



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

HELDER RENATO FARIA SILVA

**ESTUDO DAS PRINCIPAIS POLÍTICAS PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA NO SETOR ELÉTRICO**

Guaratinguetá
2014

HELDER RENATO FARIA SILVA

ESTUDO DAS PRINCIPAIS POLÍTICAS PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA NO SETOR ELÉTRICO

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Oscar Armando Maldonado Astorga

Guaratinguetá
2014

S586e	Silva, Helder Renato Faria Estudo das principais políticas para melhoria da eficiência energética no setor elétrico / Helder Renato Faria Silva – Guaratinguetá : [s.n], 2014. 94 f. : il. Bibliografia : f. 83-94 Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014. Orientador: Prof. Dr. Oscar Armando Maldonado Astorga 1. Energia elétrica – Conservação 2. Sustentabilidade I. Título
	CDU 620.9



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

HELDER RENATO FARIA SILVA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE DO
REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO EM ENGENHARIA
ELÉTRICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Prof. Dr. LEONARDO MESQUITA
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. OSCAR ARMANDO MALDONADO ASTORGA
Orientador/UNESP-FEG

Prof. Dr. DANIEL JULIEN BARROS DA SILVA SAMPAIO
UNESP-FEG

Prof. Dr. DURVAL LUIZ SILVA RICCIULLI
UNESP-FEG

Janeiro de 2015

DADOS CURRICULARES

HELDER RENATO FARIA SILVA

NASCIMENTO	03.08.1990 – SÃO JOSÉ DOS CAMPOS/SP
FILIAÇÃO	Renato Domingos da Silva Lúcia Helena Alvarenga Gusmão de Faria e Silva
2005/2008	Curso Técnico Mecatrônica – Escola Técnica Professor Everardo Passos
2010/2014	Curso de Graduação Engenharia Elétrica – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá

para Terezinha e Renê, que não puderam me acompanhar até Guará,
mas que sei que sempre estiveram a meu lado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelos dons da vida, da inteligência e por me conceder a força e serenidade necessárias para enfrentar confiante todos os obstáculos encontrados no caminho até a conclusão desse curso de graduação,

a minha família, avós, tios, primos, padrinhos e de modo especial a meus pais *Renato e Lúcia*, por darem todas condições necessárias para que me preparasse, ingressasse e concluísse o curso de graduação da melhor maneira possível, independentemente de quão sacrificante isso possa ter sido para eles,

a minha namorada, *Priscila Diniz*, que, ainda que às vezes à distância, sempre me socorreu nos piores momentos, com palavras de carinho e conforto que me ajudaram a sempre levantar a cabeça e seguir em frente em busca de meus sonhos e objetivos,

a meus amigos, *Mateus, Marcelo, Leandro, Thiago, Raphael, Glauco e Bruno*, que não só me acolheram quando eu não tinha nenhum outro lugar aonde ir, mas também me proporcionaram muitas boas risadas e uma amizade para toda a vida,

a meu orientador, *Prof. Dr. Oscar Armando Maldonado Astorga*, por todo apoio, dedicação e empenho para transformar esse trabalho em realidade da melhor forma possível.

“Viva *cada* dia com esperança em seu curacao. Fazendo isso, você *cria* o futuro com que sonha.”

Chi-Ji, A Garça Vermelha de Pandaria

SILVA, H. R. F. **Estudo das principais políticas para melhoria da eficiência energética no setor elétrico**. 2014. 94 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

RESUMO

Esse trabalho busca comparar as políticas nacionais e internacionais de incentivo a investimentos em eficiência energética e tem por objetivo apresentar as principais tendências seguidas, medidas adotadas e resultados econômicos e ambientais observados, bem como possíveis melhorias e expansões nesses programas. Essa análise é justificada pelo atual momento não só do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), mas também do sistema elétrico mundial, com aumento constante da demanda e esgotamento dos recursos naturais, implicando na necessidade de um melhor aproveitamento destes e da energia por eles gerada, o que afeta diretamente as perdas na geração, transmissão e distribuição de energia e também seu consumo, além de reduzir os impactos ao meio ambiente. Por fim, através desse estudo, pode-se também vislumbrar possíveis novos caminhos para esses programas e também falhas ou ineficácias a serem aprimoradas nas medidas que já são tomadas atualmente.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Elétrica, Eficiência, Aplicações, Políticas, Sustentabilidade.

SILVA, H. R. F. **A study of the main energy efficiency improvement policies in power systems.** 2014. 94 f. Graduate work (Graduate in Electrical Engineering) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

ABSTRACT

This paper aims at comparing the national and international incentive policies in energy efficiency investment and presenting the main trends, measures adopted and economical and environmental results obtained, as well as possible improvements and expansions of these programs. This analysis is justified by the current moment, not only of the Brazilian Power Systems (SEB) but also of the global power systems with the constant increase of demand and depletion of natural resources implying in a need of a better use of them and of the power they generate, which directly affects the losses on the generation, transmission, distribution and consumption of energy, in addition to reducing the impacts on the environment. At last but not least, through this study it was possible to gleam not only at new possible ways for these programs, but also failures and inefficiencies that can be improved in the measures currently being used.

KEYWORDS: Electric Energy, Efficiency, Applications, Policies, Sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, SUA IMPORTÂNCIA NO BRASIL E NO MUNDO E SUA RELAÇÃO COM A SUSTENTABILIDADE	17
2.1 INTRODUÇÃO.....	17
2.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	18
2.3 A IMPORTÂNCIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL E NO MUNDO.....	22
2.4 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	26
3 POLÍTICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	29
3.1 INTRODUÇÃO.....	29
3.2 FALHAS E BARREIRAS DE MERCADO	29
3.3 MEDIDAS PARA POLÍTICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	33
3.4 ELABORAÇÃO DE POLÍTICAS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	37
4 MEDIDAS EXISTENTES NO BRASIL E NO MUNDO	40
4.1 INTRODUÇÃO.....	40
4.2 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL.....	45
4.3 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA UNIÃO EUROPEIA	53
4.3.1 França.....	56
4.3.2 Alemanha.....	57
4.3.3 Itália.....	58
4.3.4 Espanha	59
4.3.5 Reino Unido.....	60
4.4 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS ESTADOS UNIDOS	61
5 RESULTADOS.....	64
5.1 BRASIL.....	64
5.2 UNIÃO EUROPEIA	68
5.2.1 França.....	70
5.2.2 Alemanha.....	72
5.2.3 Itália.....	72
5.2.4 Espanha	74

5.2.5 Reino Unido.....	76
5.3 ESTADOS UNIDOS.....	76
5.4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	77
6 CONCLUSÃO.....	79
REFERÊNCIAS	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxo energético e suas principais perdas	18
Figura 2.2 – População mundial e demanda energética anual e estimada, em milhões de barris de petróleo equivalentes (Mbpe)	26
Figura 3.1 – Exemplo de etiquetas ao redor do mundo.	37
Figura 3.2 – Dinâmica das políticas de eficiência energética.....	38
Figura 4.1 – Focos quantitativos de programas de eficiência energética	42
Figura 4.2 – Principais focos de programas de eficiência energética.....	42
Figura 4.3 – Setores contemplados pelos programas de eficiência energética.....	43
Figura 4.4 – Focos dos programas de eficiência energética entre os usuários finais	43
Figura 4.5 – Países com legislação voltada para eficiência energética	44
Figura 4.6 – Países com agências de eficiência energética	45
Figura 4.7 – Selo PROCEL e Etiqueta Nacional de Conservação de Energia	48
Figura 4.8 – Consumo total e previsto de energia em Mtep.....	55
Figura 5.1 – Economia de energia decorrente das ações do PROCEL (TWh).....	64
Figura 5.2 – Custos evitados pelas ações do PROCEL (milhões de reais)	65
Figura 5.3 – Emissões de CO ₂ equivalente evitadas pelas ações do PROCEL (mil ton CO ₂ eq)	66
Figura 5.4 – Consumo de energia elétrica dos países analisados (TWh)	69
Figura 5.5 – Perdas relativas em transmissão e distribuição nos países analisados	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Evolução da capacidade instalada e oferta de energia elétrica em longo prazo no Brasil, por fonte de geração em GW	24
Quadro 3.1 – Possíveis respostas para as falhas de mercado e comportamentais mais comumente citadas	30
Quadro 4.1 – Acordos e tratados internacionais sobre eficiência e mudanças climáticas.....	40
Quadro 4.2 – Instituições e programas internacionais para eficiência energética.....	41
Quadro 4.3 – Legislações sobre eficiência energética no Brasil	46
Tabela 4.4 – Distribuição dos investimentos em P&D.....	53
Quadro 4.5 – Documentos sobre políticas de eficiência energética na UE	54
Tabela 5.1 – Principais resultados das ações do PROCEL 2013.....	65
Tabela 5.2 – Resultados obtidos na primeira fase do PEE	68
Tabela 5.3 – Resultados consolidados do PEE (1998-2012).....	68
Tabela 5.4 – Energia economizada por setor na França	71
Tabela 5.5 – Demonstrativo de resultados e das principais medidas de eficiência energética em vigor na França e projeções para o futuro.	71
Tabela 5.6 – Resultados dos programas de eficiência na Alemanha por setor.....	72
Tabela 5.7 – Resultados dos programas de eficiência na Itália por setor (10^6 tep/ano)	73
Tabela 5.8 – Economia anual de energia devido aos Certificados Brancos entre 2007 e 2012	74
Tabela 5.9 – Resultados dos programas de eficiência energética na Espanha em 2010 (Ano Base 2004).....	75
Tabela 5.10 – Consumo e economia de energia elétrica no Reino Unido	76
Tabela 5.11 – Resultados dos programas e políticas de eficiência energética nos EUA	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ACEEE	Conselho Americano para uma Economia Energeticamente Eficiente
ADEME	Agência do Meio Ambiente e da Matriz Energética
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BMWi	Ministério Federal da Economia e Energia
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CEI	Comunidade dos Estados Independentes
CIDD	Deduções para Desenvolvimento Sustentável
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural
DSM	Gerenciamento do Lado da Demanda
eco-PTZ	Eco-Empréstimos a Taxa Zero
ECT	Carta do Tratado da Energia
EEC	Certificado de Eficiência Energética
Eletrobrás	Centrais Elétricas Brasileiras
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
ENEA	Agência Nacional das Novas Tecnologias, Energia e Desenvolvimento Econômico Sustentável
ESCO	Empresa de Serviços de Conservação de Energia
EUA	Estados Unidos da América
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FiT	Tarifas Embutidas
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GEF	Fundo Global para o Meio Ambiente
GEM	Gestão Energética Municipal
GHG	Gás de Efeito Estufa
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IDAE	Instituto para Diversificação e Economia de Energia
IEA	Agência Energética Internacional
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
Lamotriz	Laboratório de Otimização de Sistemas Motrizes
MCT	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MEPS	Padrões Mínimos de Eficiência
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério das Minas e Energia
MURE	Medição do Uso Racional de Energia
OECD	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONG	Organização Não Governamental
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PEE	Programa de Eficiência Energética

