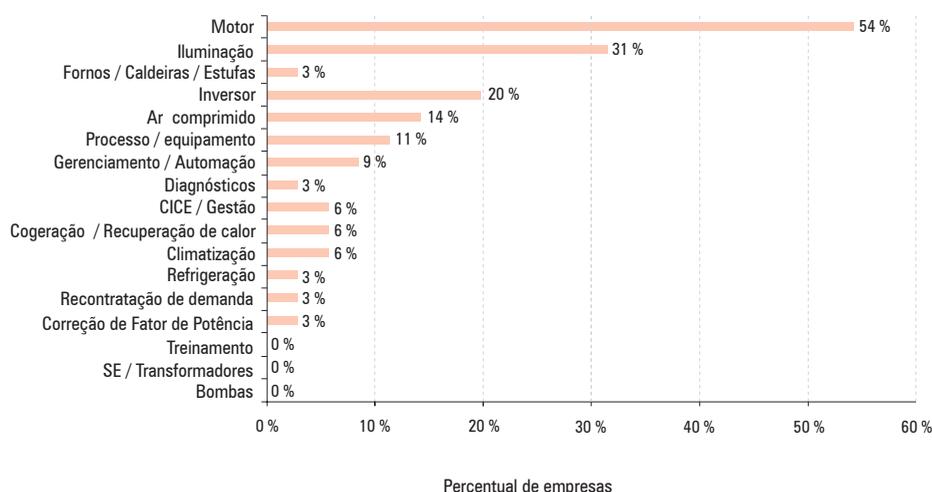
A substituição de motores foi a ação mais implementada, tendo sido adotada por 54% das empresas. Outra medida bastante adotada foi a substituição do sistema de iluminação. Apenas 6% das empresas apresentam CICE<sup>1</sup> ou sistema similar de gestão energética, sendo as que tiveram melhores resultados. Observou-se que medidas de correção e manutenção sobre o uso do ar comprimido em sistemas pneumáticos e o gerenciamento de energia podem trazer resultados interessantes a baixo custo. Por exemplo, o uso de compressores de ar com controle de vazão automática, quando acompanhado de um sistema de gerenciamento da vazão de ar com válvula do tipo *intelflow*.

A comparação de projetos com dimensões diferentes para os usos finais de força motriz e iluminação apresentou custos similares da energia economizada, indicando que a substituição de motores antigos

<sup>1</sup> A Comissão Interna de Conservação de Energia Elétrica (CICE) tem o objetivo de propor, implementar e acompanhar medidas efetivas de utilização racional de energia elétrica, bem como controlar e divulgar as informações mais relevantes. A CICE abrangerá atividades administrativas, técnicas e de comunicação e deverá ser composta por representantes de todos os setores da empresa.

por motores de alto rendimento deve ser feita sempre que houver funcionamento contínuo. Oportunidades mais específicas do segmento, como a implementação de sistemas de refrigeração para armazenamento de alimentos ou a instalação de túneis de resfriamento, podem conter grande potencial de melhoria. Seja na substituição de motores de compressores antigos ou na recuperação de calor para o processo. O destaque da atividade de panificação também indica grande potencial de replicação. No entanto, devem ser tomados cuidados na escolha das empresas responsáveis pela realização do diagnóstico.

Dentro do setor de alimentos e bebidas percebe-se que existem cadeias que consomem pouca energia, como as de pescados e a de cacau, chocolate, balas e doces. Cadeias como as de bebidas, abate de carnes e rações para animais consomem muita energia e possuem bons potenciais de conservação representados pelos seguintes usos finais de energia: força motriz na produção de ração para animais e abate de carnes, secadores utilizados no esmagamento da soja, vapor de processo utilizado no abate e industrialização de carne e produção de bebida, refrigeração utilizada no processo de abate de carne e produção de bebidas (BAJAY, 2008).



Fonte: Elaboração própria

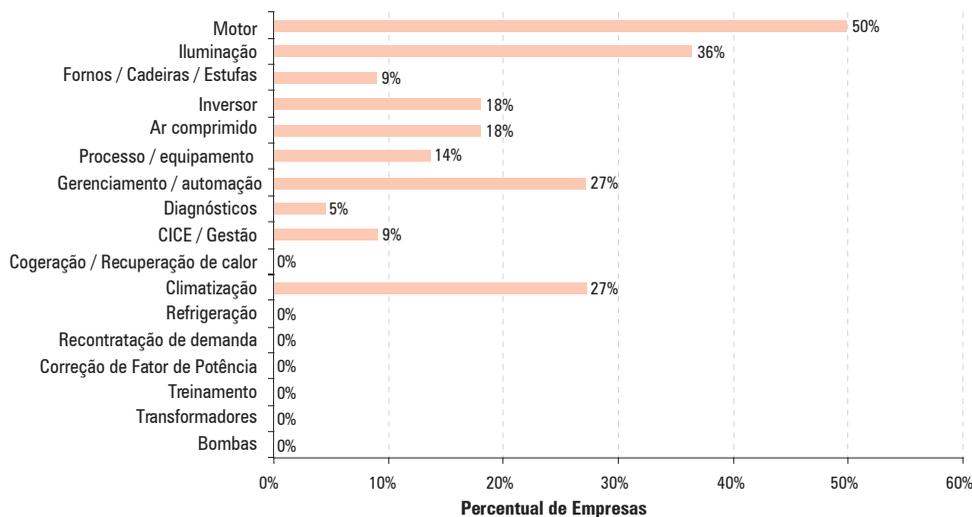
Gráfico 2

## Projetos do segmento de alimentos e bebidas

### 3.3 Segmento químico

Este segmento recebeu investimentos de R\$ 22,6 milhões entre os anos 1998 e 2007, sendo o segundo maior em termos de investimento. Conforme indicado na Tabela 5, houve no segmento uma economia de 128 GWh/ano, por meio de 22 projetos. Um projeto se destacou pelo porte superior aos demais, elevando o valor do CMP do segmento. No entanto, o custo médio da energia economizada neste segmento ficou em 59 R\$/MWh.

A substituição de motores foi a ação mais efetivada, adotada por 50% das empresas. Outras medidas bastante adotadas foram a substituição do sistema de iluminação, o uso de sistemas de gerenciamento e a modificação dos sistemas de climatização. Apenas 9% das empresas possuem CICE ou sistema similar de gestão energética. Processos químicos apresentam alto fluxo de fluidos quentes ou frios e grandes oportunidades de baixo custo podem ser tomadas na área de recuperação de calor, sem necessariamente interferirem no consumo de energia elétrica.



Fonte: Elaboração própria

**Gráfico 3**

### Projetos do segmento químico

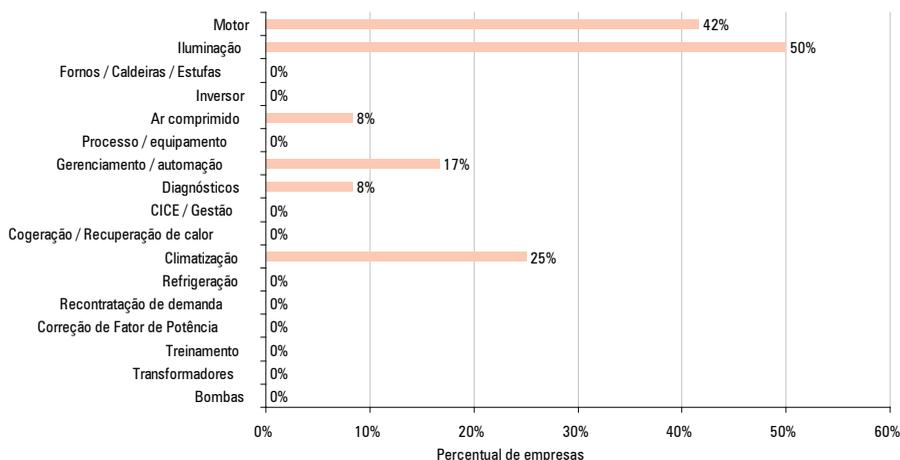
#### 3.4 Segmento têxtil

Este segmento recebeu investimentos de aproximadamente R\$ 4 milhões entre os anos 1998 e 2007. Conforme indicado na Tabela 5, houve no segmento uma economia de 7 GWh/ano, por meio de 12 projetos. Apenas um projeto se destacou pelo porte superior aos demais, elevando o CMP do segmento. No entanto, o custo médio da energia economizada neste segmento ficou igual a 103 R\$/MWh.

A substituição do sistema de iluminação foi a ação mais implementada, tendo sido adotada por 50% das empresas. Outras medidas adotadas foram a substituição de motores, a modificação de sistemas de climatização e o uso de sistemas de gerenciamento. Os projetos de iluminação foram os mais realizados, uma vez que representam uma carga considerável no setor e possuem a vantagem de não necessitar interromper o processo produtivo para realizar a substituição. O setor têxtil exige alto nível de iluminação para realizar as atividades, havendo a necessidade de ambientes com níveis de temperatura controlados por meio de sistemas de climatização. Nenhuma empresa apresentou projetos para implantação da CICE ou sistema similar de gestão energética.

