

SEL-0437

Eficiência Energética

Introdução à Eficiência Energética

Prof. José Carlos de Melo Vieira Júnior

Tópicos de Hoje

⇒ O que é Eficiência Energética?

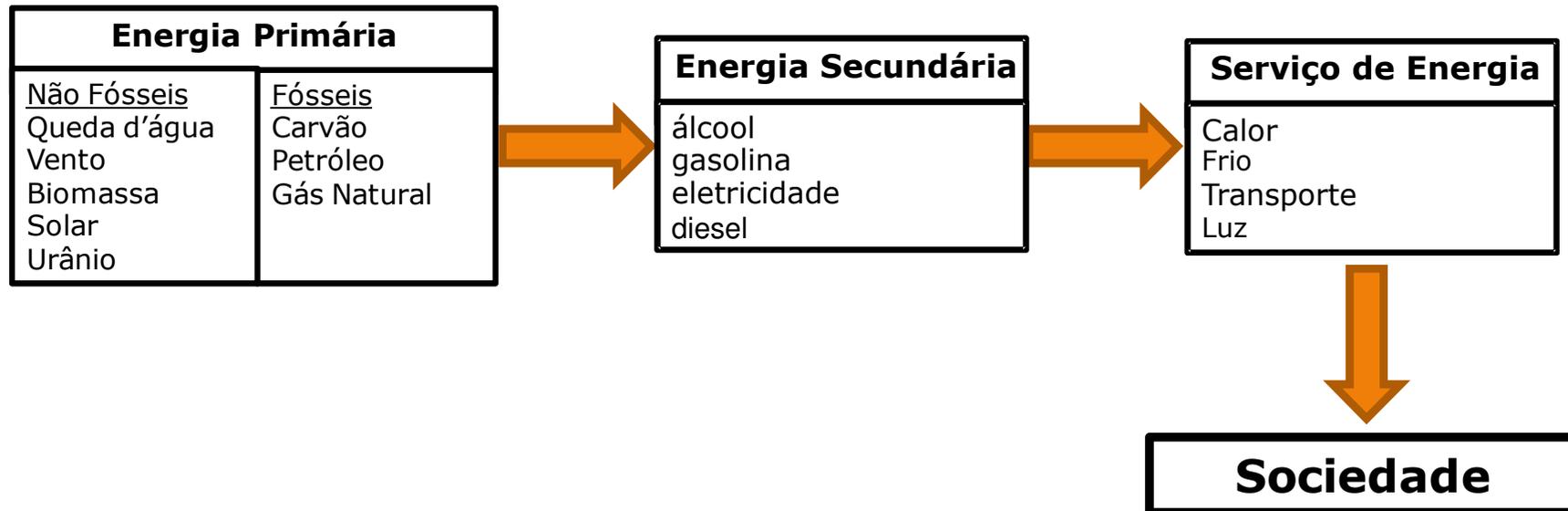
⇒ Auditoria Energética

⇒ Incentivos à Eficiência Energética no Brasil

⇒ PROCEL

Eficiência Energética

⇒ O que é?



Eficiência Energética

⇒ O que é?

⇒ Redução da energia para a realização de um mesmo serviço, sem qualquer prejuízo ao mesmo. Por exemplo, é possível ter o mesmo conforto luminoso substituindo uma lâmpada incandescente por uma fluorescente de mesma luminosidade, mas que consome menor quantidade de energia.

⇒ Melhorar a eficiência energética de um processo ou serviço provoca a redução no consumo da energia primária necessária para produzir um determinado serviço de energia.

⇒ Basicamente, as principais práticas envolvem o combate ao desperdício de energia e o aproveitamento da energia “perdida” (calor) nos processos de conversão.

Eficiência Energética

⇒ *Eficiência Energética é igual a Racionamento de Energia?????*

⇒ Não.

⇒ O racionamento de energia é a redução do serviço energético, o que causa algum prejuízo ao processo envolvido. Por exemplo, desligamento de motores de uma determinada linha de produção para atingir uma meta do consumo de energia.

Eficiência Energética

⇒ Em linhas gerais, projetos de uso eficiente da energia envolvem duas abordagens:

- ▶ Um “ajuste técnico”: uso mais **eficiente** do combustível para desempenhar a mesma tarefa (aspectos tecnológicos);
- ▶ Uma “mudança no estilo de vida”: utilização **consciente** de uma menor quantidade de combustível para realizar as mesmas tarefas.

⇒ **Quais as implicações das abordagens acima?**

- ⇒ Investimento inicial pode ser elevado, mas o retorno financeiro aparece a médio ou longo prazo
- ⇒ Postergação na construção de novas fontes (custo das medidas de conservação de energia é menor do que o de produção de energia)

Eficiência Energética

⇒ O aumento da ênfase na conservação da energia é baseado em alguns argumentos convincentes:

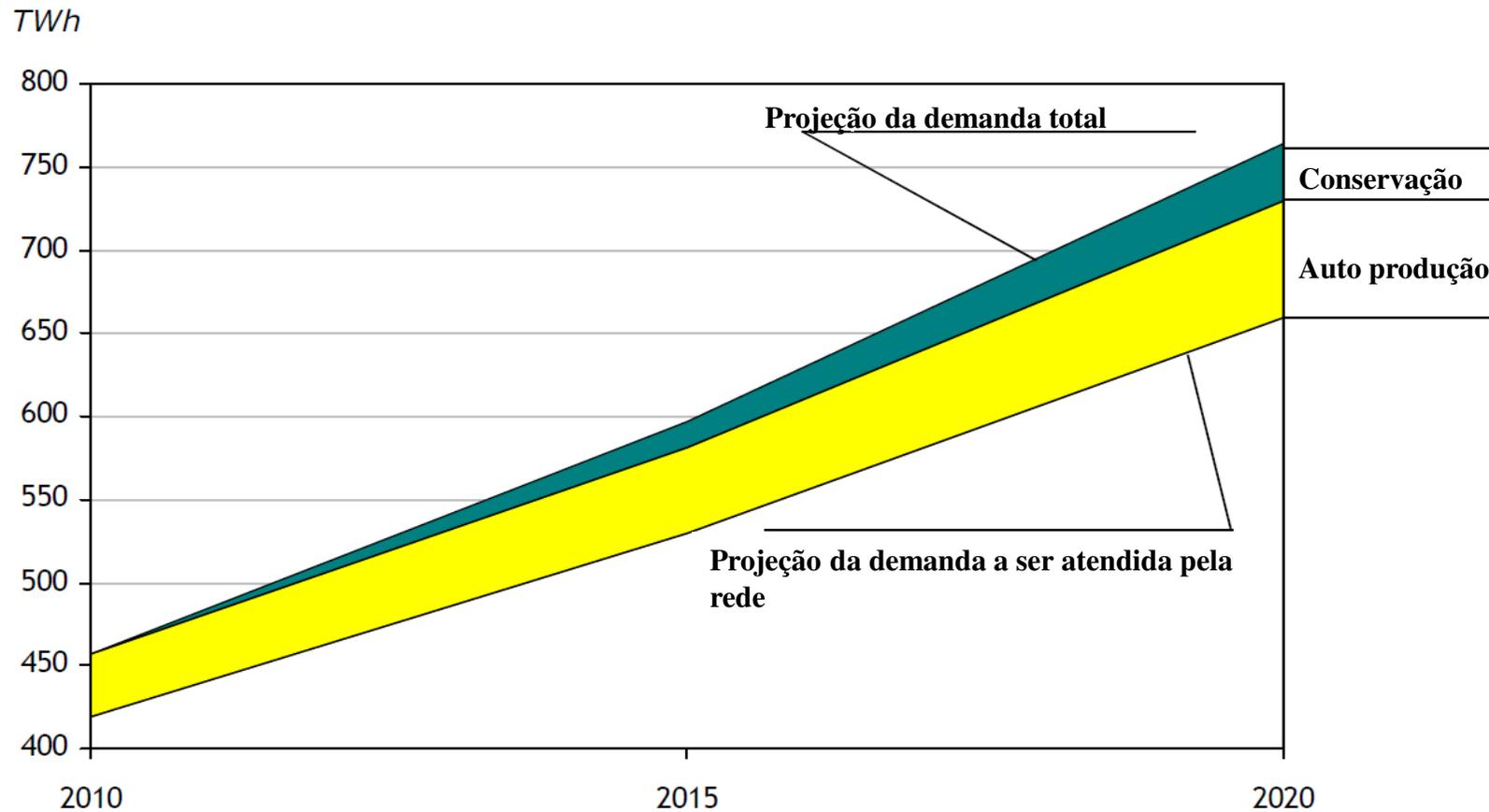
- ▶ Investimentos em conservação de energia podem gerar um retorno mais rápido do que o investimento em suprimentos de energia
- ▶ Ampliação da duração dos recursos energéticos não renováveis
- ▶ Redução da poluição ambiental
- ▶ As tecnologias de conservação de energia podem ser colocadas em prática muito mais rapidamente do que as tecnologias para aumentar o suprimento de energia
- ▶ Medidas de conservação de energia podem ser prontamente praticadas de alguma maneira por qualquer indivíduo.

Eficiência Energética

⇒ Algumas barreiras:

- Equipamentos mais eficientes tendem a ser caros
- Resistência a mudanças no estilo de vida
- Expectativa de tempo de retorno rápido para investimentos em eficiência energética, o que nem sempre acontece
- Preços muito baixos de combustíveis fósseis
- Carência de normas claras e de incentivos governamentais

Eficiência Energética



O papel da **eficiência energética** e da **geração distribuída** (pelos consumidores) deverá (e tem que) crescer nos próximos anos.

Auditoria Energética

⇒ O que é?

- Análise detalhada das condições de utilização de energia em uma determinada instalação procurando conhecer:
 - Onde, quanto e como a energia é utilizada
 - Como estão as condições dos equipamentos
 - Onde se encontram os desperdícios de energia
- Proposta de soluções para corrigir/melhorar a utilização de energia de um modo geral

Auditoria Energética

⇒ Itens a serem analisados

1. Sistemas Elétricos:

- Carga elétrica instalada
- Análise das condições de suprimento (fator de potência, transformadores, qualidade de energia)
- Estudo do sistema de distribuição da energia elétrica: variações da tensão, conexões elétricas, desequilíbrios de tensões e correntes etc
- Sistema de iluminação
- Motores elétricos e demais cargas

Auditoria Energética

⇒ Itens a serem analisados

2. Sistemas Térmicos e Mecânicos:

- Sistemas de ar condicionado e de exaustão
- Sistema de geração e distribuição de vapor: desempenho da caldeira, perdas térmicas, condições de manutenção e isolamento
- Sistema de bombeamento e tratamento de água
- Sistema de refrigeração
- Fornos: isolamento, perdas térmicas, etc

Auditoria Energética

⇒ Subsídios primordiais

- Consumos mensais de água, energia elétrica e combustível dentro de um horizonte de tempo significativo. Normalmente, utiliza-se um ano
- Plantas, desenhos e esquemas detalhados da edificação
- Temperaturas e pressão nos principais pontos, valores medidos e de projeto
- Características elétricas dos equipamentos e valores medidos associados
- Instrumentação necessária para cada caso

Incentivos – Caso Brasileiro

⇒ PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica)

- ▶ Criado pelo governo federal em 1985
- ▶ Promove o consumo racional de energia elétrica, para combater o desperdício e aumentar a eficiência energética
- ▶ Em 2010: economia de cerca de 6,16 bilhões de kWh
 - ▶ Equivale a 3,3 milhões de residências
 - ▶ 696 milhões de Reais economizados na expansão da geração de energia elétrica

Incentivos – Caso Brasileiro

⇒ “O contrato de concessão firmado pelas empresas concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica com a ANEEL estabelece obrigações e encargos perante o poder concedente. Uma dessas obrigações consiste em aplicar anualmente o montante de, no mínimo, **0,5% de sua receita operacional líquida** em ações que tenham por objetivo o combate ao desperdício de energia elétrica, o que consiste **no Programa de Eficiência Energética das Empresas de Distribuição – PEE**”. (<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=27&idPerfil=6>)

- Em 2010, isso correspondeu a **336 milhões de Reais**.