PEEREA	Protocolo da Carta da Energia sobre Eficiência Energética e Aspectos Ambientais Relacionados
PIB	Produto Interno Bruto
PNE	Plano Nacional de Energia
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RCE	Rede de Cidades Eficientes em Energia Elétrica
RGR	Reserva Geral de Reversão
ROL	Receita Operacional Líquida
R3E	Rede de Eficiência Energética em Edificações
SEB	Sistema Elétrico Brasileiro
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SSM	Gerenciamento do Lado da Oferta
UE	União Europeia
SIEM	Sistema de Informação Energética Municipal
UGEM	Unidade de Gestão Energética Municipal
UNDP	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
WAP	Programa de Apoio à Climatização
WBG	Banco Mundial
WCED	Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
WEC	Conselho Mundial da Energia

1 INTRODUÇÃO

De certa forma, pode-se associar os grandes saltos de desenvolvimento da humanidade à descoberta de novas fontes e aplicações de energia, desde a Pré-História, com a descoberta do fogo e da roda, passando pelo uso de animais de carga, até chegar às Revoluções Industriais e aos dias de hoje.

Atualmente, no Brasil, o crescimento da indústria e da população e do poder de compra desta, aliado à falta de uma política sólida de gerenciamento energético levou o país a um ponto crítico, onde a demanda por energia cada vez mais se aproxima da oferta (LEITE, 2011). Por outro lado, em países europeus e no Japão, por exemplo, a dificuldade se encontra no meio de obtenção da energia elétrica, uma vez que o uso das usinas termoelétricas que utilizam derivados do petróleo é altamente evitado por questões ambientais e existe certo receio quanto ao uso das usinas nucleares desde o incidente em Fukushima em 2011.

Tendo isso em vista, é notável a crescente importância do gerenciamento energético nos setores comercial e industrial e de incentivos governamentais para aumento da eficiência em todos setores, principalmente o residencial. As motivações para isso são as mais diversas, sendo as principais a econômica e a ambiental. Não há no mercado um produto substituto para a energia elétrica, portanto, uma vez analisadas todas as possibilidades para aquisição da energia (entre contratação em ambiente regulado e livre, geração própria e cogeração) e dentre estas escolhidas a melhor, nada resta a fazer do ponto de vista econômico senão utilizar essa energia da melhor forma possível. Há também a preocupação com o meio ambiente, que, por si só, também implica num melhor uso das fontes de energia e num maior retorno financeiro ligado à economia verde¹.

Além da preocupação dos impactos que uma possível escassez de energia possa causar no desenvolvimento econômico do Brasil e do mundo, há também outra questão: a sustentabilidade. Conforme apresentado por Omer (2007), a população mundial nunca cresceu tanto quanto nos últimos 200 anos e a tendência é que até 2050, ela se torne dez vezes maior que em 1800, atingindo a marca de dez bilhões de habitantes. Esse é um número preocupante principalmente quando se leva em conta que a matriz energética mundial é baseada principalmente na queima de combustíveis fósseis, devido não só à emissão de gases de efeito estufa (GHG), mas também ao caráter não renovável desses combustíveis. Mas, mesmo em

¹ O termo “verde” diz respeito a produtos, mercados, serviços, etc. que apresentam como atrativo o fato de serem menos agressivos ao meio ambiente. (PAULOS, 1998)

países de matriz mais limpa, como o Brasil, cuja maior parte da energia consumida é produzida através da força da água, esse crescimento pode causar fortes impactos se não for acompanhado de investimentos, como se vê atualmente em São Paulo.

Esse cenário aponta para a necessidade de desenvolvimento de novas fontes de energia. Entretanto, a pesquisa e o desenvolvimento de novas fontes viáveis de energia para substituir as usadas atualmente leva tempo. Enquanto isso, a energia disponível para a humanidade deve ser usada da melhor maneira possível. E mesmo quando o uso dessas novas tecnologias se tornar realidade, a preocupação com o uso racional da energia deve ser mantida para evitar que essa situação possa vir a se repetir no futuro.

É nesse contexto de necessidade de melhor utilização da energia disponível que se deve destacar a importância da adoção de medidas que visem o aumento da eficiência energética, ou seja, otimizar o uso da energia disponível, através de métodos e/ou processos que assegurem o menor consumo de energia por unidade produzida levando-se em conta os condicionantes sociais, econômicos e ambientais (NATURESA, 2011). Tais medidas podem ser tomadas de forma espontânea pelas empresas desde a geração até os usuários finais visando, como já exposto, um maior lucro proveniente da diminuição dos custos de produção. Entretanto, elas devem também ser estimuladas, através de políticas que incentivem a transformação de toda a cadeia produtiva visando atingir uma maior eficiência e, em última instância, maior sustentabilidade, melhor qualidade de vida, indústrias mais competitivas e oferta de energia mais confiável (MORVAJ; BUKARICA, 2010).

Esse trabalho visa, portanto, comparar os programas implantados no Brasil e no mundo, seus reflexos econômicos e ambientais e possíveis futuras expansões e está dividido em cinco capítulos:

Ao longo dos capítulos desse trabalho, são apresentados os principais conceitos de eficiência energética, sua importância e impacto na construção de uma cultura sustentável, as falhas e barreiras de mercado e como vencê-las através das políticas de eficiência energética, programas de eficiência energética no Brasil e no mundo e seus resultados econômicos e ambientais desses programas. Por fim são apresentadas as considerações finais, com as principais lições trazidas por esse trabalho e sugestões de ampliação e melhorias.

2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, SUA IMPORTÂNCIA NO BRASIL E NO MUNDO E SUA RELAÇÃO COM A SUSTENTABILIDADE

2.1 INTRODUÇÃO

No atual estado de desenvolvimento da humanidade, pode-se admitir, salvo algumas exceções como comunidades isoladas, que o acesso à energia elétrica é necessário para se garantir um patamar mínimo de qualidade de vida. Além disso, o crescimento econômico de um país e até mesmo a estabilidade não são possíveis sem a garantia de acesso a fontes adequadas e confiáveis de energia.

Por outro lado, segundo Morvaj e Bukarica (2010) o setor energético é responsável pela emissão de 75% de GHG. Tais emissões, de acordo com relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), devem ser reduzidas em 50% até 2050 (MAHESWARAN, D. et al., 2012), para evitar que as mudanças climáticas causem maiores impactos na vida da humanidade.

Esse dilema se torna ainda maior quando se leva em conta o crescimento populacional e industrial, que aumentará a demanda por energia que, por sua vez, levará à necessidade de instalação de novas usinas (OMER, 2007). Essas usinas podem levar a maiores emissões, inundação de grandes áreas e riscos de acidentes nucleares.

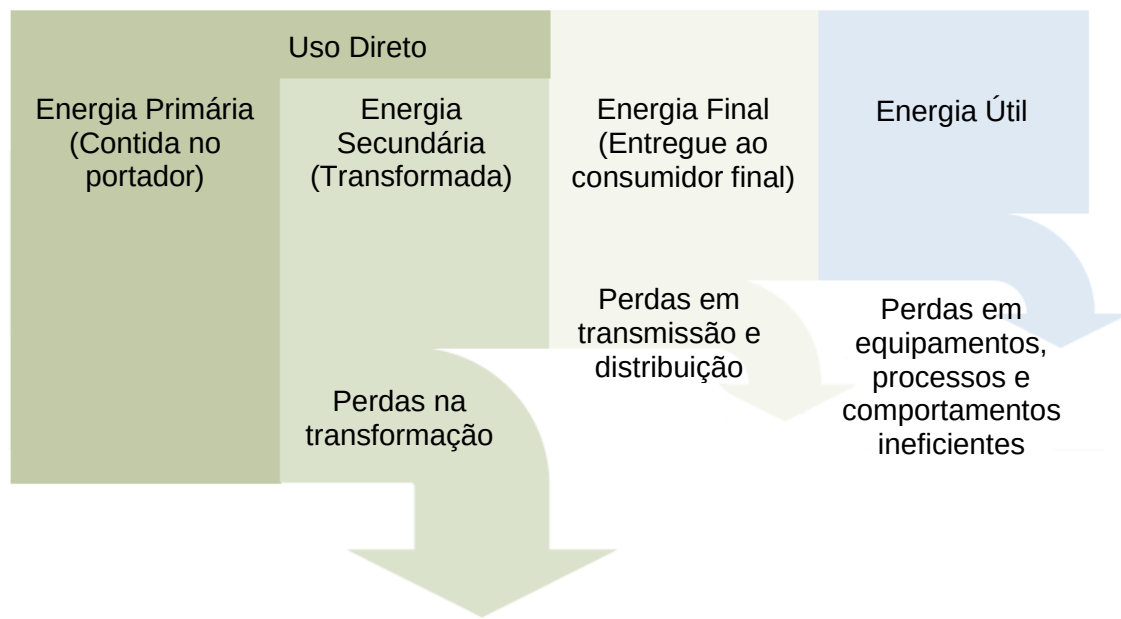
A preocupação tanto da sociedade civil quanto dos governantes com essas questões convergem para a necessidade de desenvolvimento tecnológico no sentido de melhor aproveitar a energia produzida, através de medidas que visem à eficiência energética, uma vez que, ainda segundo Morvaj e Bukarica, a energia que não é utilizada é a melhor, mais barata e menos agressiva ao meio ambiente.

Nesse capítulo são apresentadas definições sobre o conceito de energia energética, motivos para a adoção de tais medidas tendo em vista o momento por que passam o Brasil e demais países do mundo e os impactos que essas medidas causam no meio ambiente, visando principalmente à diminuição dos GHGs.

2.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O principal objetivo dos investimentos em eficiência energética é diminuir as perdas ao longo do fluxo energético, desde a produção até seu uso final. Na Figura 2.1 pode-se visualizar a natureza das principais perdas e em quais partes do fluxo elas ocorrem.

Figura 2.1 – Fluxo energético e suas principais perdas



Fonte: (MORVAJ; BUKARICA, 2010).