A instalação de variadores de frequência, além de outras ações de otimização e gestão, melhoraria a eficiência energética dos equipamentos existentes. Outras medidas, mais voltadas para o uso térmico (de maior potencial de economia), como a substituição de equipamentos e o monitoramento e controle de sistemas de combustão, diminuiriam o consumo específico de energia térmica. (BAJAY, 2008)

## ESTUDO DE CASOS – SUMÁRIO EXECUTIVO



Fonte: Elaboração própria

### Gráfico 4

#### Projetos do segmento têxtil

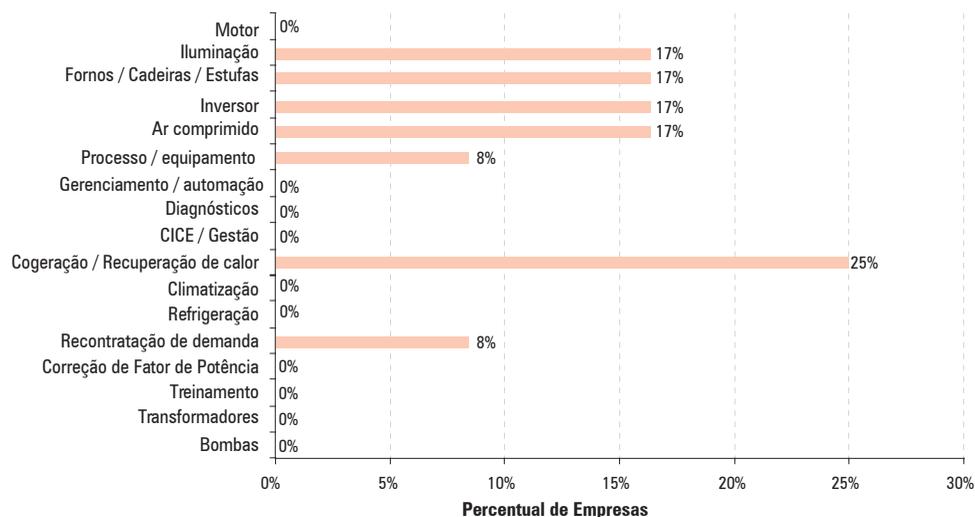
### 3.5 Segmento de siderurgia

Neste segmento já foram investidos R\$ 58,6 milhões, o maior deles para o período dos anos 2000 a 2004. Conforme indicado na Tabela 5, houve no segmento uma economia de 146 GWh/ano, por meio de 12 projetos. O CMP do setor foi o maior entre os estudados por conta de projetos de grande porte na área de cogeração, que se destacam pelo investimento e pela economia de energia. No entanto, o custo médio da energia economizada neste segmento ficou igual a 55 R\$/MWh, que é um dos menores.

Os projetos de recuperação de calor de processo e cogeração foram os que mais se destacaram nesse segmento, representando 25% dos projetos, com bons resultados e aproveitamento do calor do processo siderúrgico que, na maioria das vezes, era desperdiçado. Outras medidas adotadas ocorreram sobre os sistemas de iluminação, ar comprimido e uso de inversores. Nenhuma empresa apresentou projetos para implantação da CICE ou sistema similar de gestão energética, bem como para a substituição de motores, provavelmente por apresentarem menor atratividade técnica e/ou econômica.

Os maiores potenciais de conservação estão nas etapas de redução, tanto por usinas integradas como por produtores independentes, usando energia térmica nos fornos. Em seguida, vêm os potenciais associados às etapas de laminação a quente, coqueificação e refino com conversores LD, nesta sequência, e com maiores potenciais de conservação de energia térmica do que energia elétrica. (BAJAY, 2008)

## OPORTUNIDADES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A INDÚSTRIA



Fonte: Elaboração própria

### Gráfico 5

#### Projetos do segmento de siderurgia

### 3.6 Segmento de metalurgia

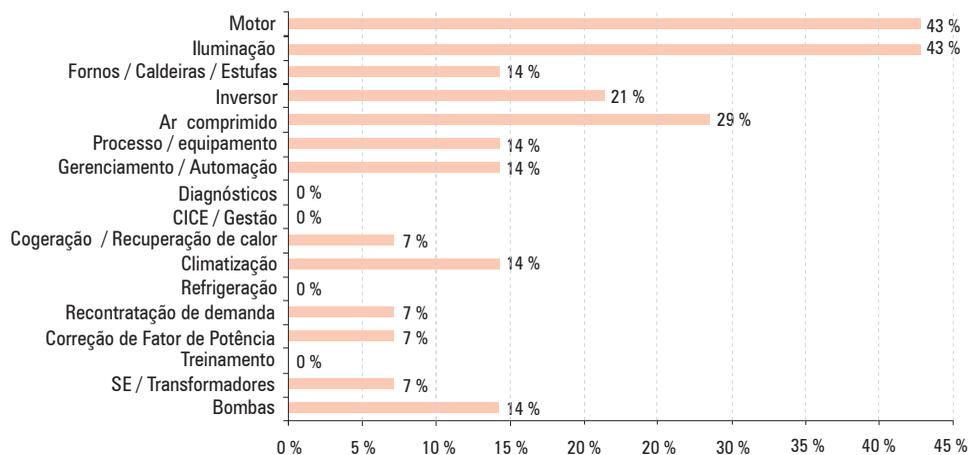
No segmento de metalurgia foram investidos R\$ 6 milhões entre 2003 e 2005, sendo o quarto maior investimento entre os estudados. Conforme indicado na Tabela 5, houve no segmento uma economia de 31 GWh/ano em 14 projetos. O CMP do segmento foi de R\$ 428 mil para um CEC (anualizado) de 60 R\$/MWh, abaixo da média avaliada.

A substituição do sistema de iluminação e a de motores foram as ações mais implementadas, adotadas por 43% das empresas. Outras medidas adotadas ocorreram sobre os sistemas de ar comprimido, climatização e aplicação de inversores, entre outros.

Nenhuma empresa apresentou projetos para implantação da CICE ou sistema similar de gestão energética. Verifica-se, neste segmento, intenso uso de sistemas de ar comprimido, seja para o acionamento de máquinas ou para a movimentação de produtos. Projetos para melhoria da eficiência desses sistemas incluem a substituição dos compressores. Ações de manutenção destas utilidades, como redução de vazamentos, também são muito importantes e, geralmente, de baixo custo.

Máquinas bobinadeiras são comuns e o controle da velocidade pode representar um potencial de redução de consumo de energia com a aplicação de inversores de frequência.

## ESTUDO DE CASOS – SUMÁRIO EXECUTIVO



Fonte: Elaboração própria

### Gráfico 6

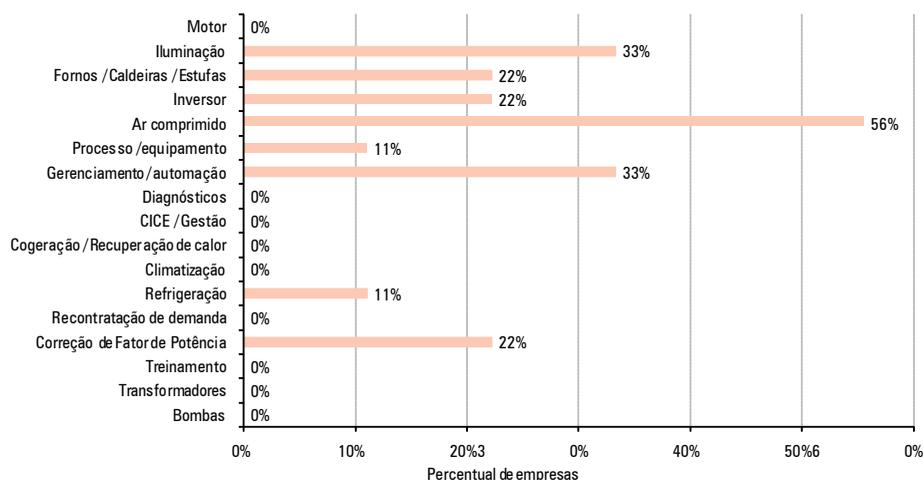
#### Projetos do segmento de metalurgia

### 3.7 Segmento automotivo

O segmento automotivo recebeu investimentos de R\$ 5,7 milhões, entre 2003 e 2005. Conforme indicado na Tabela 5, houve no segmento uma economia de 12 GWh/ano, por meio de nove projetos. O CMP do setor foi relativamente alto, na ordem de R\$ 633 mil, e o custo médio da energia economizada neste segmento ficou igual a 109 R\$/MWh, acima da média registrada.