PROCEL

⇒ Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

- Criado em 1985 pelo Ministério das Minas e Energia e da Indústria e Comércio
- Sua função é promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se eliminem os desperdícios, reduzindo os custos e os investimentos setoriais.
- Seus interesses estão centrados nas seguintes áreas:
 - ✓ Elaboração de planos de ação para programas de combate ao desperdício
 - ✓ Proposição de políticas e instrumentos legais/econômicos de incentivo
 - ✓ Financiamento e fortalecimento de empresas privadas de diagnóstico energético
 - ✓ Adequação e aplicação de metodologias
 - ✓ Projetos de gerenciamento pelo lado da demanda
 - ✓ Programas de redução de perdas na oferta
 - ✓ Atuação no uso final: residencial, industrial, comercial, rural e público
 - ✓ Desenvolvimento tecnológico

PROCEL – Linhas de Ação

- ⇒ **PROCEL Educação**
- ⇒ **PROCEL Info**
- ⇒ **Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia**
- ⇒ **Procel Edifica: Edificações**
- ⇒ **Procel EPP: Prédios Públicos**
- ⇒ **Procel GEM: Gestão Energética Municipal**
- ⇒ **Procel Indústria**
- ⇒ **Procel Reluz: Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes**
- ⇒ **PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem**

PROCEL – Educação

⇒ Educação para Eficiência Energética na Educação Básica: o Procel nas Escolas

⇒ Educação para Eficiência Energética na Formação Profissional: níveis técnico, superior e pós graduação:

- *Difundir e incentivar atividades de ensino, pesquisa e extensão no meio acadêmico, relacionadas ao uso eficiente de energia e de energias renováveis;*
- *Contribuir para a formação e capacitação de profissionais técnicos e de nível superior na área de EE.*

⇒ Rede de Laboratórios e Centros de Pesquisa em Eficiência Energética

⇒ *A Eletrobras investiu, em 2011, R\$ 4.642.883,70 em projetos voltados ao desenvolvimento e aperfeiçoamento destas três linhas de ação, executados por meio de contratos e convênios com universidades e instituições reconhecidas pela qualidade do ensino.*

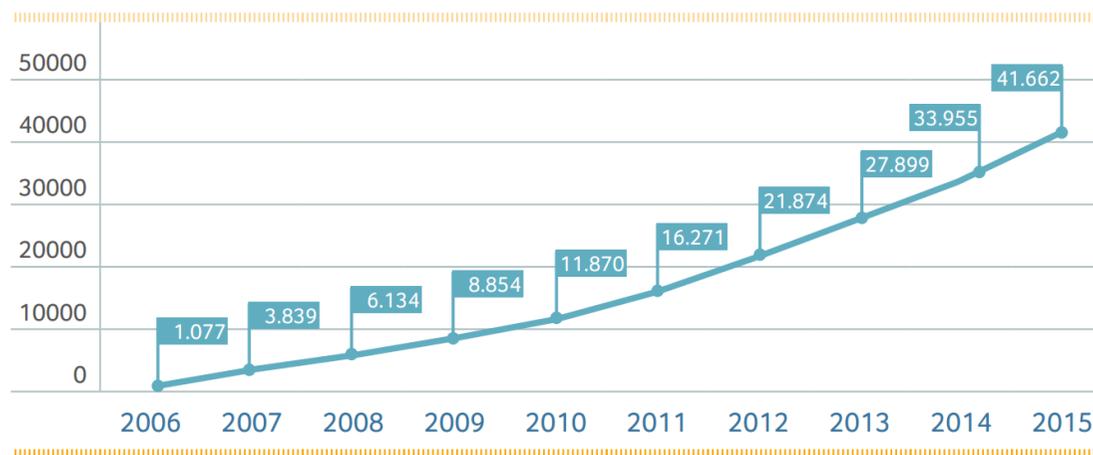
PROCEL Info

⇒ Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética

⇒ Objetivo principal:

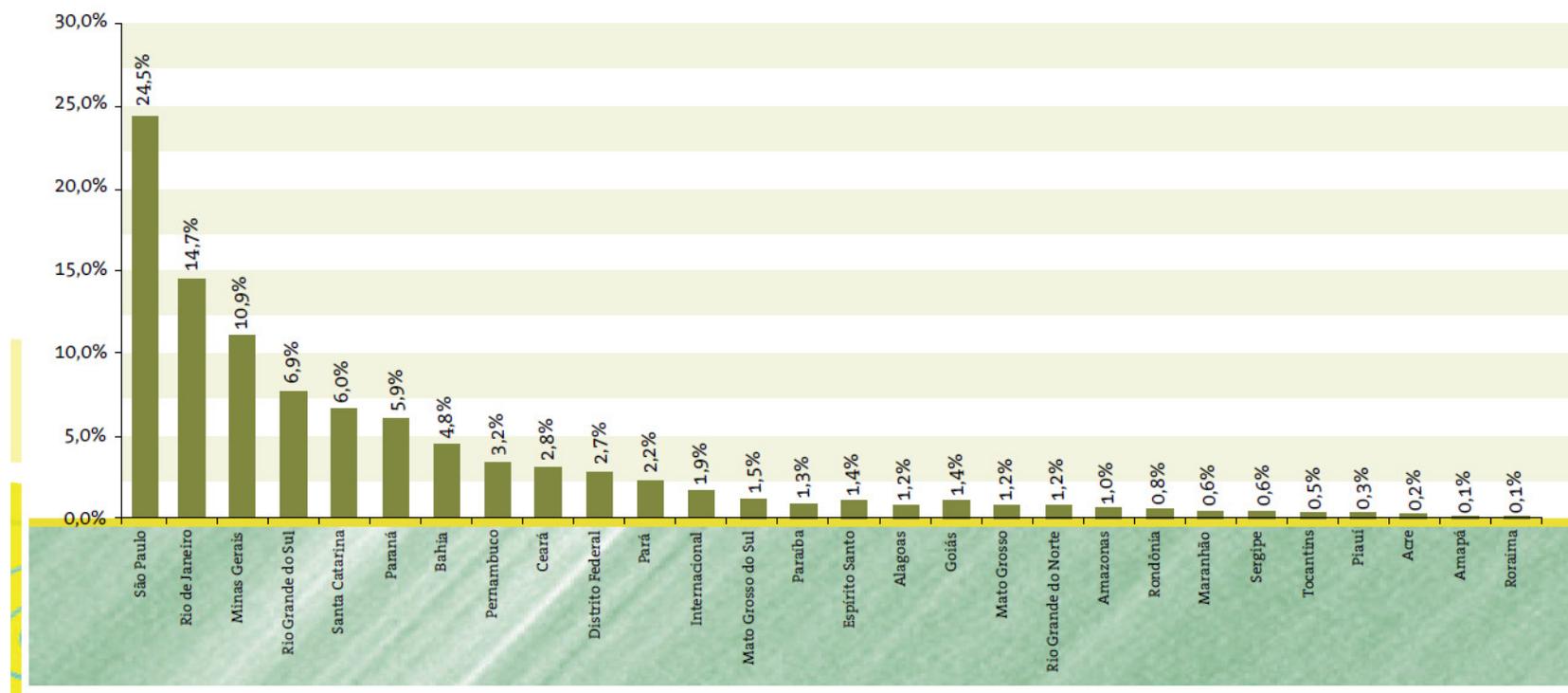
- Cuidar, de forma sistemática, da disseminação de informações sobre Eficiência Energética
- Principal mecanismo: www.procelinfo.com.br