A partir dessa figura pode-se obter uma forma simples de se determinar a eficiência energética de um processo, conforme visto na equação (2.1).

$$E_{\Delta H} = \frac{\Delta H_{UTIL}}{\Delta H_{PRIMARIA}} = \frac{\Delta H_{PRIMARIA} - \Delta H_{PERDAS}}{\Delta H_{PRIMARIA}} = 1 - \frac{\Delta H_{PERDAS}}{\Delta H_{PRIMARIA}} \quad (2.1)$$

Sendo:

$E_{\Delta H}$: Eficiência termodinâmica do processo;

ΔH_{UTIL} : Energia utilizada em forma de trabalho pelo processo, em joules;

$\Delta H_{PRIMARIA}$: Energia primária consumida pelo processo, em joules;

ΔH_{PERDAS} : Energia desperdiçada pelo processo na forma de calor, vibrações, ruídos, etc., em joules.

Essa medida se baseia na primeira lei da termodinâmica, também conhecida como lei da conservação de energia. Patterson (1996) argumenta, entretanto, que essa medida não é a mais precisa, uma vez que não leva em conta alguns fatores como a qualidade da energia utilizada e o valor de mercado da energia. Tendo isso em vista, o autor propõe outros índices.

O índice proposto na equação (2.2) deriva da segunda lei da termodinâmica e compara a eficiência do processo com a máxima eficiência possível em um processo real, que é comumente obtido através da equação (2.3), conhecida como fórmula de Kelvin.

$$\rho = \frac{E_{\Delta H_{REAL}}}{E_{\Delta H_{IDEAL}}} \quad (2.2)$$

$$M = \Delta H \left(\frac{t_1 - t_2}{t_1} \right) = \Delta H \left(1 - \frac{t_2}{t_1} \right) \Rightarrow E_{\Delta H_{IDEAL}} = \frac{M}{\Delta H} = 1 - \frac{t_2}{t_1} \quad (2.3)$$

Sendo:

ρ : Eficiência do processo de acordo com a segunda lei da termodinâmica;

$E_{\Delta H_{REAL}}$: Eficiência termodinâmica do processo medida empiricamente, em joules;

$E_{\Delta H_{IDEAL}}$: Eficiência máxima que o processo pode atingir, em joules;

M : Trabalho mecânico realizado pelo processo, em joules;

ΔH : Calor consumido pelo processo, em joules;

t_1 : Temperatura de entrada do processo, em kelvin;

t_2 : Temperatura de saída do processo, em kelvin.

O autor explica, ainda, que mesmo com essa abordagem diferente, um cálculo de eficiência baseado exclusivamente em princípios termodinâmicos não é a melhor forma de descrever os processos observados, uma vez que assumem processos perfeitamente reversíveis.

Além disso, a relação entre energia de entrada e de saída pode não ser um conceito muito acessível para o consumidor final, principalmente se este for um consumidor residencial. Para tanto, sugere-se que a relação seja feita entre toneladas de produto produzidas por unidade de energia consumida, que tem a vantagem de ser “imune” a flutuações no mercado, uma vez que, independente de seus preços, a razão tonelada de produto por unidade de energia será constante para um mesmo estágio de desenvolvimento tecnológico.

Ainda objetivando a melhor compreensão desses índices por leigos, pode-se também relacionar a energia consumida por um país com seu produto interno bruto (PIB), o que, porém, apresenta alguns problemas, por não considerar, por exemplo, a alteração da participação de indústrias de uso intensivo de energia na economia do país e mudanças na composição da matriz energética. Esse método pode, ainda, ser utilizado para a análise da eficiência energética de uma única fábrica ou setor da economia.

Patterson também apresenta uma proposta do Comitê Econômico Misto do Congresso dos Estados Unidos da América (EUA) para que a comparação seja feita entre o preço da energia e o PIB, o que, para o Comitê, reflete mais precisamente a produtividade da energia, já que a oferta e a demanda de energia estariam embutidas em seus preços. Turvey e Norbay² (1965, apud PATTERSON, 1996, p. 6) e Berndt³ (1978, apud PATTERSON, 1996, p.6) apoiam a proposta, argumentando que essa prática soluciona os problemas relacionados à qualidade da energia uma vez que esta será considerada para a determinação dos preços e sugerem a adoção de preços ideais para esses indicadores, o que pode, porém, se mostrar problemático devido à dificuldade de obter esses valores de forma consistente e independente e também devido à sua variação ao longo do tempo, ao contrário da demanda pela energia em si.

Verifica-se, então, que embora esses índices tenham suas vantagens e desvantagens, todos convergem para o mesmo ponto: um aumento na eficiência energética é obtido através da diminuição da energia consumida por unidade produzida em um processo.

Morvaj e Bukarica (2010) propõem quatro pilares principais para se alcançar o aumento na eficiência energética. São eles:

Evitar uso excessivo e desnecessário de energia através de regulamentação (i.e. padrões mínimos de eficiência (MEPS) e códigos de construção) e políticas que estimulem mudanças de comportamento;

Reduzir perdas de energia implantando medidas de eficiência energética e novas tecnologias (i.e. reuso de calor rejeitado ou uso de iluminação LED);

Monitorar o consumo de energia para aumentar a base de dados sobre padrões de consumo de energia e suas consequências (i.e. medição inteligente e cobranças em tempo real).

Gerenciar o consumo de energia melhorando práticas operacionais e de manutenção. (MORVAJ; BUKARICA, 2010, p. 2, grifo do autor, tradução nossa).

² TURVEY, R.; NORBAY, A. R. On measuring energy consumption. **Economic Journal**, v. 75, p. 787-793, 1966 apud PATTERSON, M. G. What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. **Energy Policy**, v. 24, n. 5, p. 377-390, 1996.

³ BERNDT, E. R. Aggregate energy, efficiency and productivity measurement. **Annual Review of Energy**, v. 3, p. 225-249, 1978 apud PATTERSON, M. G. What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. **Energy Policy**, v. 24, n. 5, p. 377-390, 1996.

Dentro dessas linhas gerais, Geller⁴ (2003, apud NATURESA, pp. 28-29) cita algumas providências que podem ser tomadas para aumentar a eficiência energética em diversos segmentos consumidores.

Dispositivos mais eficientes para cozinhar e aquecer água;
Prédios que façam melhor uso de iluminação e ventilação naturais;
Substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas;
Outras lâmpadas, reatores, controles e equipamentos de iluminação eficientes;
Equipamento de refrigeração com compressores mais eficientes e melhores conversores de calor;
Gerenciamento da energia e dos sistemas de controle;
Dispositivos eletrônicos com baixo consumo de energia de apoio;
Projeto e controle avançados de bombeamento, ar comprimido e de outros sistemas motores;
Motores de veículos mais eficientes, veículos mais leves e veículos elétricos híbridos. (GELLER, 2003 apud NATURESA, 2011, p.28).

No caso particular do sistema elétrico de potência (SEP), segundo Papaefthymiou, Beestermöller e Gardiner (2013), o foco das medidas de eficiência energética são as chamadas perdas técnicas, ou seja, a energia elétrica transformada em calor ou ruído na transmissão e distribuição. Essas perdas podem ser divididas em perdas variáveis ou perdas no cobre, devidas ao efeito Joule e proporcionais à resistência do condutor e ao quadrado da corrente, perdas fixas ou perdas no ferro, que são as perdas por histerese e correntes parasitas, independentes da corrente, e as perdas por efeito Corona, que dependem do nível de tensão da linha e de condições climáticas.

Na União Europeia (UE), essas perdas, segundo os autores, são maiores na distribuição (de 2,3% a 11,8%) que na transmissão (de 1 a 2,6%), variando de acordo com o país, são maiores nos transformadores (cerca de 33% das perdas técnicas e 67% das perdas variáveis), devido à flutuação no carregamento destes durante o dia, que faz com que eles não operem sempre com o máximo rendimento, e tem entre suas causas o uso de equipamentos que já passaram de sua vida útil e a transmissão de potência reativa, que induz correntes reativas que aumentam as perdas.

Papaefthymiou, Beestermöller e Gardiner (2013) sugerem ainda algumas medidas que podem auxiliar na solução desses problemas. Essas medidas podem visar substituir equipamentos, como a troca dos transformadores em operação por outros mais novos e diminuir as perdas variáveis na rede, através de aumento de sua capacidade, aumentando a

⁴ GELLER, H. S. **Revolução Energética. Políticas para um futuro sustentável**. Editora Relume Dumará, 2003 apud NATURESA, J. S. **Eficiência Energética, Política Industrial e Inovação Tecnológica**. 2011. 229 p. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2011.

seção dos cabos, o que diminui a resistência da linha, ou do aumento das tensões de operação, o que diminui as correntes. Ambas as soluções são, entretanto, caras e de difícil execução.

Existem também medidas voltadas para o gerenciamento e projeto de redes, como diminuir perdas fixas através da diminuição do número de transformadores na rede, o que também ajuda a aumentar o fator de demanda destes, aproximando-os de seu ponto ótimo de operação (carregamento de cerca de 50%). Essa ação também pode ser usada para reconfiguração da rede, seja física ou operacional, tornando os caminhos entre as unidades produtoras de energia e os grandes centros consumidores mais simples. Além disso, pode-se controlar a energia reativa na rede (não só através de bancos capacitivos e reativos, mas também de medidas educativas junto aos consumidores, incentivando-os a substituírem seus aparelhos), o fluxo de energia e manter as fases o mais balanceadas possível.

Como já exposto, tais medidas são salutares em todo o mundo, tendo em vista principalmente a meta proposta pelo IPCC, de modo especial no Brasil, onde a crise energética e a falta de investimentos no setor levou o país a caminhar “na contramão da própria história” com o aumento crescente da participação de usinas termoeletricas na matriz energética do país (LEITE, 2011, p.8) e na Europa, onde, devido às características físicas do continente e também à consciência ambiental de sua população, os programas de eficiência energética vêm atingindo os melhores resultados do mundo. Segundo a Agência do Meio Ambiente e da Matriz Energética (ADEME, 2013), até 2010, os países da UE já tinham poupado 130 Mtep (toneladas equivalentes de petróleo).

2.3 A IMPORTÂNCIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL E NO MUNDO

Segundo Vossenaar (2010), dada a dependência de combustíveis fósseis da atual matriz energética mundial, investimentos em eficiência energética geralmente são formas mais rápidas, baratas e ambientalmente corretas de se atender a demanda energética sem perder de vista a ameaça das mudanças climáticas. Para o Conselho Mundial da Energia (WEC, 2010), esses investimentos são importantes tanto do ponto de vista econômico quanto do ambiental, que acabam se complementando em certos aspectos.