As medidas sobre o sistema de ar comprimido foram as mais adotadas, em 56% dos projetos, representando um uso final muito importante para o setor. As empresas deste segmento possuem a característica de necessitarem de grandes áreas nas plantas industriais, com grande quantidade de equipamentos pneumáticos, resultando em alto consumo de ar comprimido e de energia elétrica nas máquinas e sistemas de iluminação.

A substituição do sistema de iluminação e o gerenciamento de energia foram implementados em 33% das empresas. Outras medidas menos frequentes, como a eficientização de fornos e estufas, a instalação de inversores de frequência, a correção do fator de potência, a refrigeração e a alteração no processo produtivo, também foram adotadas. Nenhuma empresa apresentou projetos de implantação da CICE ou de sistema similar de gestão energética.



Fonte: Elaboração própria

**Gráfico 7**

### Projetos do segmento automotivo

#### 3.8 Segmento de papel e celulose

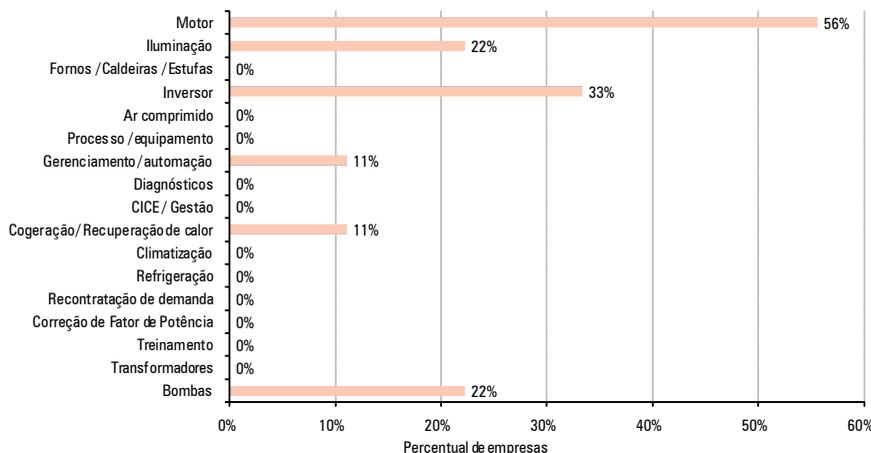
No segmento de papel e celulose houve investimentos de R\$ 2,3 milhões entre os anos 2002 e 2005. Conforme indicado na Tabela 5, houve no segmento uma economia de 13 GWh/ano, por meio de nove projetos. O CMP deste segmento ficou abaixo da média, ou seja, R\$ 260 mil e o CEC (anualizado) foi de 74 R\$/MWh, também abaixo da média dos 217 projetos analisados.

A substituição de motores e o uso de inversores foram as ações de eficiência que mais se destacaram, aplicadas respectivamente em 56% e 33% dos projetos. Medidas relacionadas aos sistemas de iluminação e de bombeamento representam 22% dos projetos. Outras medidas adotadas foram o uso de sistemas de gerenciamento de energia e recuperação de calor. Nenhuma empresa apresentou como medida a implantação da CICE ou sistema similar de gestão energética.

O processo de fabricação do papel tem etapas distintas e as plantas industriais podem ser integradas ou não, ou seja, ter toda a cadeia produtiva em uma única planta industrial ou em plantas separadas. Este segmento tem como característica a utilização de grande quantidade de água junto à matéria-prima e ao produto. A variação da densidade da massa de papel na diversidade de produtos solicita cargas variáveis nos conjuntos motobomba, o que representa potencial adequado para uso de inversores de frequência e de motores de alto rendimento, em especial nas bobinadeiras das máquinas de papel, que necessitam de controle de velocidade.

Os maiores potenciais técnicos de conservação estão nas fábricas integradas, nas plantas que fabricam papel a partir de celulose adquirida de outras fábricas e nas fábricas de celulose. As plantas de reciclagem de aparas são as que menos consomem energia e, também, as que possuem o menor potencial de conservação. (BAJAY, 2008)

## ESTUDO DE CASOS – SUMÁRIO EXECUTIVO



Fonte: Elaboração própria

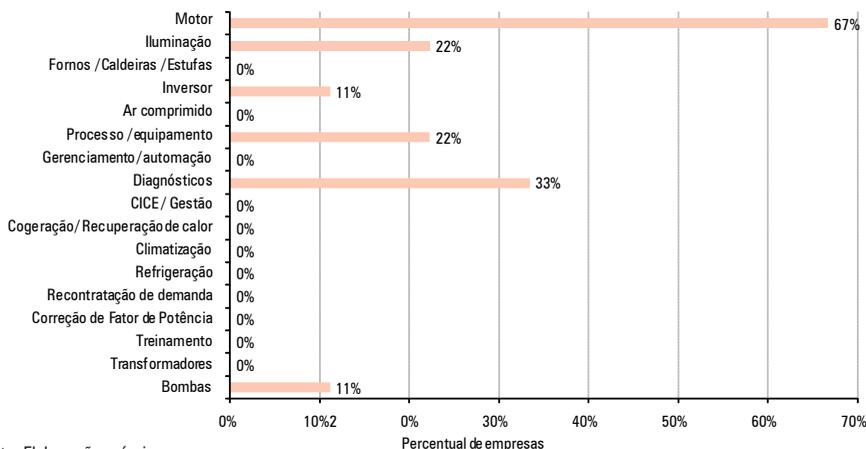
**Gráfico 8**

### Projetos do segmento de papel e celulose

#### 3.9 Segmento de couro

Este segmento recebeu R\$ 1,1 milhão em investimentos. Conforme indicado na Tabela 5, houve no segmento uma economia de 2 GWh/ano, por meio de nove projetos. O CMP deste segmento foi de R\$ 123 mil e o CEC (anualizado) ficou em 89 R\$/MWh.

A substituição de motores foi a ação mais implementada, adotada por 67% das empresas. A realização de diagnósticos energéticos em empresas, de baixa e média tensão, concentrou 33% dos projetos. Outras medidas adotadas foram a substituição de sistemas de iluminação e a modificação de equipamentos ou processos. Nenhuma empresa apresentou projetos para implantação da CICE ou sistema similar de gestão energética.



Fonte: Elaboração própria

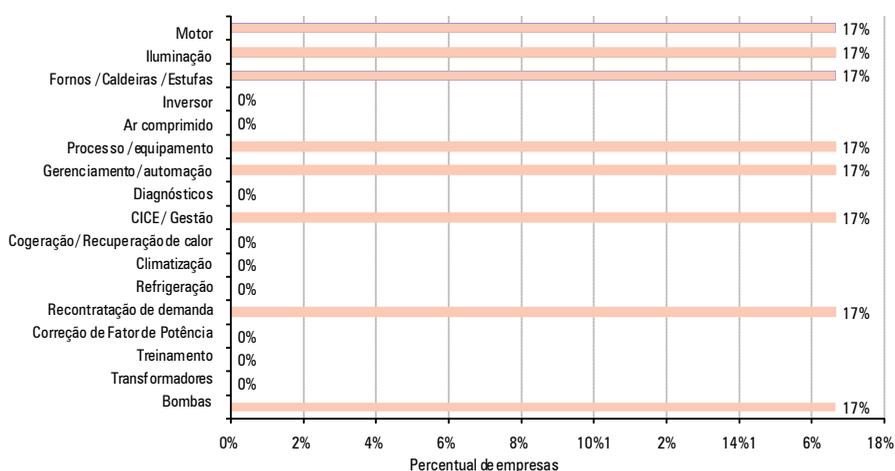
**Gráfico 9**

### Projetos do segmento de couro

### 3.10 Segmento de minerais metálicos

O segmento de mineração de minerais metálicos recebeu investimentos da ordem de R\$ 2,8 milhões, entre 1998 e 2005. Conforme indicado na Tabela 5, houve no segmento uma economia de 63 GWh/ano, por meio de seis projetos. O CMP do setor foi relativamente baixo, ficando na ordem de R\$ 487 mil, e o CEC (anualizado), igual a 36 R\$/MWh, foi o menor entre os segmentos analisados.

Dos projetos analisados, observou-se que nenhuma empresa adotou ações iguais, representando potenciais de economia de energia em vários usos finais neste segmento. Nota-se que a implantação da CICE ou sistema similar de gestão energética pode contribuir bastante para que as ações de eficiência energética tenham uma continuidade. Observou-se, nos projetos analisados deste segmento, que os melhores resultados foram alcançados por empresas que realizaram mudanças no processo produtivo e adquiriram equipamentos com novas tecnologias. Como as empresas deste segmento são grandes consumidores de energia, normalmente, podem apresentar reduções expressivas no consumo de energia.