GRÁFICO 3 | EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE USUÁRIOS CADASTRADOS NO PORTAL NO PERÍODO 2006-2015

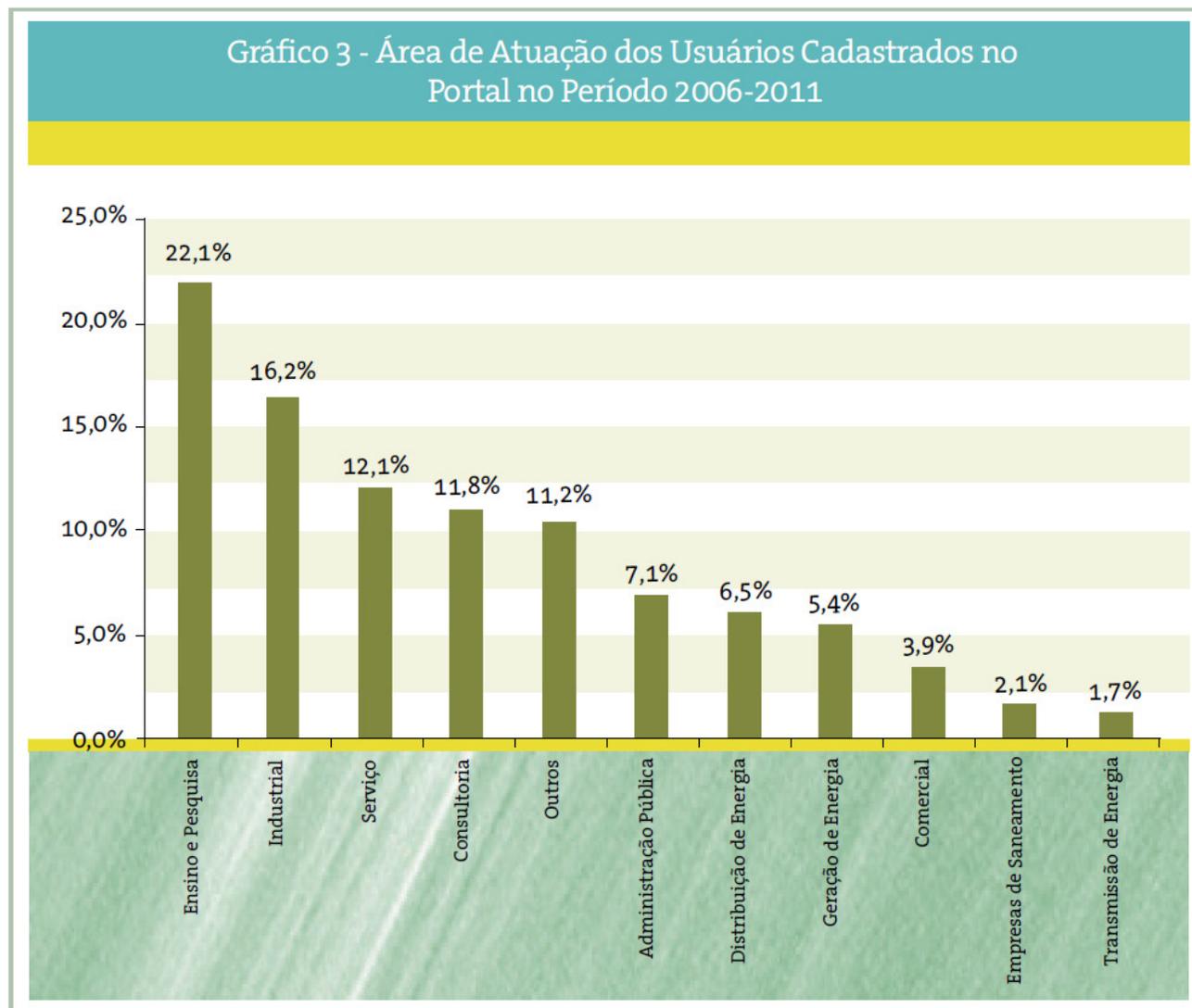


PROCEL Info

Gráfico 2 - Distribuição Geográfica dos Usuários Cadastrados no Portal no Período 2006-2011



PROCEL Info



Selo PROCEL

⇒ Objetivos

- Deixar os consumidores cientes sobre a eficiência dos equipamentos disponíveis no mercado brasileiro;
- Induzir o aprimoramento tecnológico de tais equipamentos no tocante à eficiência energética.

⇒ Eletrobras – PROCEL e INMETRO são os responsáveis pela execução das ações pertinentes ao Selo Procel.

⇒ Como?

- Capacitação de laboratórios de referência;
- Auxílio no estabelecimento de índices de consumo de energia.