Pode-se citar, por exemplo, as metas impostas pelo Protocolo de Kyoto, cuja maior preocupação é reduzir o consumo de combustíveis fósseis para, assim, reduzir a emissão de GHG para amenizar os impactos da ação antrópica na Terra. Essa redução, porém, tem

também um impacto direto na economia, uma vez que entre 2003 e 2009 o preço do barril de petróleo mais que triplicou.

Outro exemplo nesse sentido é exposto por Lave (2010), que mostra que a intensidade energética (razão entre o uso de energia e o PIB) caiu pela metade entre 1919 e 1973 e novamente entre 1973 e 2006 e, não fosse o desenvolvimento tecnológico no período, apenas a economia americana consumiria 75% das reservas fósseis do planeta.

Cabe ressaltar que essa diminuição na intensidade (que nada mais é que um aumento na eficiência) energética foi, em grande parte, atingida sem esforços concentrados em eficiência, mas como consequência do desenvolvimento tecnológico da humanidade, o que mostra o grande potencial latente caso se busque esse fim.

Porém, segundo o WEC (2013), os maiores beneficiados pelas medidas de eficiência energética são os países em desenvolvimento, onde a energia que seria perdida sem essas ações pode ser utilizada para garantir a mais pessoas o acesso à energia e, também, países com rápido aumento na demanda, como China e Índia, onde o tamanho dos investimentos necessários em infraestrutura seria reduzido.

O caso da Tunísia, onde cada dólar investido em eficiência significava cinco economizados em subsídios, também é usado como exemplo para mostrar que investimentos em eficiência podem “reduzir o impacto da volatilidade dos preços do petróleo quando os preços são subsidiados, como costuma acontecer” (WEC, 2013, p.11, tradução nossa).

No caso particular do Brasil, grandes investimentos em eficiência são necessários. Segundo o Plano Nacional de Energia (PNE) do Ministério das Minas e Energia (MME, 2007), está prevista para 2030 uma demanda energética de 989 TWh, o que equivale a quase o dobro da demanda de 2010. Em termos de capacidade de geração, isso significa a necessidade de um aumento de aproximadamente 60 GW na potência instalada.

Desse total, 5% ou cerca de 10 GW correspondem à economia atingida pelas medidas de eficiência energética e menos de 20 GW serão supridos por fontes renováveis e pequenas centrais hidrelétricas. É alarmante, porém, segundo Leite (2010, p.12) que nesses 20 anos “as inesgotáveis fontes de geração de eletricidade, como solar e nuclear” serão muito pouco exploradas e, com a dificuldade de construção de grandes usinas hidrelétricas, principalmente devido a impasses ambientais, o que resultará no não aproveitamento de um potencial de cerca de 90 GW, grande parte dos 30 GW restantes será suprido por termoeletricas a carvão ou gás natural, que aumentarão sua participação na matriz energética para 18%. Na Tabela 2.1 pode-se ver de forma detalhada a evolução da oferta de energia elétrica no Brasil.

Tabela 2.1 – Evolução da capacidade instalada e oferta de energia elétrica em longo prazo no Brasil, por fonte de geração em GW

Fonte	Capacidade Instalada				Acréscimo	
	2005	2015	2020	2030	2005-2030	2015-2030
Hidrelétricas	68,6	99,0	116,1	156,3	87,7	57,3
Grande Porte ⁵	68,6	99,0	116,1	156,3	87,7	57,3
Térmicas	16,9	24,3	26,9	39,9	23,0	15,5
Gás Natural	8,7	13,0	14,0	21,0	12,3	8,0
Nuclear	2,0	3,3	4,3	7,4	5,4	4,1
Carvão	1,4	2,5	3,0	6,0	4,6	3,5
Outras	4,8	5,5	5,5	5,5	0,7	- ⁶
Alternativas	1,4	5,5	8,8	20,3	18,9	14,8
PCH	1,3	2,3	3,3	7,8	6,5	5,5
Centrais Eólicas	- ⁶	1,4	2,3	4,7	4,7	3,3
Biomassa da Cana	0,1	1,8	3,0	6,6	6,5	4,8
Resíduos Urbanos	0,0	- ⁶	0,2	1,3	1,3	1,3
Outras ⁷	5,8	4,9	0	0	-0,9	0
Importação	7,8	8,4	8,4	8,4	0,6	0
Total	100,5	142,1	160,2	224,9	129,3	87,6

Fonte: (adaptado de MME, 2007a).

Mais ainda, continua o autor: não se vê, além da redução proporcional do IPI da chamada linha branca em relação a sua eficiência, ações concretas no sentido de atingir o índice proposto de 5% (índice este que, ainda segundo o MME, leva em conta o segundo cenário mais favorável possível), que acaba se tornando um número “mais desejável do que provável” e comprova uma vez mais a necessidade das medidas de eficiência no Brasil.

Essa ideia, porém, encontra alguns opositores. Brookes (1990, 2000) atenta, através de exemplos empíricos, históricos e alegóricos, para o fato que investimentos em eficiência podem causar efeito contrário ao esperado: uma vez que investimentos em eficiência incorrem essencialmente em um aumento na produtividade, esses investimentos podem levar a um

⁵ Não inclui a parte paraguaia de Itaipu nem autoprodução.

⁶ Valor inferior a 100 MW.

⁷ Autoprodução e sistemas isolados.

aumento na produção, pois, ainda que haja uma alta nos preços dos insumos (como, por exemplo, nas crises do petróleo) ou uma maior tarifação de fontes não renováveis de energia, os investimentos em eficiência seriam usados para tornar os altos preços suportáveis e não para revertê-los.

O autor argumenta, também, que a própria alta dos preços em si pode ser encarada como uma medida de eficiência energética. Isso, porém, vai de encontro com a ideia do WEC de utilizar a eficiência energética como fator de inclusão social, uma vez que a população mais afetada por essa alta seria justamente a mais vulnerável e que, portanto, necessita, muitas vezes, de medidas afirmativas para sair dessa situação.

Ayres, Turton e Casten (2007) também contestam a sobretaxação de energias não renováveis (impostos de carbono), prevendo uma possível recessão advinda dessas decisões, uma vez que a alta nos preços do carvão e petróleo incorreriam na alta do preço da energia por eles gerada, diminuindo a demanda não só por esses produtos, mas também por todos que dependem deles, o que engloba grande parte da economia de um país.

Brookes (2000) cita, ainda, que as medidas de eficiência energética analisadas individualmente podem, ainda, contribuir para o aumento do consumo principalmente no setor residencial, onde um aumento na eficiência energética é visto mais como uma forma de economia de energia que de aumento de produtividade. Em vista disso, alguns autores como Naturesa (2011), Leite (2011), Hollanda e Erber (2010) e Hansla, et al. (2008) frisam a importância de, em conjunto com as medidas que visam o aumento da eficiência em si, a realização de programas educativos, visando ao consumo consciente.

Contra a visão de Brookes (1990), Howarth (1997) argumenta que, apesar de existir um efeito reverso ligado à eficiência energética que leva a um aumento de consumo, este não é significativo, uma vez que um aumento na eficiência energética só causaria grandes impactos no consumo se os custos com energia compusessem a maior parte do preço dos serviços energéticos e se os gastos com energia constituíssem uma grande parte da atividade econômica. Isso, porém, não significa que as medidas educativas sejam desnecessárias. Pelo contrário, aliadas aos investimentos em eficiência, elas podem levar a uma economia ainda maior, aumentando a velocidade com que os objetivos de redução no consumo são atingidos.

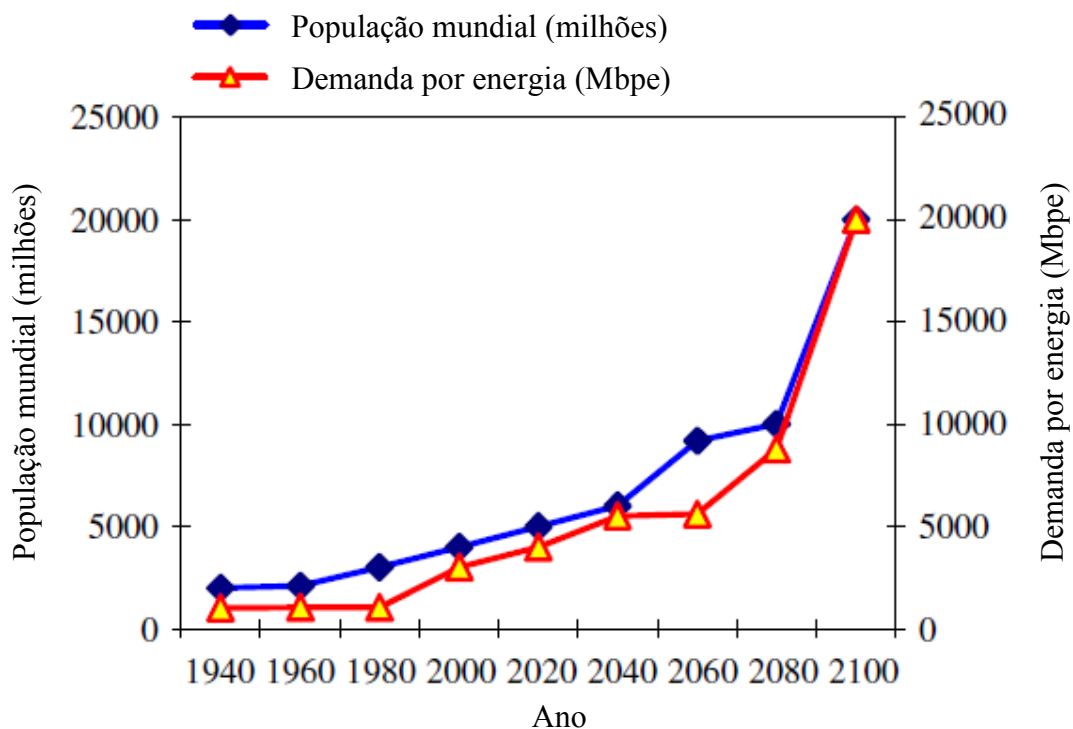
2.4 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O conceito de desenvolvimento sustentável é complexo, amplo e abrangente, o que levou à elaboração de várias interpretações e definições diferentes. A primeira delas, formulada pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987, p.41, tradução nossa) enuncia que desenvolvimento sustentável é aquele que “atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”.