Fonte: Elaboração própria

Gráfico 10

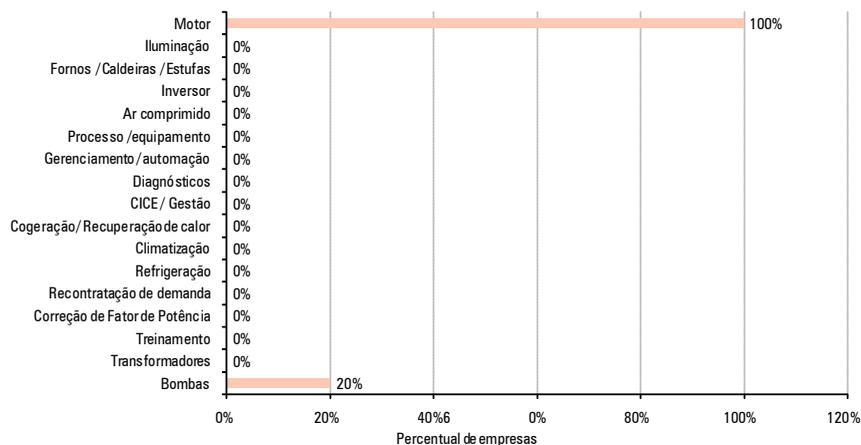
### Projetos do segmento de minerais metálicos

### 3.11 Segmento de minerais não metálicos

No segmento mineração de minerais não metálicos foi investido R\$ 1,2 milhão durante os anos de 2004 e 2005. Conforme indicado na Tabela 5, os cinco projetos apresentaram uma economia de 3 GWh/ano. O CMP do segmento foi de R\$ 246 mil e teve como resultado um CEC (anualizado) igual a 106 R\$/MWh, acima da média geral dos projetos.

Foi realizada eficientização nos equipamentos que mais impactam no consumo de energia elétrica da empresa, que são os motores elétricos. Esta medida é de fácil implantação, porém necessita de investimentos iniciais razoáveis, pois nesse segmento existem muitos motores com potências elevadas. Não foi observada a existência de CICES nas empresas deste segmento, que pode contribuir para a disseminação e perenização das ações de eficiência energética.

## ESTUDO DE CASOS – SUMÁRIO EXECUTIVO



Fonte: Elaboração própria

### Gráfico 11

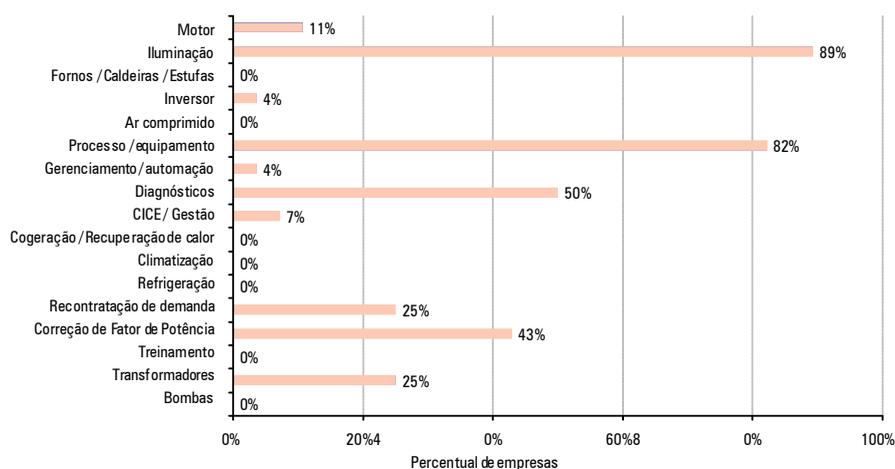
#### Projetos do segmento de minerais não-metálicos

#### 3.12 Segmento cerâmico

Este segmento recebeu investimento de R\$ 1,4 milhão no mesmo período. Conforme indicado na Tabela 5, houve no segmento uma economia de 1 GWh/ano, por meio de 28 projetos. O CMP deste segmento foi relativamente baixo, R\$ 50 mil, porém, como a energia economizada foi pequena, o CEC (anualizado) foi o maior entre os segmentos, igual a 151 R\$/MWh.

A substituição do sistema de iluminação foi a ação mais implementada, tendo sido adotada em 89% dos projetos analisados. As interferências no processo correspondem à modificação de equipamentos específicos ou à substituição de motores elétricos antigos por outros de alto rendimento. Outras medidas adotadas, ligadas à otimização do contrato, tiveram a instalação de bancos de capacitores, a instalação de cabines e a reconstrução da demanda.

Boa parte dos projetos teve a realização de diagnóstico antes da implantação das medidas. Dois projetos apresentaram medidas para implantação da CICE ou sistema similar de gestão energética.



Fonte: Elaboração própria

Gráfico 12

### Projetos do segmento cerâmico

#### 3.13 Segmento de fundição

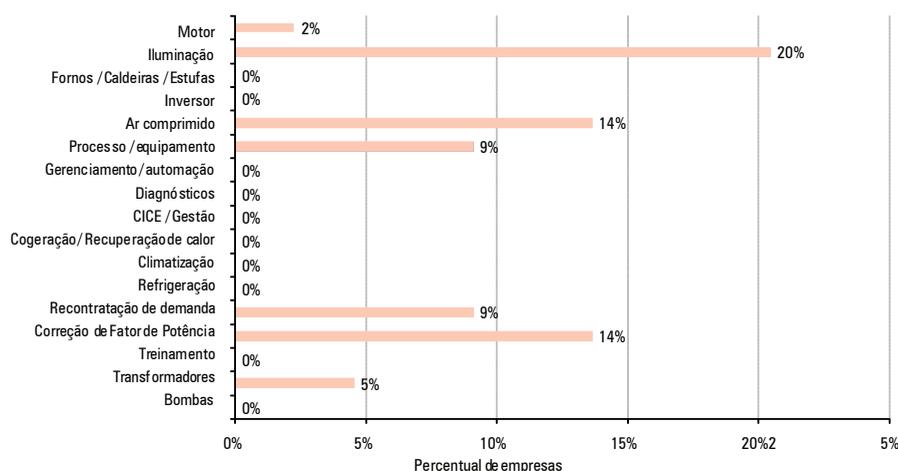
Nesse segmento, houve investimentos de apenas R\$ 560 mil no período avaliado, e somente no estado de Minas Gerais. Conforme indicado na Tabela 5, houve economia de 2 GWh/ano, por meio de 12 projetos. Como os projetos deste segmento tiveram CMP relativamente pequeno, de aproximadamente R\$ 46 mil, parte deles apenas pagou pelo diagnóstico energético. Assim, o CEC (anualizado) avaliado para o segmento ficou igual a 319 R\$/MWh, com limitadas implementações.

A substituição do sistema de iluminação foi a ação mais implementada, tendo sido adotada em 20% dos projetos analisados. Outras medidas implementadas foram a substituição de motores elétricos antigos, a modificação de sistemas de ar comprimido e atuações sobre o sistema elétrico. Nenhuma empresa apresentou projeto para implantação de CICE ou sistema similar de gestão energética.

Observou-se que projetos pequenos podem apresentar CEC elevado (319 R\$/MWh) devido aos custos para realização e implementação dos diagnósticos energéticos e à pequena quantidade de energia economizada, podendo inviabilizar um projeto de eficiência energética.

Verifica-se que os usos finais onde existem maiores potenciais de economia de energia neste segmento são os sistemas de iluminação, os sistemas motrizes e os sistemas de ar comprimido. Os potenciais técnicos de conservação de energia térmica ocorrem no aquecimento direto via fornos e em vapor de processo. (BAJAY, 2008)

## ESTUDO DE CASOS – SUMÁRIO EXECUTIVO



Fonte: Elaboração própria

### Gráfico 13

#### Projetos do segmento de fundição

#### 3.14 Outros segmentos

Neste segmento, estão reunidos os segmentos borracha e plástico, gráfica, eletrodomésticos, móveis, aviação, sucroalcooleiro, utilidades e diversos. Verificou-se que, na maioria dos casos, os projetos tratam do mesmo uso final, os motores. Projetos de diferentes abrangências tiveram resultados parecidos quanto ao custo da energia economizada. Importantes medidas de gestão energética são praticadas dentro das empresas, alcançando expressiva economia de energia a baixo custo. Sugere-se que essa prática seja replicada em todos os segmentos.