Selo PROCEL

Tabela 7 - Categorias, Modelos e Fabricantes de Equipamentos Agraciados com o Selo Procel Eletrobras por Ano

Ano	Categorias	Fabricantes	Produtos
1994	3	2	3
1995	3	2	6
1996	5	6	12
1997	6	6	24
1998	8	6	24
1999	8	8	58
2000	10	13	130
2001	12	29	312
2002	16	59	1.010
2003	17	69	1.268
2004	18	68	1.178
2005	18	64	1.164
2006	20	79	1.568
2007	21	115	2.265
2008	24	138	2.410
2009	28	160	3.054
2010	31	206	3.778
2011	32	209	3.784



Selo PROCEL

Tabela 8 - Resultados Energéticos do Selo Procel Eletrobras em 2011

Categorias	Vendas Totais em 2011 (mil unidades)	Vendas com Selo Procel em 2011 (mil unidades)	Economia de Energia (milhões de kWh)
Refrigeradores e Freezers	8.271	4.549	2.320
Condicionadores de Ar	2.418	1.451	949
Motores Elétricos	1.594	1.116	1.094
LFC	201.94	40.339	1.947
Reatores para LVS	224	45	8
Sistemas de aquecimento Solar	331	66	52
Ventiladores de Teto	2.408	722	266
Total	217.190	48.288	6.636



Selo PROCEL

⇒ Critérios para concessão do selo PROCEL

- O fabricante/importador deve concordar com os termos previstos no Regulamento para a concessão do Selo Procel Eletrobras;
- O produto deve prioritariamente fazer parte do PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem), que é coordenado pelo Inmetro;
- O produto deve ser submetido anualmente a ensaios de desempenho em laboratórios de referência indicados pela Eletrobras-Procel.
- O produto deve atender aos critérios de desempenho e segurança previstos no seu respectivo Critério específico para a concessão do Selo Procel Eletrobras;
- O Selo deve estar afixado nos produtos em exposição nos pontos de venda, de modo a orientar facilmente o consumidor no ato da compra.



PROCEL – Edifica

⇒ As edificações das classes residencial, comercial, serviços e do poder público representam cerca de 50% do consumo de energia elétrica no Brasil.

⇒ Grande parte dessa energia é destinada a prover conforto ambiental aos usuários, por meio de sistemas artificiais de iluminação, climatização e aquecimento de água. O potencial técnico de economia em edificações existentes **é estimado em 25%**, enquanto que em prédios novos **pode alcançar até 50%**, ou seja, quando se considera a eficiência energética nas edificações desde a fase de projeto.

⇒ Grande parte das edificações apresenta desperdício de energia por não considerar os importantes avanços ocorridos nas áreas de arquitetura, materiais, equipamentos e tecnologia construtiva, que permitam um melhor uso da eletricidade sem abrir mão do conforto dos usuários. Para tanto, as soluções devem ser providas desde a fase do projeto arquitetônico, passando pela construção, até a utilização final.

⇒ **Objetivos:** desenvolver e disseminar ações para promover os conceitos de eficiência energética em edificações, relacionadas ao uso e à construção de novos imóveis.

PROCEL – EPP: Prédios Públicos

⇒ **Objetivos:**

- Combate ao desperdício de energia em prédios públicos;
- Demonstrar os benefícios obtidos com esse projeto na Administração Federal, Estadual e Municipal.

⇒ **Principais Ações:**

- apoio aos agentes envolvidos na administração de prédios públicos;
- promoção de projetos demonstração;
- suporte à normatização, implantação de infraestrutura e apoio às concessionárias de energia elétrica em projetos de Eficiência Energética no âmbito de Prédios Públicos.

PROCEL GEM: Gestão Energética Municipal

⇒ Objetivos

- Auxiliar as prefeituras a gastar menos com energia elétrica.
- Colaborar com o administrador público municipal na gestão e uso eficiente da energia nas unidades consumidoras da prefeitura, na identificação de oportunidades para minimizar os desperdícios e na monitoração dos gastos com energia elétrica.
- Com isso, disponibilizar mais recursos financeiros para serem utilizados em setores considerados prioritários para o município.

PROCEL GEM: Gestão Energética Municipal

⇒ Metodologia de Ação

- Treinamento “**Economizando Energia Elétrica nas Prefeituras**”.
- Formação de Agentes Municipais de Economia de Energia, por meio do “**Projeto Comunidades de Aprendizado em Gestão Energética Municipal.**”
- Elaboração de **Planges - Planos Municipais de Gestão da Energia Elétrica** que visam a otimização do consumo, identificando oportunidades de economia de energia elétrica.
- Troca de experiências por meio da RCE - Rede Cidades Eficientes em Energia Elétrica (www.rce.org.br).

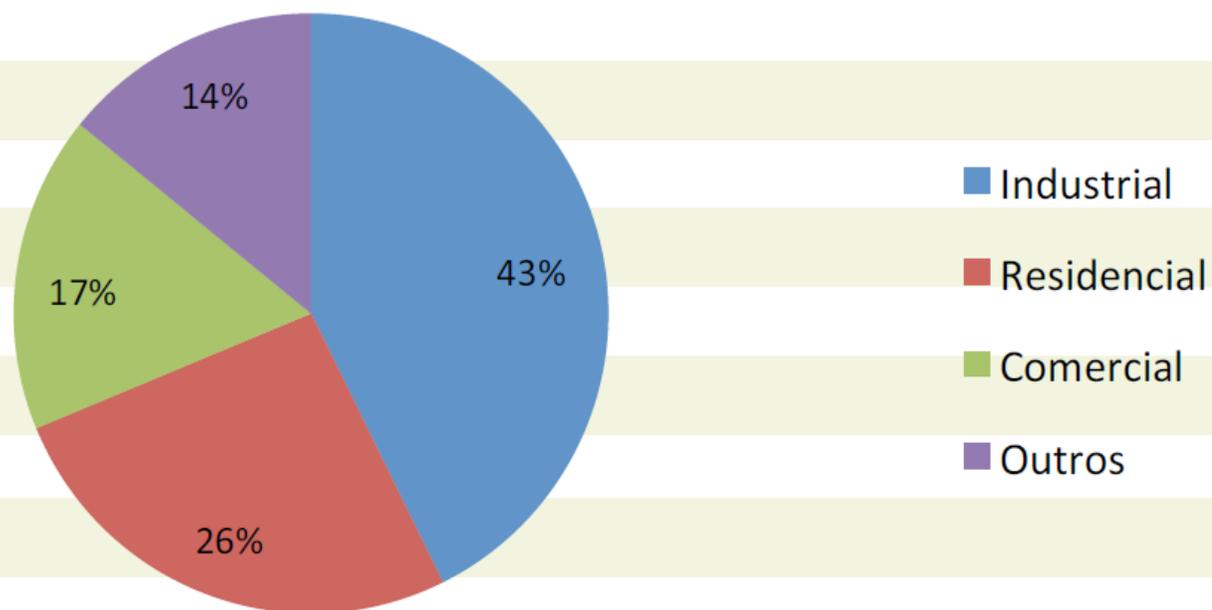
PROCEL GEM: Gestão Energética Municipal

TABELA 6 – POTENCIAIS DE ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA E DE RECURSOS INDICADOS NOS PLAMGES

	Belém (PA)	Sinop (MT)	Cacoal (RO)	Porto Velho (RO)
Potencial de Economia de Energia (MWh/ano)	9.021,3	1.468,5	1.078,1	4.977,4
Potencial de Economia de Recursos (R\$/ano)	4.398.429,07	848.343,32	509.140,17	2.567.523,47
Redução do consumo (%)	8,97	7,56	13,02	10,73