Os autores chamam a atenção para dois pontos principais nessa definição: o de necessidade, levando em conta principalmente as necessidades básicas da população pobre, de modo a tornar a erradicação da pobreza uma prioridade, e a das limitações impostas, que dependem da tecnologia disponível e da organização social no presente e no futuro para delimitar as necessidades de cada época.

Particularizando essa definição para o setor energético, vemos na Figura 2.2 que a demanda por energia cresce taxas semelhantes às do crescimento populacional.

Figura 2.2 – População mundial e demanda energética anual e estimada, em milhões de barris de petróleo equivalentes (Mbpe)



Fonte: (OMER, 2007).

Uma análise do gráfico pode levar à conclusão que a primeira premissa proposta pelo WCED (1987) foi cumprida, garantindo que toda população mundial tenha acesso à energia. Omer (2007), porém, apresenta dados mais profundos que mostram, que, na verdade, o que ocorreu foi o contrário: os países mais desenvolvidos, onde atualmente residem 25% da população mundial, são responsáveis pelo consumo de 75% da oferta energética disponível no planeta.

Dados da Agência Energética Internacional (IEA, 2013) mostram que a segunda diretiva também foi desrespeitada: os combustíveis fósseis, que, somados, são responsáveis pela geração de 68% da energia elétrica do mundo, liberam substâncias nocivas na atmosfera, que causam impactos que podem ser percebidos tanto em curto quanto em longo prazo.

Entre essas substâncias estão os nitratos e sulfatos, que causam irritação das vias aéreas e chuvas ácidas, além de contribuírem para o aquecimento global e o dióxido de carbono, que diminui a dispersão dos raios solares para a atmosfera, intensificando o efeito estufa, o que pode causar o derretimento das calotas polares, aumento do nível do mar e elevação das temperaturas médias no planeta.

Além disso, caso as atuais taxas de crescimento sejam mantidas sem que nenhuma providência seja tomada, todo o petróleo, gás natural e urânio disponíveis na Terra acabarão em algumas décadas. Esse limite sobe para cerca de dois séculos para o carvão, o que não deixa, entretanto, de ser alarmante (OMER, 2007).

Com esse cenário em vista, fica clara a necessidade de ações que colaborem para que as atividades econômicas do mundo caminhem no sentido de depender cada vez menos do petróleo e seus derivados, através do uso de fontes renováveis de energia e também da eficiência energética, sendo esta importante não só para diminuir essa dependência, mas também aprimorar as tecnologias empregadas para a obtenção de energia limpa.

Para Rosen (1995), o desenvolvimento sustentável requer fontes confiáveis e sustentáveis de energia e isso implica, entre outras coisas, no uso dessas fontes da maneira mais eficiente possível, para que os benefícios decorrentes desse uso sejam maximizados e seus impactos negativos minimizados. Isso também implica na redução do uso das fontes de energia, ou, no caso de fontes renováveis como o sol e o vento, na diminuição dos recursos necessários para obtenção dessa energia.

Analisando o Quarto Relatório de Avaliação (AR4) do IPCC, Ürge-Vorsatz e Metz (2009) frisam a importância que a eficiência energética teve até agora na redução da intensidade energética global e das emissões de GHG e que terá para que as metas de redução dessas emissões, principalmente até a metade do século.

Além disso, os autores continuam, os investimentos em eficiência podem colaborar para a diminuição da pobreza, não só nos países em desenvolvimento, diminuindo as taxas sobre a energia e, assim, tornando-as mais acessíveis à população de baixa renda.

Isso, porém, passa pela necessidade de difusão global de conhecimentos, tecnologias e recursos necessários para investimentos em eficiência energética. Um exemplo disso é o fato de, apesar de o número de indústrias eletro intensivas nos países desenvolvidos ser maior que no restante do mundo, a energia consumida por essas indústrias é menor nesses países. (OMER, 2007)

Isso se dá devido ao menor acesso dos países em desenvolvimento às avançadas tecnologias empregadas nos países desenvolvidos e à menor disponibilidade de recursos disponíveis para realizar esses investimentos, o que pode tolher a capacidade de crescimento desses países, uma vez que as políticas de eficiência energética devem também ser adotadas por esses países.

Por outro lado, argumentam Ürge-Vorsatz e Metz (2009), Wei, Patadi e Kammen (2009) e Vossenaar (2010), essa dificuldade pode ser vista como uma oportunidade de crescimento. Segundo os autores, os investimentos em eficiência energética aumentam a oferta de energia com custos muito menores que investimentos diretos em infraestrutura, reduzindo ou eliminando a necessidade de importação de energia e podendo contribuir para aumento da competitividade dos produtos de um país, devido à redução dos custos de produção e ao apelo do mercado verde, o que é também altamente atrativo para países em recessão.

Além disso, a geração de empregos relacionados a esses investimentos pode, também, dar o impulso necessário a economias em crise ou em desenvolvimento. E quando se fala em empregos relacionados à eficiência, não são levados em conta apenas os gerados pela cadeia produtiva e operativa de aparelhos e estruturas mais eficientes, mas também os que podem vir a ser gerados futuramente, devido à maior produtividade associada à maior eficiência.

Segundo Ürge-Vorsatz e Metz (2009), a UE, por exemplo, estima que um investimento em eficiência energética visando a uma redução de 20% pode gerar cerca de um milhão de empregos diretos e indiretos. Wei, Patadi e Kammen (2009) estimam que as medidas de eficiência têm potencial para criar aproximadamente 0,4 trabalho-ano/GWh (os autores chamam de trabalho-ano o número de pessoas empregadas em empregos de tempo integral por um ano).

3 POLÍTICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

3.1 INTRODUÇÃO

Apesar de todas as vantagens apresentadas anteriormente, verifica-se que elas por si só podem não bastar para alterar a maneira como a sociedade (seja nos setores produtivos, seja no residencial) utiliza a energia elétrica ou acelerar os investimentos em tecnologias eficientes com a velocidade e a magnitude necessárias para atingir resultados significativos.

Entre as diversas barreiras de mercado, são citadas, por exemplo, a falta de informações, de equipamentos mais eficientes e serviços especializados disponíveis no mercado, restrições financeiras, entre outras. (WEC, 2013)

A superação dessas barreiras e o aumento no ritmo da diminuição do consumo de energia, focando no cumprimento de metas consideradas aceitáveis para os acordos globais que visam ao desenvolvimento sustentável são, portanto, as justificativas utilizadas por órgãos regulatórios (governamentais, independentes ou mistos) para a elaboração de políticas de eficiência energética.

Nesse capítulo, cada uma das barreiras de mercado encontradas é explicada e relacionada com as medidas que podem ser tomadas para vencê-las. São, também, apresentadas diretrizes que se aconselha serem seguidas para a elaboração das políticas para eficiência energética. Feito isso são apresentados dados a respeito da implantação dessas medidas e expostas características de programas de destaque no Brasil e no mundo.

3.2 FALHAS E BARREIRAS DE MERCADO

O principal objetivo da adoção de políticas públicas que incentivem o uso eficiente da energia elétrica é acelerar o fechamento do chamado *gap* de energia elétrica, que, segundo Jaffe, Newell e Stavins (2004), é a diferença entre o uso atual de energia e o uso ideal, que pode ser visto, na conjuntura atual, como resultado da falta de investimento em eficiência energética para que se atinja esse nível (GILLINGHAM; NEWELL; PALMER, 2009). As principais causas desse *gap* são as chamadas barreiras de mercado e de comportamento (ou não mercadológicas). Gillingham, Newell e Palmer (2009) enumeram algumas dessas falhas, que podem ser vistas no Quadro 3.1 associadas às possíveis medidas tomadas para sua solução (que são vistas com maior detalhe na próxima seção).

Quadro 3.1 – Possíveis respostas para as falhas de mercado e comportamentais mais comumente citadas

Falhas de Mercado em Potencial	Opções de Políticas em Potencial
<i>Falhas no Mercado de Energia</i>	
Externalidades ambientais	Taxação sobre emissões
Preço médio da eletricidade	Preços em tempo real, preços de mercado
Segurança na oferta energética	Taxação sobre energia, reservas estratégicas
<i>Falhas no Mercado de Capitais</i>	
Limites à liquidez	Programas de financiamento/empréstimo
<i>Falhas no Mercado de Inovação</i>	
Consequências de P&D	Deduções de P&D, financiamento público
Consequências de aprendizado na prática	Incentivos para pioneiros
<i>Problemas de Informação</i>	
Falta de informações, informações assimétricas	Programas educativos
Problemas com agentes principais	Programas educativos
Falhas Comportamentais em Potencial	
Teoria da prospecção	Educação, informação, padronização
Racionalidade condicionada	Educação, informação, padronização
Tomada de decisões heurística	Educação, informação, padronização

Fonte: (GILLINGHAM; NEWELL; PALMER, 2009).

Ainda segundo esses autores, o ponto principal quando se trata de falhas no mercado de energia, são preços que não refletem o custo real, seja devido a externalidades ambientais, preços médios ou questões de segurança nacional.

Externalidades ambientais se referem à emissão de poluentes na geração de energia elétrica, cujos custos não estão embutidos nas tarifas de energia, mas que recaem sobre a sociedade. A falta de medidas para regular essas emissões pode levar a um uso descontrolado da energia e subsequente falta de investimentos em eficiência e conservação. Além disso, a dificuldade de se medir tais externalidades pode levar a medidas ineficientes, incorrendo num nível de eficiência baixo que pode não levar à desaceleração dos efeitos desses gases e, conseqüentemente, aos já citados danos causados pela poluição.

Os chamados preços médios da eletricidade se referem às políticas utilizadas pelas empresas regulamentadoras de energia, que estabelecem preços fixos que não correspondem aos preços de mercado (ou preços marginais), que podem variar muitas vezes ao longo do dia. Essa prática pode levar a perfis de consumo de baixa eficiência e potencialmente desastrosos para o sistema elétrico: durante os horários de pico, devido ao aumento da demanda, o preço médio da energia está abaixo do preço real, o que pode incorrer num aumento do consumo num momento em que o sistema já está sobrecarregado. Por outro lado, fora dos horários de pico os preços médios ficam acima do preço real, o que pode levar a um consumo menor que o ótimo, causando, por exemplo, a operação de equipamentos abaixo de pontos de carga ótimos.

Segurança da energia diz respeito ao uso de fontes de energia provenientes de regiões teoricamente instáveis do mundo como, por exemplo, as importações brasileiras de gás natural boliviano (e mesmo as negociações a respeito de Itaipu com os governos paraguaio e argentino), as importações europeias de gás natural russo e as importações americanas de petróleo árabe.