#### 3.15 Fatores de sucesso e insucesso

De forma global, pode-se dizer que alguns poucos fatores são determinantes para o sucesso dos projetos. Esses fatores estão particularmente relacionados a alguns usos finais e se aplicam a todos os segmentos industriais estudados. Destacam-se as seguintes características:

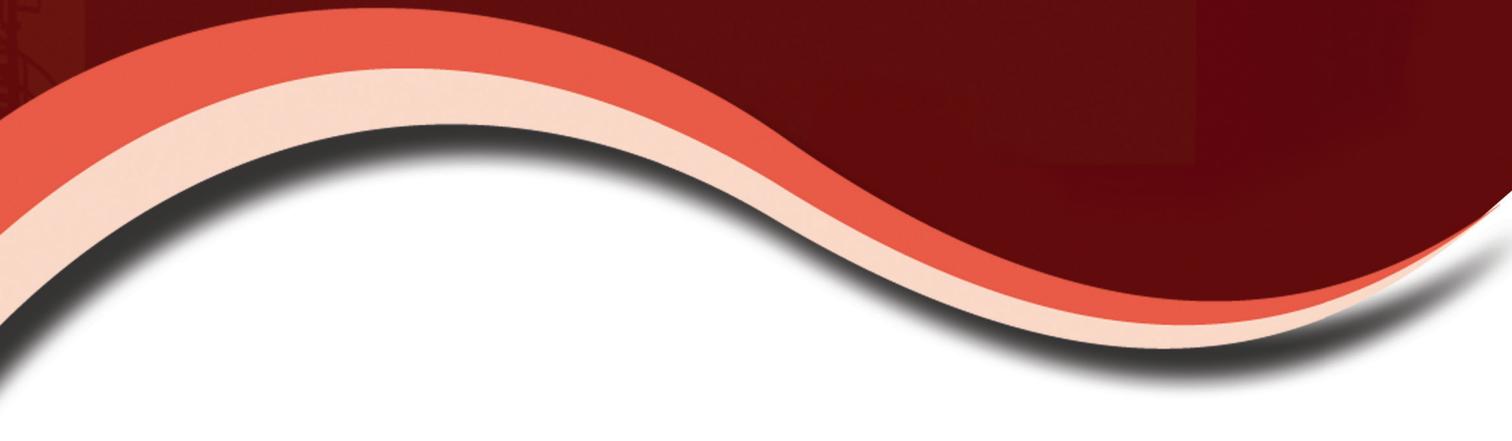
- Organização de CICE, com envolvimento da diretoria, responsável pela organização dos índices energéticos, controle dos resultados, bancos de dados de equipamentos e disseminação da cultura da eficiência energética;
- Uso de sistemas de gerenciamento energético para monitoração do consumo setorial e atuação sobre cargas elétricas;
- Uso de válvulas tipo *inteliflow* com central de gerenciamento e tanque de grande capacidade em sistemas de ar comprimido de grande porte;
- Substituição de *chillers* ineficientes e atenção ao estado da instalação e às necessidades de modificações nas tubulações, caso o tratamento da água não esteja adequado;
- Uso de compressores VSD em linhas onde há baixo índice de perdas por vazamentos e variação da demanda;
- Uso de tecnologia T5 em sistemas de iluminação;
- Substituição de motores padrão por motores de alto rendimento nos compressores de sistemas antigos de refrigeração.

Destacam-se as seguintes características técnicas de insucesso:

- Investimento em medidas de modernização do sistema elétrico de distribuição que priorizem apenas a segurança da instalação;
- Substituição de reatores eletromagnéticos por reatores eletrônicos em sistema de iluminação onde são mantidas as lâmpadas e as luminárias;
- Uso de compressores VSD em linhas onde há alto índice de perdas por vazamentos;
- Substituição de motores especiais, como grande número de par de polos.

Algumas medidas, como a recontração de demanda, a correção de reativos e a instalação de cabines primárias para mudança de modalidade tarifária, têm como principal objetivo a redução dos custos com energia e não a economia de energia ou o aumento da eficiência.

# 4 PROCEL



## 4 PROCEL

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) promove a racionalização do consumo de energia elétrica, por meio do combate ao desperdício e da redução dos custos e investimentos setoriais, aumentando a eficiência energética. O programa, criado pelo Governo Federal em 1985, é executado pela Eletrobras, com recursos da empresa, da Reserva Global de Reversão (RGR) e de entidades internacionais. Em 22 anos de existência, o Procel ajudou a economizar 28,5 milhões de MWh, consumo equivalente a 16,3 milhões de residências e à energia gerada por uma hidrelétrica de capacidade instalada de 6.841MW, que teria um custo aproximado de R\$ 19,9 bilhões. Para atingir esse resultado, o investimento realizado foi de R\$ 1 bilhão, proveniente da Reserva Global de Reversão (R\$ 628 milhões), Eletrobras (R\$ 359 milhões) e Programa de Eficiência Energética (R\$ 37,5 milhões), iniciativa que uniu o Global Environment Facility (GEF), do Banco Mundial (Bird), e a Eletrobras. (Fonte: Site Eletrobras/Procel)

Para esta análise, foram desenvolvidos índices de comparação como o Custo da Energia Conservada – CEC, em R\$/MWh (considerando a vida útil média do projeto de 10 anos e a taxa anual de desconto de 12%), e o Custo Médio por Projeto – CMP, em R\$. O objetivo destes índices é comparar o desempenho do resultado do investimento e a dimensão desse investimento por categorias de projetos (região e segmento).

O PROCEL conta com os seguintes subprogramas:

- PROCEL INDÚSTRIA – Eficiência Energética Industrial;
- PROCEL AVALIAÇÃO – Resultados das Ações de Eficiência Energética;
- PROCEL EDIFICA – Eficiência Energética em Edificações;
- PROCEL EDUCAÇÃO – Informação e Cidadania;
- PROCEL EPP – Eficiência Energética nos Prédios Públicos;
- PROCEL GEM – Gestão Energética Municipal;
- PROCEL INFO – Centro Brasileiro de Informação em Eficiência Energética;
- PROCEL MARKETING – Conscientização e Informação;
- PROCEL RELUZ – Eficiência Energética na Iluminação Pública;
- PROCEL SANEAR – Eficiência Energética no Saneamento Ambiental;
- PROCEL SELO – Eficiência Energética em Equipamentos.

O PROCEL INDÚSTRIA, subprograma do PROCEL para atuar em indústrias, foi criado no ano de 2003 e tem como objetivo principal combater o desperdício de energia elétrica nos sistemas motrizes das indústrias brasileiras, uma vez que esse uso final é responsável por 62% do consumo de energia elétrica do setor industrial (BEU, 2005).

Sistemas motrizes compreendem, predominantemente, acionamento eletroeletrônico, motor elétrico, acoplamento motor-carga, cargas fluidomecânicas acionadas (bombas, compressores, ventiladores, exaustores e correias transportadoras) e instalações (transporte e consumo dos fluidos). O PROCEL INDÚSTRIA buscou atuar na área de sistemas motrizes em duas vertentes de ação.

A primeira visa a maior utilização pelo mercado de máquinas e motores de alto rendimento. O uso destes motores é uma alternativa bastante atraente sob o ponto de vista técnico-econômico. A redução das perdas técnicas implica considerável redução da energia consumida ao longo da vida útil média do equipamento (15 anos).

A segunda vertente visa minimizar as perdas nos sistemas motrizes já instalados na indústria brasileira. A implementação se dá por meio da capacitação de equipes técnicas industriais no desenvolvimento de projetos de otimização de sistemas motrizes. Como contrapartida, a indústria se compromete a realizar análises técnicas nas suas instalações para identificar oportunidades de redução do consumo de energia que sejam economicamente viáveis. Essas oportunidades, uma vez identificadas e em função de sua atratividade, passam a representar uma oportunidade de negócio para o industrial. Mediante fontes de financiamento atrativas ocorre a efetiva implantação dos projetos de eficiência.

Para atingir seus objetivos, o programa está trabalhando principalmente com federações estaduais de indústria. A parceria com esses órgãos possui as seguintes atividades: realização de Estudo Setorial (subsidiando a determinação dos ramos de atividade industrial que apresentam maior consumo de energia elétrica em sistemas motrizes); treinamento de multiplicadores (professores universitários e consultores autônomos) em sistemas motrizes; capacitação de agentes (técnicos e engenheiros) das indústrias em sistemas motrizes; realização de diagnósticos pelos agentes; implementação das medidas economicamente viáveis; projetos de demonstração; divulgação dos resultados através de *workshops*, entre outras.