PROCEL Indústria

Gráfico 21 - Mercado de Energia Elétrica no Brasil em 2011



Fonte: Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica - Ano V, número 52 de janeiro de 2012
EPE

PROCEL Indústria

⇒ FOCO:

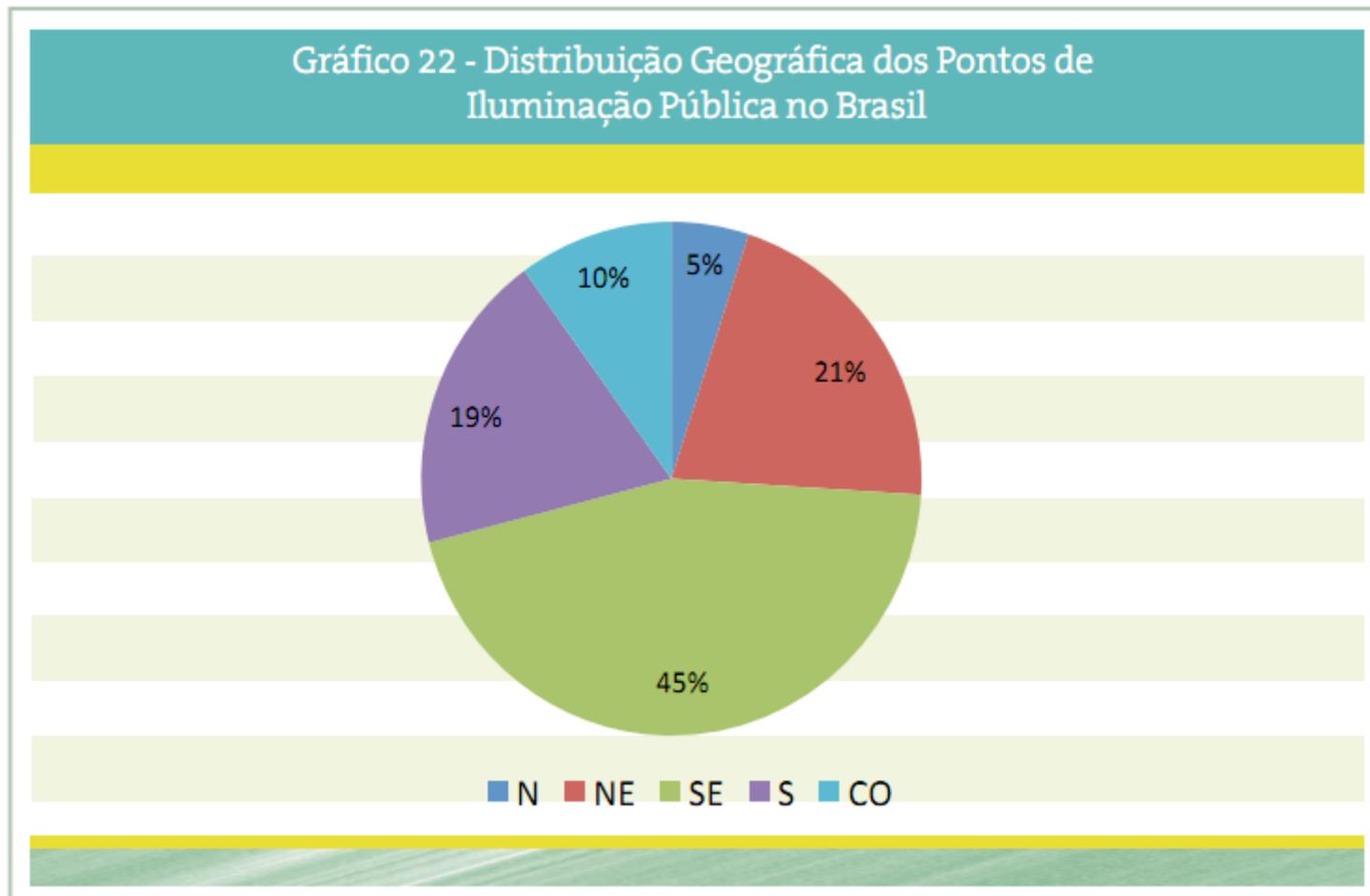
- Projetos de otimização de sistemas motrizes (acionamentos, motores elétricos, acoplamentos, cargas acionadas e instalações fluido mecânicas).
- Sistemas motrizes são prioridade tendo em vista que são responsáveis por cerca de **64%** do consumo de energia elétrica no setor industrial e **28%** do consumo total de eletricidade no país, superando os consumos dos setores comercial e residencial.

PROCEL RELUZ - Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes

⇒ Fatos:

- A iluminação pública no Brasil é responsável por **2,94% do consumo total de energia elétrica**, que equivale ao consumo de **6 milhões de residências em um ano**.
- Há 14,7 milhões de pontos de iluminação no País, sendo a maioria composta por lâmpadas de vapor de mercúrio e de vapor de sódio a alta pressão (as mais eficientes e as mais utilizadas pelo PROCEL RELUZ).

PROCEL RELUZ - Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes



PROCEL RELUZ - Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes

⇒ Objetivos:

- Implementação de projetos de eficiência energética nos sistemas de iluminação pública e sinalização semafórica através da substituição de lâmpadas incandescentes, mistas e a vapor de mercúrio por lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão e vapor metálica, mais eficientes.
Exemplo: uma lâmpada de vapor de mercúrio de 250 W pode ser substituída por outra a vapor de sódio de 150 W, mantendo o mesmo nível de iluminância.
- No caso da sinalização semafórica, substituem-se as lâmpadas incandescentes por sistemas que utilizam diodos emissores de luz (LEDs), com maior vida útil e consumo de energia até 90% menor.