O efeito desses problemas no preço da energia não é muito claro, devido à densidade do assunto. É fato, porém, que investimentos em eficiência energética focando principalmente na redução do uso dessas fontes externas (associados também à criação de reservas e desenvolvimento de novas fontes alternativas) diminuiriam o uso de recursos associados a essas transações (não só recursos financeiros, mas também diplomáticos e militares), possibilitando seu uso para melhorar ainda mais a eficiência do sistema elétrico.

A liquidez limitada diminui o acesso a investimentos em eficiência energética uma vez que dificulta o acesso aos produtos de maior eficiência que tendem a ser mais caro que os produtos regulares. Isso é mais notável em consumidores domésticos, onde estudos mostram que apenas uma pequena parcela desses consumidores faz uso de empréstimos relativos aos programas de eficiência, o que pode implicar que essas limitações só são importantes para uma pequena porção dos investimentos em eficiência ou que elas forçam a maioria dos investimentos a serem feitos por conta própria (GOLOVE; ETO, 2006).

Os resultados de programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) podem levar a diminuição dos investimentos em eficiência devido à dificuldade de os fomentadores desses programas mensurarem completamente seus resultados, uma vez que estes não se manifestam totalmente como aumento dos lucros da empresa que os desenvolveu, mas também em forma de benefícios para consumidores e até para outras empresas, devido à natureza de bem comum

do conhecimento. De fato, a taxa de retorno social desses investimentos é de duas a quatro vezes maiores que a privada (GILLINGHAM; NEWELL; PALMER, 2009).

A ideia de aprendizado na prática vem das observações empíricas que mostram que o descobrimento de novas tecnologias tende a fazer os custos de produção caírem, uma vez que as empresas descobrem novas maneiras de reduzir seus custos. Isso pode se tornar uma falha de mercado na medida em que incentiva certa inércia, pois a difusão do conhecimento pode fazer com que algumas empresas se aproveitem de novas tecnologias sem nenhuma contrapartida.

“Para um bom funcionamento dos mercados, todos participantes numa transação devem estar plenamente informados não só sobre os focos da transação, mas também sobre as condições de outros mercados. Idealmente essa informação é perfeita e gratuita” (GOLOVE; ETO, 2006, p.20, tradução nossa). Muitas vezes, porém, esses pré-requisitos não são cumpridos, de tal forma que atualmente as falhas na informação são consideradas (juntamente com as falhas comportamentais, expostas a seguir) as principais barreiras para a eficiência energética. E apesar de muitas vezes esses problemas serem vistos como problemas do consumidor, eles também podem levar a falhas na tomada de decisão de empresas (GILLINGHAM; NEWELL; PALMER, 2009).

Entre essas falhas está a falta de informações. Pode-se assumir que, no cenário ideal descrito acima, todos consumidores saberiam as diferenças entre produtos eficientes e não eficientes, escolhendo o primeiro tendo em vista os benefícios em longo prazo já descritos. Entretanto, a falta de informações pode fazer com que esses benefícios não sejam levados em conta na hora da compra. A falta de informações pode, também, estar associada a falhas comportamentais.

Isso pode ser causado não só pela indisponibilidade dessas informações ou pela impossibilidade de obtê-las, mas também por alguns outros fatores, como o preço e a falta de precisão destas, fatores que estão interligados e se devem às vantagens que podem ser obtidas pelos detentores das informações. A manipulação das informações, principalmente em anúncios publicitários (que visam aumentar as vendas de um produto) ou ainda a retenção destas de modo a aumentar seu valor pode levar o consumidor a não concluir a compra munido de todas as informações sobre o produto ou a negligenciar os pontos negativos deste, podendo acarretar na aquisição de um produto cuja eficiência fica aquém do adequado.

Semelhante à falta de informações, as informações assimétricas também podem levar o consumidor a uma “seleção adversa”, ou seja, a escolher um produto menos eficiente em detrimento de um mais eficiente. Essa falha ocorre quando o produtor não consegue informar

ao consumidor as vantagens que um produto mais eficiente oferece, não conseguindo, assim, convencê-lo a fazer a escolha mais interessante do ponto de vista da eficiência energética.

Existem também problemas com os chamados agentes principais, isto é, aqueles que possuem o poder de tomada de decisões sobre a compra de novos equipamentos e que muitas vezes não usufruirão eles mesmos desses equipamentos, como é o caso da relação entre locatários e donos de condomínios com seus inquilinos e condôminos. Pode ocorrer que, mesmo que os usuários de fato dos equipamentos sejam mais esclarecidos, os detentores do poder de decisão sejam afetados pelas duas falhas descritas acima ou ainda possuam informações incompletas sobre a eficiência energética de suas instalações, criando essa falha.

Porém, mesmo se os consumidores obtiverem informações perfeitas sobre os produtos, ainda existem as chamadas falhas comportamentais que podem fazer com que a decisão feita não seja totalmente racional. Para a análise dessas falhas, são utilizados três principais conceitos de economia comportamental: a teoria da prospecção, a racionalidade condicionada e a tomada de decisões heurística.

A teoria da prospecção lista alguns fatores que podem fazer com que a tomada de decisões passe a ser enviesada. Dessa forma, o consumidor pode tender a avaliar os pontos positivos de um produto sem levar em conta os riscos, mas dando atenção especial a estes quando analisa os pontos negativos do mesmo produto.

A racionalidade condicionada implica que consumidores são racionais, mas encontram restrições cognitivas que podem levar a desvios da racionalidade em certas circunstâncias (SIMON, 1959, 1986). Já a tomada de decisões heurística diz respeito a métodos de tomada de decisão que fogem da decisão ideal com o intuito de reduzir o esforço cognitivo necessário. Dentre esses métodos, pode ser destacada a teoria de eliminação de aspectos elaborada por Tversky (1972), segundo a qual os consumidores diminuem as opções disponíveis eliminando itens através de sucessivos filtros que eliminam aspectos indesejados dos produtos (como, por exemplo, o preço).

3.3 MEDIDAS PARA POLÍTICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Para o WEC (2013), o primeiro passo para uma boa política de eficiência energética é o fim dos subsídios e a adaptação dos preços ao mercado. Apesar de essas propostas enfrentarem resistência, pois invariavelmente levarão a aumento nos preços, já existem exemplos de sucesso dessas ações em países como Gana, Filipinas, China e Índia, como pode

ser visto em *Energy efficiency policies: What works and what does not* (2013). O fim dos subsídios também ajuda a incentivar os consumidores a mudar de comportamento ou investir em equipamentos e tecnologias eficientes, o que pode ser feito amparado por programas governamentais, que podem ter um aumento em seus recursos com o capital que seria usado nos subsídios.

Embora um aumento nas tarifas por si só não possa ser considerado uma medida de eficiência (uma vez que apenas diminuirá o consumo, mas não o tornará mais eficiente), esse pode, sim, ser um dos focos das políticas de eficiência. Primeiro, focando nos impactos ambientais da energia, pode-se taxar as emissões de GHG provenientes da geração ou mesmo os insumos utilizados por esta.

Outra forma de se utilizar as tarifas em benefício da eficiência energética é rever o pensamento atual de que as tarifas devem ser formuladas de forma a incentivar o consumo. O exemplo nesse caso vem da França, onde foi adotada uma iniciativa pioneira chamada *bonus malus*, onde é calculado um valor médio de consumo para cada perfil de consumidor e o valor da tarifa pode ser diminuído em 5 € para cada MWh economizado ou aumentado em 3 € para cada MWh que extrapolar a média.

Várias medidas podem ser tomadas para contornar problemas de liquidez, como empréstimos com taxas abaixo do mercado e subsídios para a realização de auditorias ou investimentos em eficiência, deduções ou créditos fiscais, depreciação acelerada de instalações mais eficientes para fins de declaração de impostos, ou bônus fixos ou proporcionais ao investimento em eficiência ou à energia economizada.

Embora incentivos fiscais e financeiros sejam, à primeira vista, os mais dispendiosos para os cofres públicos, os benefícios decorrentes dos equipamentos eficientes obtidos a partir destes superam em muito o valor gasto pelo Estado, na forma de impostos e também devido aos empregos gerados por essas tecnologias (o banco de desenvolvimento alemão KfW calcula que a cada 1 € em incentivos, o governo recebe 3 € em impostos e deixa de gastar 1,3 € com desempregados). Porém, em virtude de seus custos elevados, a abrangência desses incentivos deve ser analisada cuidadosamente.

Ainda visando um menor um menor impacto nos cofres públicos, os empréstimos e subsídios dos programas de eficiência energética muitas vezes provem de fundos com recursos provenientes de impostos exclusivos para esse fim, de bancos ou de repasses de fundações internacionais.

Esse tipo de incentivo tem outros problemas, como, por exemplo, a concessão de empréstimos para consumidores que já investiriam em eficiência mesmo sem eles, a falta de

conhecimento dos consumidores (ligado às falhas de informação já descritas), possíveis aumentos nos preços desses equipamentos ou queda na qualidade destes devido à produção em massa, como já é observado em lâmpadas compactas.

Para minimizar esses problemas, programas desse tipo têm sido mais criteriosos na escolha dos beneficiados por eles, focando em famílias de baixa renda e locatários e donos de condomínios (colaborando, assim, para a diminuição dos problemas com agentes principais vistos acima). Quem recebe esses benefícios só poderá utilizá-los na compra de equipamentos selecionados de uma lista, elaborada apenas com aqueles que apresentam retornos a longo prazo, mas com altos ganhos de eficiência.

Isso também pode ser usado para fomentar programas de P&D, principalmente os que desenvolvem ideias pioneiras e inovadoras, evitando a estagnação do desenvolvimento tecnológico desses setores e se aproveitando dos benefícios do aprendizado na prática, onde os criadores e usuários dessas novas tecnologias criam informações sobre esse produto, as quais são livremente distribuídas, incentivando a adoção destas por mais pessoas, o que também é observado em consumidores residenciais. (GILLINGHAM, NEWELL, PALMER, 2009).

Segundo o WEC (2013, p.42), “a informação pode motivar os consumidores”. Por isso, deve-se dar elevada atenção à formação de consumidores conscientes e informados, para que, através deles, sejam possíveis o aumento da eficiência energética e as mudanças necessárias nesse mercado. Para alcançar esse objetivo, se fazem necessárias ações que visem informar e educar os consumidores sobre práticas energeticamente eficientes, bem como sobre as vantagens do uso de equipamentos mais eficientes e como eles podem usufruir de medidas como as já descritas acima.