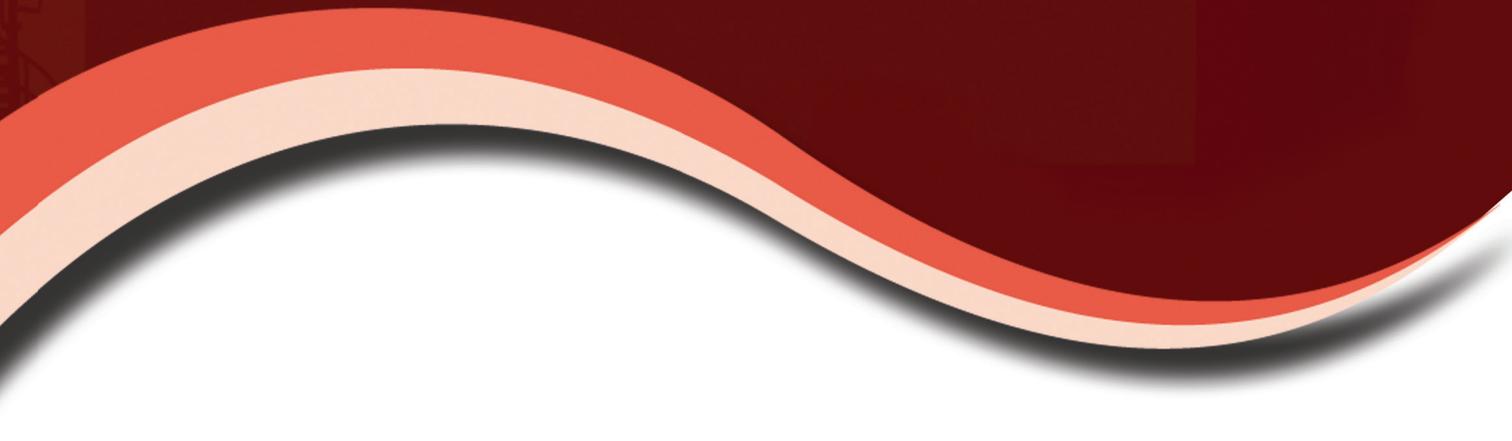
Com o objetivo de prestar suporte às indústrias e perenizar as ações desenvolvidas com as federações de indústria, o programa também implantou o Laboratório de Otimização de Sistemas Motrizes (LAMOTRIZ) em pelo menos uma universidade do Estado contemplado. O principal objetivo desses laboratórios é fomentar a extensão nas universidades, aproximando-a das indústrias. Ensino e pesquisa também são incentivados através de aulas e do financiamento, pela Eletrobras, de bolsas de graduação, mestrado e doutorado.

Há também ações em andamento com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), através da qual estão sendo realizados estudos sobre eficiência energética de diversos setores industriais na indústria brasileira e internacional.

Maiores informações podem ser obtidas no site <http://www.eletrobras.com/elb/procel>



# 5 Associações de classe



## 5 Associações de classe

**A** seguir, são apresentados alguns exemplos de associações de classe que divulgam informações referentes ao uso eficiente de energia na indústria:

- Associação Brasileira da Indústria de Alimentos – ABIA ([www.abia.org.br](http://www.abia.org.br)). Apresenta o XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, que tem como tema central expor e discutir os avanços em termos de matérias-primas, produtos, tecnologias, equipamentos, instrumentação de laboratório, insumos, ingredientes e serviços para a pesquisa e suas implicações para a indústria alimentícia;
- Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM ([www.abiquim.org.br](http://www.abiquim.org.br)). Apresenta um Programa de Atuação Responsável onde são mostrados indicadores energéticos dos associados, com exceção das diretrizes voltadas para Eficiência Energética, que podem ser obtidos no endereço [www.abiquim.org.br/atuacaoresponsavel](http://www.abiquim.org.br/atuacaoresponsavel);
- Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção – ABIT ([www.abit.org.br/site](http://www.abit.org.br/site)). Oferece o Prêmio Top Ambiental, que busca valorizar empresas que apresentam soluções em favor da preservação do meio ambiente. Entre os requisitos para a escolha das ganhadoras, têm destaque o compromisso com a preservação ambiental, através da utilização de tecnologias limpas e inovadoras, a otimização do uso de recursos disponíveis e/ou reutilizáveis, a reciclagem e a utilização racional de energia e matérias-primas, além de procedimentos que proporcionam o desenvolvimento sustentável;
- Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – ABTCP ([www.abtcp.org.br](http://www.abtcp.org.br)). Possui a Comissão de Recuperação e Energia, com a missão de realizar estudos técnico-econômicos do complexo químico recuperável, promovendo a divulgação e a prevenção de acidentes materiais ou humanos em caldeiras de recuperação, bem como o intercâmbio de informações destinadas a aumentar a eficiência operacional dos sistemas de recuperação, além de abordar tecnologias e experiências que contribuem com a racionalização do uso e com a economia de recursos energéticos;
- Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM ([www.abmbrasil.com.br](http://www.abmbrasil.com.br)). Possui a revista Tecnologia em Metalurgia e Materiais, que realiza os estudos das variáveis energéticas necessárias à produção, insumo (energia elétrica, carvões energéticos, energia elétrica, gases industriais, óleos, produtos criogênicos), balanços energéticos e processos. No *site*, são apresentadas notícias divulgando eventos relacionados ao setor energético;
- Instituto Brasileiro de Siderurgia – IBS ([www.ibs.org.br/index.asp](http://www.ibs.org.br/index.asp)). Possui uma comissão relacionada à questão de suprimento de energia, focado na compra de energia dos associados. O *site* possui um *link* chamado Meio Ambiente e Responsabilidade Social, que aborda a produção de aço com menos insumos e matérias-primas como uma das prioridades da siderurgia brasileira, além dos programas de conservação de energia, recirculação de águas e reciclagem do aço e coprodutos;
- Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP ([www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.br)). Disponibiliza informações relacionadas à questão do consumo de energéticos como, por exemplo, redução de combustíveis e tecnologias para a utilização de escória de alto-forno. No *site* existe um *link* relacionado ao desenvolvimento sustentável das atividades econômicas através de projetos voltados ao uso racional dos recursos naturais ou à recuperação do meio ambiente;
- Associação Nacional da Indústria Cerâmica – ANICER ([www.anicer.com.br](http://www.anicer.com.br)). Apresenta um *link* relacionado à Energia e Combustíveis, citados como alguns dos itens mais importantes no dia a dia de uma indústria de cerâmica vermelha, independente do porte ou das alternativas utilizadas na fábrica.

A ANICER, em parceria com o SEBRAE/RJ e a Cooperação Técnica Alemã GTZ, disponibiliza os Manuais da Série Uso Eficiente de Energia, que estão à venda no *site*.

- Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro – ABIVIDRO ([www.abividro.org.br](http://www.abividro.org.br)). Participa dos trabalhos desenvolvidos pelo PROCEL para Eficiência Energética em Edificações;
- Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE (<http://www.abinee.org.br>). Participa, dentro dos grupos setoriais, de programas promovidos pelo PROCEL/Eletronbras como, por exemplo, o selo PROCEL, que busca a obtenção da eficiência energética dos produtos fabricados pelos associados. A ABINEE informa os associados sobre a possibilidade de obter redução na fatura de energia elétrica com a melhoria do fator de potência, através do Grupo de Trabalho de Capacitores Industriais para Correção do Fator de Potência;
- Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base – ABDIB ([www.abdib.org.br](http://www.abdib.org.br)). Apresenta o comitê temático de infraestrutura em energia elétrica, com o objetivo de promover a oferta de energia necessária ao desenvolvimento sustentável num ambiente de mercado, a preços compatíveis com uma estratégia de desenvolvimento nacional;
- Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA ([www.abrava.com.br](http://www.abrava.com.br)). Possui o Departamento Nacional de Aquecimento Solar (Dasol), composto por um grupo de fabricantes, revendas e distribuidores que trabalha e promove ações de promoção e qualidade do setor, como a etiquetagem de produtos e serviços, a iniciativa Cidades Solares ([www.cidadessolares.org.br](http://www.cidadessolares.org.br)), a publicação da revista eletrônica Solbrasil e a participação em diversos eventos no País;
- Associação Brasileira de Iluminação – ABILUX ([www.abilux.com.br](http://www.abilux.com.br)). Possui comissões do Inmetro/Procel de certificação e etiquetagem de produtos da área de iluminação. Oferece prêmios anuais de conservação de energia para produtos e projetos. Participa do Simpósio Brasileiro de Iluminação Eficiente (Simpolux), onde são apresentados artigos relacionados ao desenvolvimento tecnológico e à utilização eficiente dos sistemas de iluminação; e da Feira Internacional da Iluminação (Expolux), onde são expostos os produtos com as novidades tecnológicas no setor de iluminação. No *site*, também é possível acessar o jornal da Abilux, em que constam reportagens relacionadas ao setor de iluminação abordando, entre outros, a questão da eficiência energética;



# 6 Provedores de serviços de eficiência energética



## 6 Provedores de serviços de eficiência energética

### 6.1 ESCOs

**E**SCOs (*Energy Service Companies*) são empresas especializadas em Serviços de Conservação de Energia que promovem a eficiência energética nas instalações dos seus clientes por meio de contratos de desempenho. Além dos contratos diretos, realizados entre as ESCOs e seus clientes, estas também podem fazer contratos indiretos, através de Empresas Distribuidoras de Energia Elétrica e seus clientes, atendendo aos Projetos de Eficiência Energética (PEE) determinados pela ANEEL.

Tradicionalmente, é de responsabilidade de uma ESCO:

- Identificar oportunidades para ações de eficiência energética;
- Viabilizar recursos para que os investimentos ocorram;
- Implementar as ações identificadas;
- Estabelecer os procedimentos internacionais de medição e verificação.

Entre as oportunidades de eficiência energética avaliadas por uma ESCO, pode-se classificá-las de formas distintas: por insumos, por uso final, por tipo de edificação ou por tipo de benefício encontrado no projeto.