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

⇒ **Objetivos:**

- Prover informações úteis que influenciem a decisão de compra dos consumidores, que podem levar em consideração outros atributos, além do preço, no momento da aquisição dos produtos;
- Estimular a competitividade da indústria, através da indução do processo de melhoria contínua promovida pela escolha consciente dos consumidores.

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

⇒ Características:

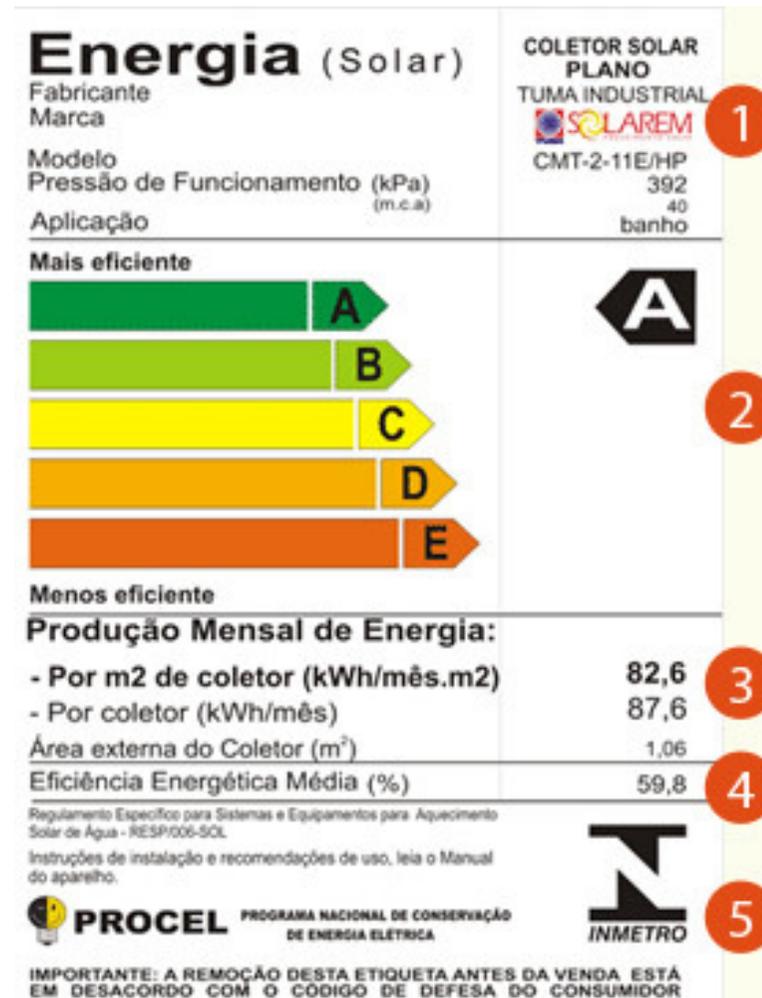
- É composto por 38 Programas de Avaliação da Conformidade em diferentes fases de implementação, contemplando a etiquetagem dos seguintes produtos:
 - ✓ Linha branca, como fogões, refrigeradores e condicionadores de ar;
 - ✓ A área de recursos renováveis (sistemas de aquecimento solar de água e sistemas de geração de energia fotovoltaica);
 - ✓ Edificações;
 - ✓ Veículos automotores.

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

<p>Energia (Elétrica)</p> <p>Fabricante Marca</p> <p>Tipo de degelo Modelo /tensão(V)</p>	<p>REFRIGERADOR</p> <p>ABCDEF XYZ(Logo)</p> <p>ABC/Automático IPQR/220</p>	<p>→ Indica o tipo de equipamento</p> <p>→ Indica o nome do fabricante</p> <p>→ Indica a marca comercial ou logomarca</p> <p>→ Indica o modelo/tensão</p>
<p>Mais eficiente</p> <p>Menos eficiente</p>		<p>→ A letra indica a eficiência energética do equipamento / Veja a tabela correspondente na coluna ao lado</p>
<p>CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mes) <small>(adotado no teste clima tropical)</small></p> <p>Volume do compartimento refrigerado (l)</p> <p>Volume do compartimento do congelador (l)</p> <p>Temperatura do congelador (°C)</p>	<p>XY,Z</p> <p>000</p> <p>000</p> <p>* 000 -18</p>	<p>→ Indica o consumo de energia, em kWh/mês</p>
<p>Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Linha de Refrigeradores e Assemelhados - RESPO01-REF</p> <p>Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</p> <p> PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</p> <p> INMETRO</p> <p>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</p>		

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

⇒ Coletor Solar



PROCEL – Resultados 2015 (ano-base 2014)

TABELA 1 – PRINCIPAIS RESULTADOS ENERGÉTICOS DAS AÇÕES DO PROCEL EM 2014

Resultado	Total
Energia economizada (bilhões de kWh)	10,517
Usina equivalente (MW) ³	2.522
Emissão de CO ₂ equivalente evitada (milhão tCO ₂ e)	1,425

3. A usina equivalente foi obtida a partir da energia economizada, considerando um fator de capacidade médio típico de 56% para usinas hidrelétricas e incluindo 15% de perdas médias na T&D. Considerou-se esse nível de perdas, tendo em vista que a grande parcela de utilização da energia elétrica se dá no sistema de distribuição em baixa tensão.