Primeiramente, as campanhas informativas devem ser muito bem planejadas, levando em conta as necessidades e forças em ação no mercado e a conjuntura atual. Nessa fase, as ações precisam ser bem coordenadas e implantadas na época correta e recomenda-se o uso de teorias comportamentais para colaborar com a eficácia das campanhas.

As campanhas devem, então, ser planejadas tendo por base o setor da sociedade ao qual serão direcionadas, a fim de aumentar o sucesso destas. Isso inclui a linguagem e os meios de comunicação que serão utilizados, o período durante o qual a campanha será veiculada. Pode-se, também, fazer uso de “embaixadores”, atores, cantores, esportistas, entre outras personalidades conhecidas do grande público, nas campanhas de divulgação ou esquetes humorísticos para ajudar a criar vínculos e reações positivas no público.

O planejamento também inclui avaliações e monitoramento prévios, através de pesquisas e entrevistas, para observar os pontos positivos e negativos da campanha e sua aceitação pelo público. Através da utilização de bancos de dados globais, isso também permite a troca de informações, possibilitando o aprendizado com fracassos e sucesso de programas já implementados. Dada a relativa simplicidade dessa etapa do planejamento, recomenda-se fortemente que seja realizada, uma vez que é impossível realiza-la posteriormente.

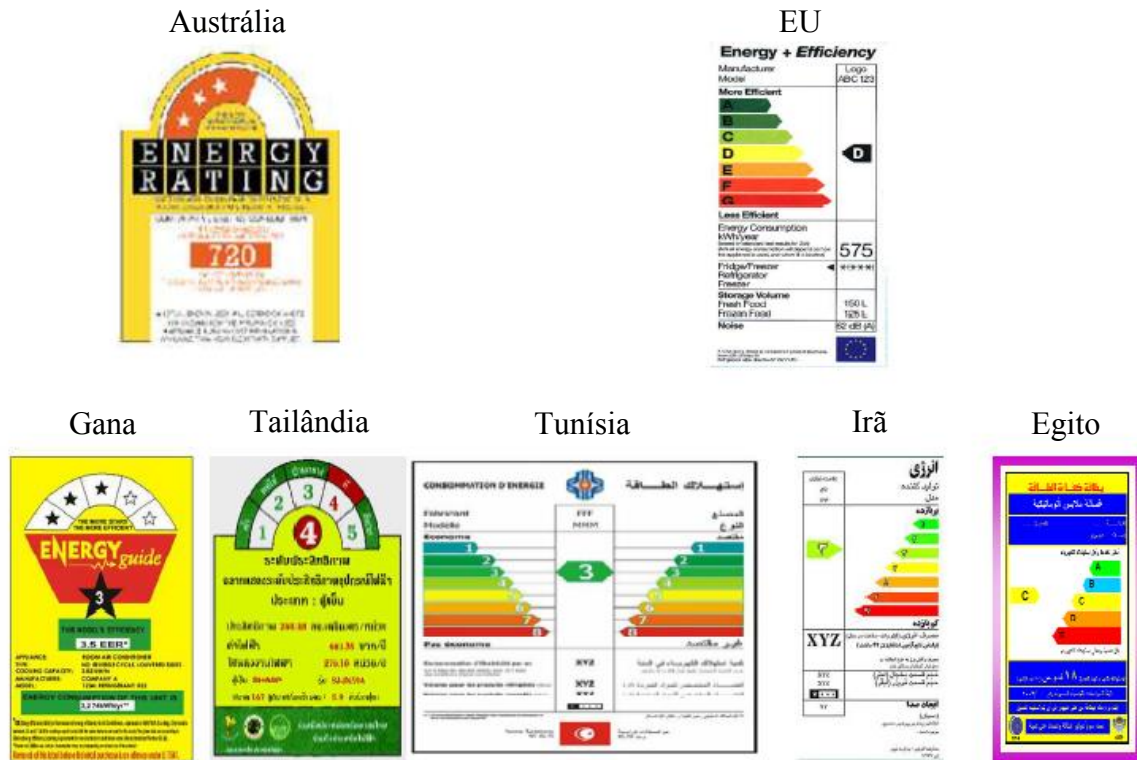
Ao fim dessa etapa, as campanhas informativas podem englobar ações como “campanhas de conscientização, programas educativos e de treinamento, etiquetagem, medição inteligente, informações sobre os melhores produtos, centros de informação, demonstrações e exemplos positivos” (WEC, 2013, p.42, tradução nossa), como ações de eficiência em prédios públicos.

Essas ações podem ser desenvolvidas e implantadas por órgãos governamentais, ONGs ou ambos, mas também envolver as companhias energéticas, como já ocorre em países como Brasil, através do Programa de Eficiência Energética (PEE), segundo o qual essas empresas devem investir 2% de seus rendimentos em eficiência, África do Sul, onde as campanhas informativas são concentradas em maneiras de reduzir os riscos de falta de energia e na UE, onde as empresas são obrigadas a fornecer serviços de eficiência energética aos consumidores.

Por fim a padronização pode se dar através da etiquetagem de aparelhos eletroeletrônicos ou do estabelecimento de MEPS para, por exemplo, iluminação e eletrodomésticos.

Devido a sua facilidade de confecção e implantação, as etiquetas são, muitas vezes, o primeiro passo de grande parte dos programas de eficiência ao redor do mundo. Como se pode ver na Figura 3.1, sua função é informar ao consumidor se o produto que ele pretende comprar está dentro de padrões pré-estabelecidos de eficiência energética ou não.

Figura 3.1 – Exemplo de etiquetas ao redor do mundo.



Fonte: (WEC, 2013).

3.4 ELABORAÇÃO DE POLÍTICAS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

“Políticas de eficiência energética devem, em sua essência, ser programas de transformação do mercado” (MORVAJ; BUKARICA, 2010, p.10, tradução nossa). Para que essa transformação aconteça, porém, é necessário que antes muito seja investido, seja em termos de tempo, pessoal ou recursos financeiros propriamente ditos para que, ao final dessa etapa, o resultado seja positivo.

Morvaj e Bukarica (2010) propõem, então, na Figura 3.2, um modelo retroalimentado que envolve todo o processo de elaboração, implementação e avaliação de uma política de eficiência energética. Os autores também chamam a atenção para a necessidade de se levar em conta não apenas fatores técnicos nessas decisões, mas também empíricos. Daí a importância de haver constante avaliação dos resultados, o que também implica num programa de eficiência flexível, ou seja, que pode ser modificado de acordo não só com os resultados, mas também com a realidade observada no mercado de eficiência.

Figura 3.2 – Dinâmica das políticas de eficiência energética.



Fonte: (MORVAJ; BUKARICA, 2010).

Assim, segundo o ciclo apresentado, o começo de qualquer programa de eficiência energética se dá através de pesquisas de mercado, para haver total compreensão deste, de suas falhas e barreiras e da atuação de seus agentes. O projeto é, então, implementado, causando transformações no mercado e atingindo seu público-alvo. Ambos os resultados são, então, avaliados e utilizados para readequar pontos negativos observados até que seja alcançado o patamar desejado.

Varone e Aebischer (2001) argumentam, porém, que não basta se levar em conta, quando da elaboração das políticas, apenas as falhas e barreiras encontradas no mercado: deve-se considerar, também, as repercussões que essas medidas terão no campo político, isto é, os recursos administrativos gastos, agências acionadas, pessoal mobilizado e

principalmente os trâmites legais para aprovação dessas propostas, como votações no Congresso e Senado e plebiscitos.

Essas ações devem então, segundo os autores, ser avaliadas de acordo com seu grau de coerção, ou seja, as limitações ideológicas e financeiras impostas por governos e instituições privadas, sua intensidade de recursos, definida pelos custos administrativos de operação, seu risco político, que diz respeito aos abalos que a imagem das instituições pode sofrer no caso de possíveis falhas nos programas e com a precisão e seletividade que as políticas se dirigem aos alvos dos benefícios ou taxas.

4 MEDIDAS EXISTENTES NO BRASIL E NO MUNDO

4.1 INTRODUÇÃO

A atestada importância da adoção de medidas para impulsionar os investimentos em eficiência energética, aliada aos vários acordos internacionais firmados com esse intuito, alguns dos quais podem ser vistos no Quadro 4.1, levou à criação de instituições e programas globais de fomento a medidas de eficiência energética, apresentados no Quadro 4.2.

Quadro 4.1 – Acordos e tratados internacionais sobre eficiência e mudanças climáticas

Nome do Documento	Ano	Principais pontos
Tratado da Carta da Energia (ECT)	1994	Instrumento multilateral com valor legal, obrigando as partes, entre outras coisas, a reduzir impactos ambientais negativos do ciclo da energia através de aumento da eficiência energética.
Protocolo da Carta da Energia sobre Eficiência Energética e Aspectos Ambientais Relacionados (PEEREA)	1994	Reconhece a eficiência como fonte de energia considerável e obriga as partes a promovê-la e a criar um ambiente que leve produtores e consumidores a usar a energia de maneiras mais eficientes e menos agressivas ao meio-ambiente.
Protocolo de Kyoto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC)	1997	Obriga as partes a reduzir a emissão de GHG no período de 2008-2012 e define mecanismos flexíveis para facilitar seu cumprimento a baixo custo. Atualmente, com o fim do período de vigência do acordo, está em negociação o prolongamento do Protocolo, através da chamada Emenda de Doha, ainda não assinada pela maioria dos países.

Fonte: adaptado de (MORVAJ; BUKARICA, 2010).