- Insumo energético: energia elétrica, incluindo cogeração e parâmetros de demanda, consumo, fator de potência, harmônicos, gás natural e liquefeito de petróleo, energia solar, água e outros;
- Uso final: iluminação interna e externa, condicionamento de ar, ventilação, refrigeração e aquecimento, bombeamento, transporte de materiais, máquinas operatrizes, tratamento superficial de metais, prensas, caldeiras e fornos, produção e distribuição de ar comprimido, armazenamento e distribuição de gases industriais e outros;
- Tipo de edificação: industriais, comerciais, serviços, residenciais e outros;
- Benefício financeiro: tarifas adequadas, crédito de carbono e outros;

Para a implementação de um projeto de eficiência energética, devem ser seguidos os seguintes passos: Estudo de pré-viabilidade e de viabilidade, financiamento, implementação e medição para verificação dos resultados.

No mercado brasileiro, existem inúmeras empresas que atuam no segmento de otimização energética. Maiores detalhes de empresas ligadas à Associação Brasileira das Empresas de Conservação de Energia (ABESCO) podem ser encontradas no site [www.abesco.com.br](http://www.abesco.com.br).

### 6.2 Fabricantes de equipamentos e empresas de engenharia

Os fabricantes de equipamentos apresentam novas tecnologias relacionadas ao ganho de eficiência de produtos como motores, compressores de ar comprimido, lâmpadas e máquinas de refrigeração.

Outra forma de atuação de fabricantes na área de eficiência energética é através da criação de serviços ligados a produtos nos quais a manutenção e o gerenciamento permitem obter redução no consumo de energia.

As ações de eficiência energética adotadas pelos fabricantes de equipamentos elétricos podem ocorrer em três linhas:

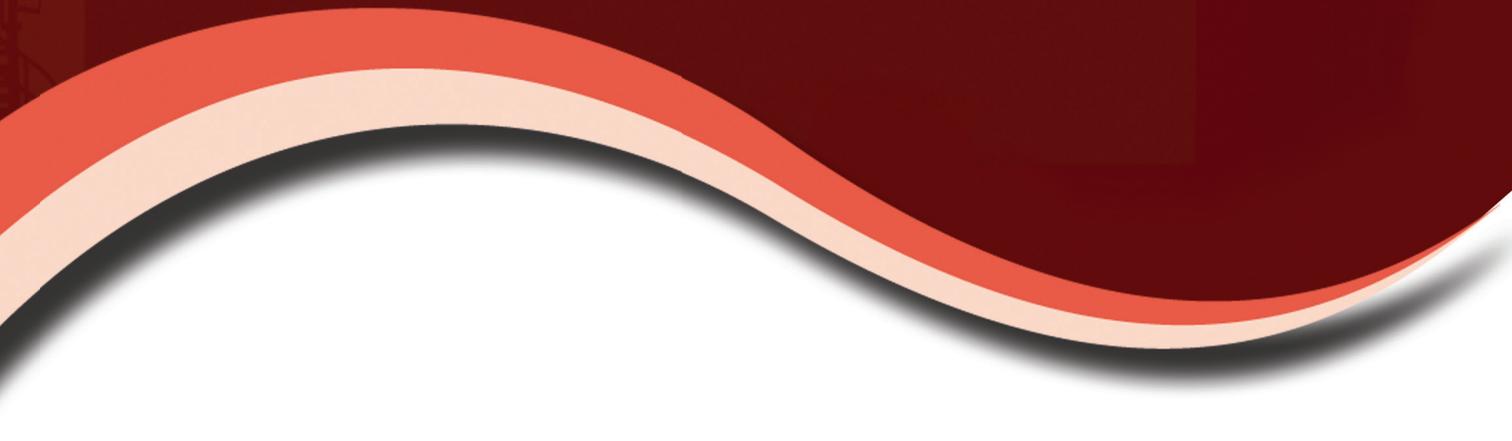
- Desenvolvimento de produtos mais eficientes, reduzindo as perdas na conversão da energia no uso final;
- Modificações de equipamentos justificadas por aspectos ambientais, com mudança de projeto e operação dos equipamentos;

- Serviços não vinculados ao produto, apesar de estarem diretamente ligados ao uso e manutenção dos equipamentos.

Diversos fabricantes de equipamentos desenvolvem serviços de eficiência energética para seus produtos, como por exemplo, fabricantes de motores, compressores e de aparelhos de ar condicionado.



# 7 Universidades e centros de pesquisa



## 7 Universidades e centros de pesquisa

**A**lgumas universidades e centros de pesquisa têm desenvolvido projetos na área de eficiência energética, abordando os diversos usos finais de energia. Na tabela a seguir, são apresentadas características de algumas instituições:

**Tabela 6**  
Competências das instituições

Instituição	Pesquisa	Ensaaios	Metrologia	Serviços Tecnológicos	Diagnósticos Energéticos	Treinamento	Publicação
Green Solar – PUC MG <a href="http://www.green.pucminas.br/">www.green.pucminas.br/</a>	XXX	XXX	XXX	XXX		XXX	XXX
LABEEE – UFSC <a href="http://www.labeee.ufsc.br">www.labeee.ufsc.br</a>	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
NIPE – Unicamp <a href="http://www.unicamp.br/nipe">www.unicamp.br/nipe</a>	XXX	XXX		XXX	XXX	XXX	XXX
LABAUT – USP <a href="http://www.usp.br/fau/pesquisa/laboratorios/labaut">http://www.usp.br/fau/pesquisa/laboratorios/labaut</a>	XXX	XXX		XXX	XXX		XXX
NUCAM – Unesp <a href="http://www.faac.unesp.br/pesquisa/nucam">http://www.faac.unesp.br/pesquisa/nucam</a>	XXX	XXX		XXX	XXX		XXX
CTEC – UFAL <a href="http://www.ctec.ufal.br/">www.ctec.ufal.br/</a>	XXX			XXX	XXX	XXX	XXX
EXCEN – UNIFEI <a href="http://www.excen.com.br">http://www.excen.com.br</a>	XXX	XXX		XXX	XXX	XXX	XXX
LAI – UFMG <a href="http://www.lai.cpdee.ufmg.br">www.lai.cpdee.ufmg.br</a>	XXX			XXX	XXX		XXX
GOSE – Unesp <a href="http://www.feg.unesp.br/~gose/">http://www.feg.unesp.br/~gose/</a>	XXX			XXX	XXX	XXX	XXX
CDEAM – UFAM <a href="http://www.pee.ufjf.br">www.pee.ufjf.br</a>	XXX	XXX		XXX	XXX	XXX	XXX
PEE – PUCRS	XXX			XXX	XXX	XXX	XXX
PEE – COPPE	XXX	XXX		XXX	XXX	XXX	XXX
PEC – UFG	XXX			XXX	XXX	XXX	XXX
LENHS – UFPB <a href="http://www.lenhs.ct.ufpb.br/">www.lenhs.ct.ufpb.br/</a>	XXX	XXX		XXX	XXX	XXX	XXX
<a href="http://www.int.gov.br">www.int.gov.br</a>	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
IPT <a href="http://www.ipt.br">www.ipt.br</a>	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

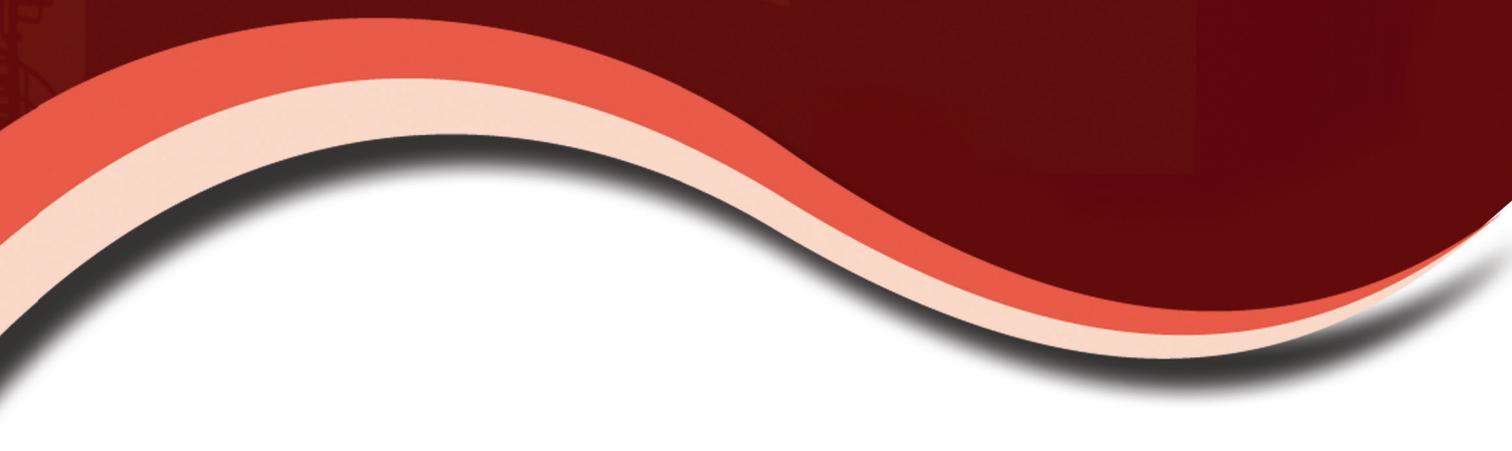
## ESTUDO DE CASOS – SUMÁRIO EXECUTIVO

Instituição	Pesquisa	Ensaio	Metrologia	Serviços Tecnológicos	Diagnósticos Energéticos	Treinamento	Publicação
INMETRO <a href="http://www.inmetro.gov.br">www.inmetro.gov.br</a>		XXX	XXX	XXX			XXX
LACTEC <a href="http://www.lactec.org.br">www.lactec.org.br</a>	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
CATE – CEPEL <a href="http://www.cate.cepel.br">www.cate.cepel.br</a>	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

Fonte: Elaboração própria



# 8 Fontes de financiamento para ações de eficiência energética

The image features a dark red background with a faint industrial scene, including a large cylindrical tank and a building with a staircase. At the bottom, there are decorative wavy lines in shades of orange and red.