PROCEL – Resultados 2016 (ano-base 2015)

**TABELA 1 – PRINCIPAIS RESULTADOS
ENERGÉTICOS DAS AÇÕES DO PROCEL EM 2015**

Resultado	Total
Energia economizada (bilhões de kWh)	11,680
Usina equivalente (MW) ³	2.801
Emissão de CO ₂ equivalente evitada (milhão tCO ₂ e)	1,453

PROCEL – Resultados 2017 (ano-base 2016)

**TABELA 1 – PRINCIPAIS RESULTADOS
ENERGÉTICOS DAS AÇÕES DO PROCEL EM 2016**

Resultado	Total
Energia economizada (bilhões de kWh)	15,15
Usina equivalente (MW) ³	3.634
Emissão de CO ₂ equivalente evitada (milhão tCO ₂ e)	1,238

PROCEL – Resultados 2017 (ano-base 2016)

**TABELA 2 – INDICADORES DE RESULTADOS
DAS AÇÕES DO PROCEL EM 2016**

Indicador	Total
Economia em relação ao consumo total de energia elétrica no Brasil (%) ⁴	3,29
Economia em relação ao consumo residencial de energia elétrica no Brasil (%)	11,40
Número de residências que poderiam ser atendidas com a energia economizada, durante um ano (milhões) ⁵	7,8

4. O consumo de energia elétrica no Brasil foi de 460 bilhões de kWh em 2016. Na classe residencial, o consumo correspondente foi de 132,8 bilhões de kWh (Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica, ano X, nº 112, Janeiro de 2017, EPE).
5. Considerando que o consumo médio de energia de uma residência no Brasil é de 161 kWh por mês (Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica, ano X, nº 112, Janeiro de 2017, EPE).
6. A metodologia utilizada para o cálculo do custo evitado se baseia no Custo Marginal de Expansão (CME). O valor adotado para o CME foi de R\$ 193/MWh, conforme consta no documento "Custo Marginal de Expansão CME: Metodologia de Cálculo 2016", publicado pela EPE. Segundo o documento a metodologia de cálculo para a inferência do CME tem por objetivo estimar o custo futuro de expansão da geração, levando em consideração não somente os preços de energia previstos, mas também quais fontes de energia devem ser instaladas no futuro.

PROCEL – Resultados 2017 (ano-base 2016)

**TABELA 3 – RECURSOS FINANCEIROS
APLICADOS NO PROCEL EM 2016**

Recursos Financeiros		Valor (milhões R\$)
Eletrobras	Investimento	0,12
	Custeio ⁷	14,87
Total		14,99

PROCEL – Resultados 2017 (ano-base 2016)

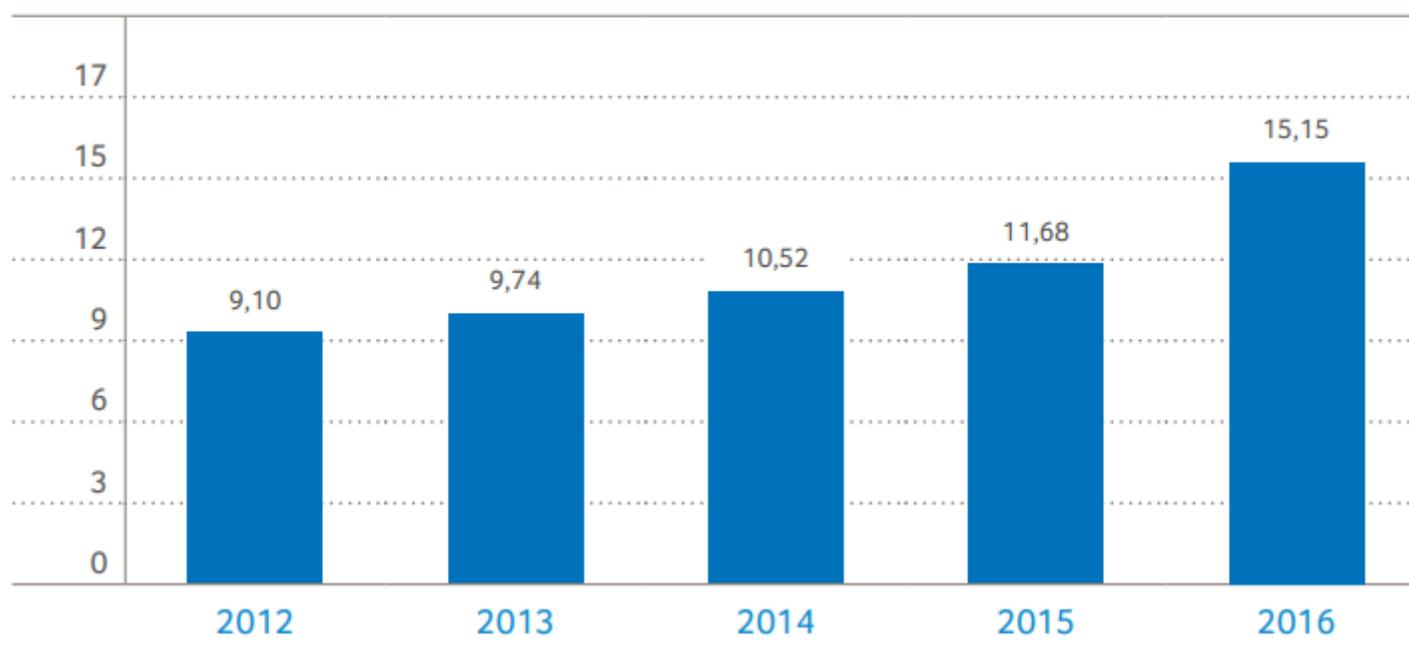


**Economia de energia aumentou 29,74%
em relação ao ano anterior**



PROCEL – Resultados 2017 (ano-base 2016)

GRÁFICO 2 | ECONOMIA DE ENERGIA DECORRENTE DAS AÇÕES DO PROCEL NOS ÚLTIMOS CINCO ANOS (BILHÕES DE kWh)



Fontes Bibliográficas

⇒ Resultados PROCEL 2012 – Ano Base 2011. Disponível em <http://www.procelinfo.com.br>.

⇒ Resultados PROCEL 2015 – Ano Base 2014. Disponível em <http://www.procelinfo.com.br>.

⇒ Resultados PROCEL 2016 – Ano Base 2015. Disponível em <http://www.procelinfo.com.br>.

⇒ Resultados PROCEL 2017 – Ano Base 2016. Disponível em <http://www.procelinfo.com.br>.

Atividade 1: entrega dia 20/03 (por e-mail)

⇒ Pesquisar na norma ABNT ISO 50001 e escrever um texto (max. 3 páginas) focando nos seguintes itens:

- Escopo
- Conceito PDCA: o que é? Descreva os objetivos deste conceito.
- Conceituação de linha de base energética e de planejamento energético.
- Exemplos de índices de desempenho energético.