## 8 Fontes de financiamento para ações de eficiência energética

**E**m relação aos fundos de financiamento para a promoção da Eficiência Energética no Brasil, a Financiadora Nacional de Pesquisa (FINEP) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) são os agentes financeiros utilizados, atuando, respectivamente, mediante os Fundos Setoriais e o Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO). A seguir, são apresentados os fundos setoriais da FINEP relacionados ao setor energético.

O CT-ENERG é destinado a financiar programas e projetos na área de energia, especialmente na eficiência energética no uso final. A fonte de financiamento está relacionada à parcela de 1% sobre o faturamento líquido das empresas concessionárias de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. As atividades desenvolvidas podem resultar de programas e/ou projetos executados de maneira individual ou cooperativa entre empresas e institutos de pesquisa, dependendo da natureza do problema a ser analisado, do nível de conhecimento e da capacidade instalada no País.

O CT-PETRO é um fundo setorial na área de Petróleo e Gás Natural. Seu objetivo é estimular a inovação na cadeia produtiva do setor de petróleo e gás natural, a formação e a qualificação de recursos humanos e o desenvolvimento de projetos entre empresas, instituições de ensino superior e centros de pesquisa, visando ao aumento da produtividade, à redução de custos e à melhoria da qualidade dos produtos do setor.

O PROESCO tem como objetivo apoiar projetos de eficiência energética, tendo como clientes as Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ESCOs) e os usuários finais de energia. Os projetos financiados são os que contribuam para a economia de energia, destacando os que utilizam equipamentos com tecnologia mais eficiente, tais como: lâmpadas; motores elétricos; controladores de velocidade variável; bombas; ventiladores; refrigeradores; sistemas de ar condicionado; fornos e fornalhas; caldeiras e sistemas de vapor; sistemas de cogeração; e sistemas automatizados de gerenciamento de energia. Para receber o apoio, a empresa deverá apresentar um projeto que permita identificar, analisar e acompanhar detalhadamente o conjunto de ações e metas, através das quais pretenda contribuir para a economia de energia.

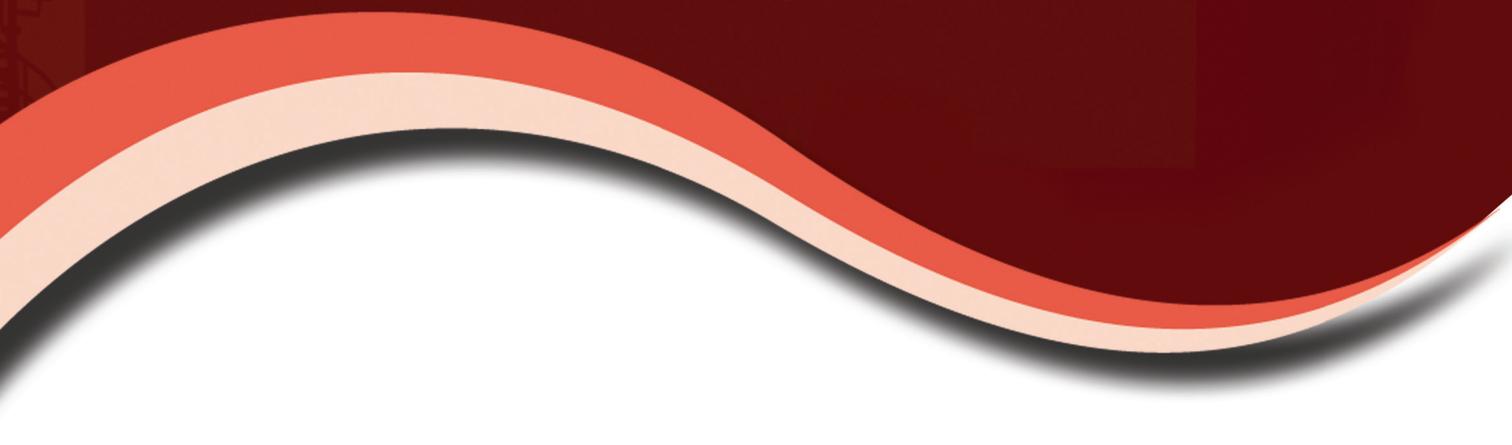
A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) coordena o Programa de Eficiência Energética (PEE) e o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) das concessionárias de distribuição de energia elétrica. O contrato de concessão firmado pelas empresas concessionárias com a ANEEL estabelece que as concessionárias invistam, anualmente, parte do montante de sua receita operacional líquida em ações que tenham por objetivo o combate ao desperdício de energia elétrica. Para o cumprimento desta obrigação, as concessionárias devem apresentar à ANEEL, anualmente, um conjunto de projetos que compreenderão seu Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica. As diretrizes para a elaboração dos Programas, bem como aquelas contidas nas resoluções da ANEEL, específicas para eficiência energética, são definidas na Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000.

Concessionárias e permissionárias de distribuição, geração e transmissão de energia elétrica devem aplicar anualmente um percentual mínimo de sua receita operacional líquida no Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor de Energia Elétrica.

A obrigatoriedade na aplicação desses recursos está prevista em lei e nos contratos de concessão, cabendo à Agência regulamentar o investimento no programa, avaliar e aprovar as condições para a execução das pesquisas e acompanhar seus resultados.

A ANEEL estabelece as diretrizes e orientações que regulamentam a elaboração de projetos de P&D por meio do Manual de Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor de Energia Elétrica. Estão isentos da obrigatoriedade de investir em P&D os projetos que geram, exclusivamente, a partir de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), biomassa, cogeração qualificada, usinas eólicas ou solares.

# Referências



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO ALUMÍNIO. 2008. Disponível em: <<http://www.abal.org.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. 2008. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INFRAESTRUTURA E INDÚSTRIAS DE BASE. 2008. Disponível em: <<http://www.abdib.org.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. 2008. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. 2008. Disponível em: <<http://www.abia.org.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA E MATERIAIS. 2008. Disponível em: <<http://www.abm-brasil.com.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ILUMINAÇÃO. 2008. Disponível em: <<http://www.abilux.com.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. 2008. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. 2008. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. 2008. Disponível em: <<http://www.abit.org.br>>.

ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO. 2008. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. 2008. Disponível em: <<http://www.abrava.com.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. 2008. Disponível em: <<http://www.ab-tcp.org.br>>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 2008. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. 2008. Disponível em: <<http://www.anicer.com.br>>.

BAJAY, S. V.; GORLA, F. D. **Simulação dos potenciais de conservação de energia na indústria**. 2008. Relatório técnico do projeto versando sobre “Análise e desenvolvimento de metodologia visando a implementação de projetos de eficiência energética na indústria”, financiado pela Confederação Nacional da Indústria, Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético, Universidade Estadual de Campinas.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. 2008. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco de energia útil**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>.

FINANCIADORA NACIONAL DE PESQUISA. 2008. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE SIDERURGIA. 2008. Disponível em: <<http://www.ibs.org.br>>.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. 2008. Disponível em: <<http://www.procel.gov.br>>.



## **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI**

### **Unidade de Competitividade Industrial – COMPI**

Wagner Cardoso  
*Gerente de Infraestrutura*

*Equipe Técnica*  
Francine Costa Vaurof  
Rafaella Sales Dias  
Rodrigo Sarmiento Garcia

*Produção Editorial*  
Núcleo de Editoração Eletrônica - CNI

### **SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC**

#### **Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND**

Renata Lima  
*Normalização*

---

*Consultores*  
Eduardo Guardia  
Jamil Haddad  
Luiz Nogueira  
Roberto Akira

*Equipe Técnica*  
**ELETOBRAS / PROCEL**

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

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

Cristine Bombarda Guedes  
*Revisão Gramatical*

Kelli Mondaini  
*Revisão Gráfica*

CT Comunicação  
*Projeto Gráfico/Editoração*



Ministério de  
Minas e Energia