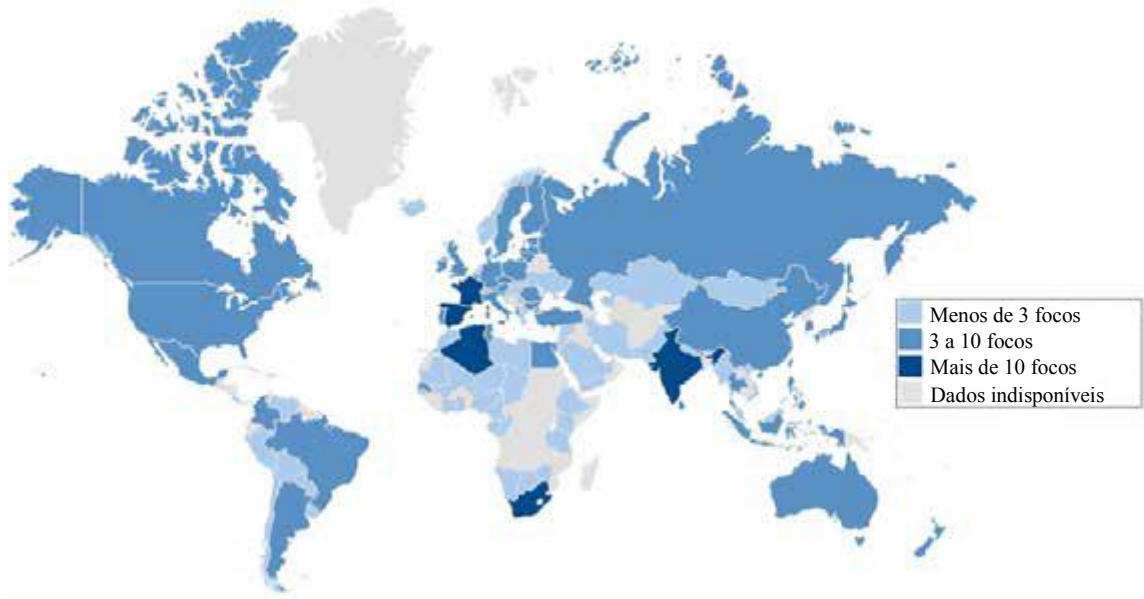
Quadro 4.2 – Instituições e programas internacionais para eficiência energética

Instituição/Programa	Ano	Principais pontos
Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF)	1991-2014	O GEF é o principal mecanismo de financiamento do UNFCCC e até 2012 já havia apoiado 243 projetos de eficiência energética em 113 países, totalizando US\$ 1,25 bi.
Banco Mundial (WBG)	1990-2014	Energia renovável e eficiência energética estão no coração da agenda energética do WBG, com US\$ 7 bi concedidos a ações de eficiência desde 1990.
Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (UNDP)	–	Estabelece a energia como fator importante para se alcançar as Metas do Milênio e reduzir a pobreza. Pede um acordo internacional para “Eficiência em Primeiro Lugar”. Vários projetos de eficiência financiados ao redor do mundo, como o programa nacional de eficiência na Arábia Saudita, e programas de iluminação eficiente na Rússia e no Caribe.
IEA	–	Eficiência energética é uma das seis grandes áreas definidas no Programa de Gleneagles da IEA, que submeteu 25 recomendações aos países do G8 de políticas de eficiência que podem reduzir as emissões em globais de CO ₂ em 8 bilhões de toneladas.

Fonte: adaptado de (MORVAJ; BUKARICA, 2010; UNDP, 2010).

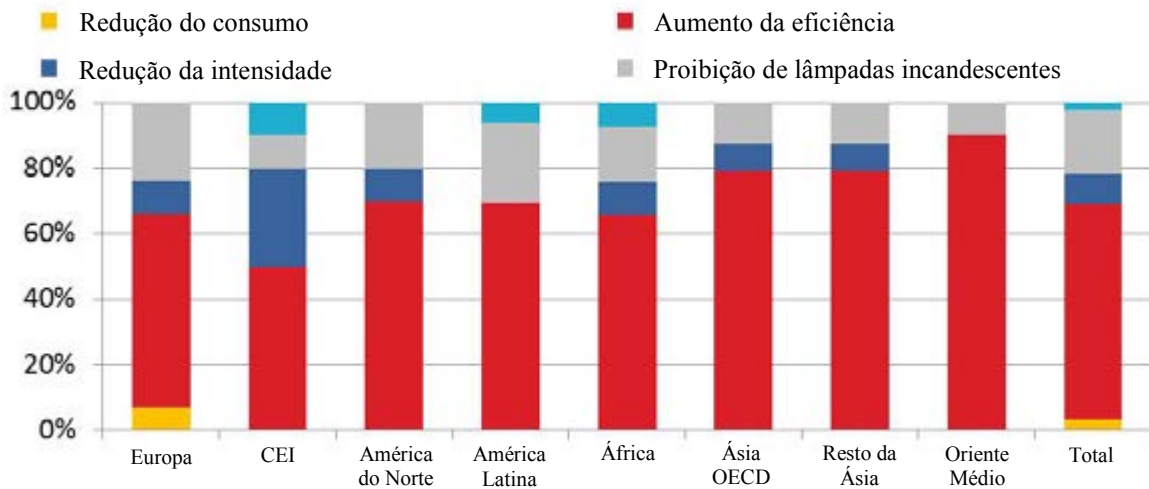
Isso colaborou para a disseminação dos programas de eficiência energética pelo mundo. O WEC (2013) realizou um levantamento com 83 países a fim de obter dados sobre as políticas de eficiência no mundo. A distribuição destas pelo globo pode ser observada na Figura 4.1, bem como em quantas frentes esses programas atuam. Na Figura 4.2 pode-se observar, de acordo com a região, quais são essas frentes.

Figura 4.1 – Focos quantitativos de programas de eficiência energética



Fonte: (WEC, 2013).

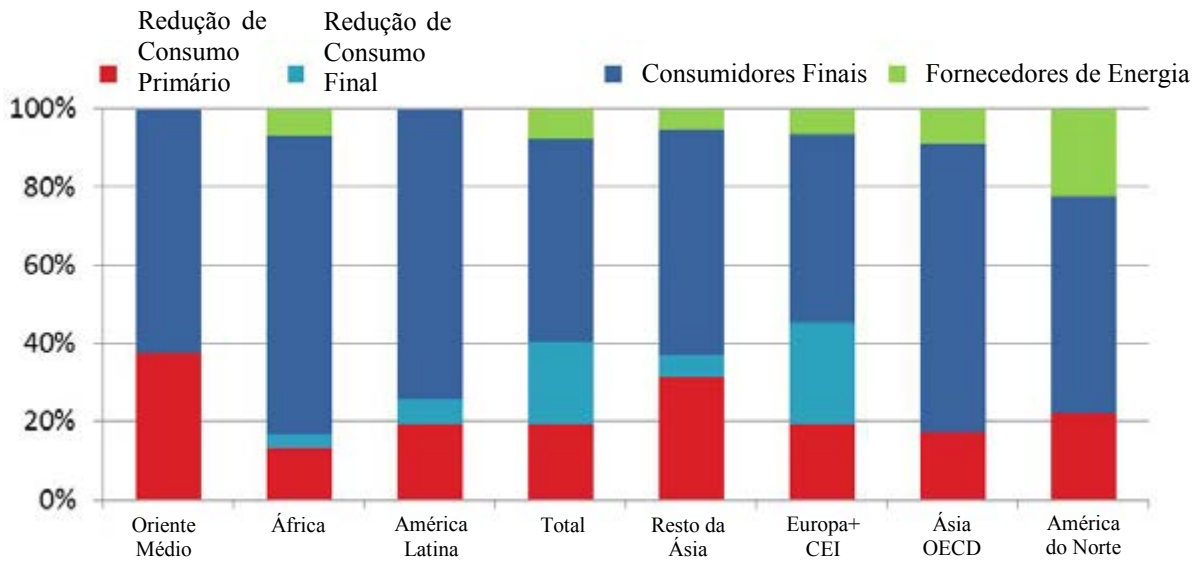
Figura 4.2 – Principais focos de programas de eficiência energética



Fonte: (WEC, 2013).

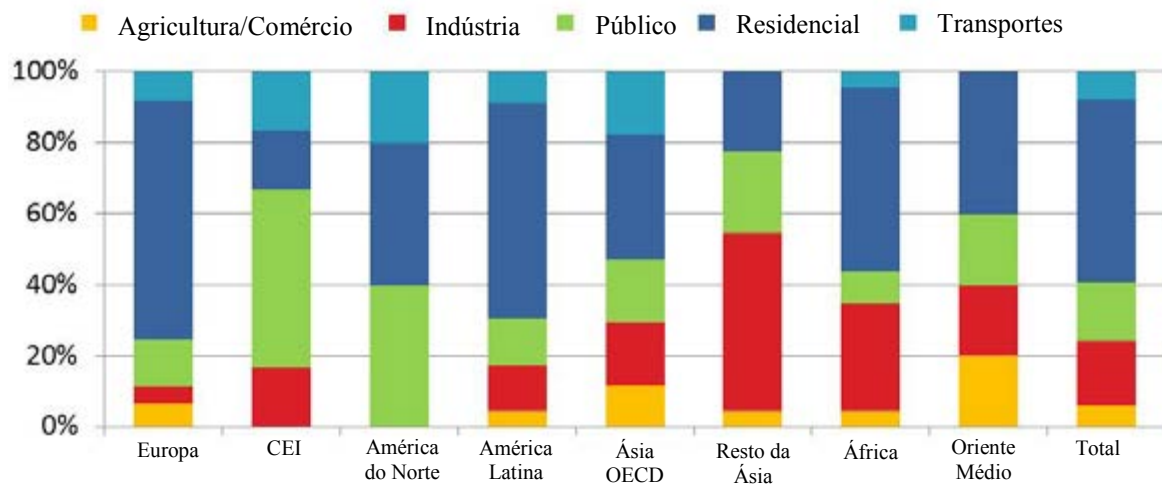
Esses programas são voltados para diferentes etapas no fluxo energético, sendo a principal delas os consumidores finais, como comércio, agricultura, indústrias, residências, o setor público e o de transportes. Na Figura 4.3 observa-se o número de programas visando cada uma dessas etapas, enquanto, na Figura 4.4, é especificada a divisão entre os diferentes setores de consumo final.

Figura 4.3 – Setores contemplados pelos programas de eficiência energética



Fonte: (WEC, 2013).

Figura 4.4 – Focos dos programas de eficiência energética entre os usuários finais



Fonte: (WEC, 2013).

Ainda segundo WEC (2013), 50% dos países avaliados por esse levantamento fazem uso de mecanismos legais para colocar em prática suas políticas de eficiência, sendo que a maioria foi lavrada há 10 anos ou menos. Isso faz com que as políticas sejam mais sólidas, devido às dificuldades de se alterar um texto de uma lei, fazendo com que os incentivos aos investimentos em eficiência tenham uma maior imunidade a possíveis desmandos políticos.

O escopo dessas leis contém

bases legais para a adoção de outras regulações, como etiquetagem, MEPS, obrigações para grandes consumidores (como ocorre, por exemplo, na Turquia e na Índia) ou obrigações para órgãos públicos (como na França). Elas podem também lançar as bases para a criação de fundos para investimentos em eficiência energética (WEC, 2013, p. 36, tradução nossa).

Na Figura 4.5 pode-se observar os países onde são implantadas essas leis.

Figura 4.5 – Países com legislação voltada para eficiência energética



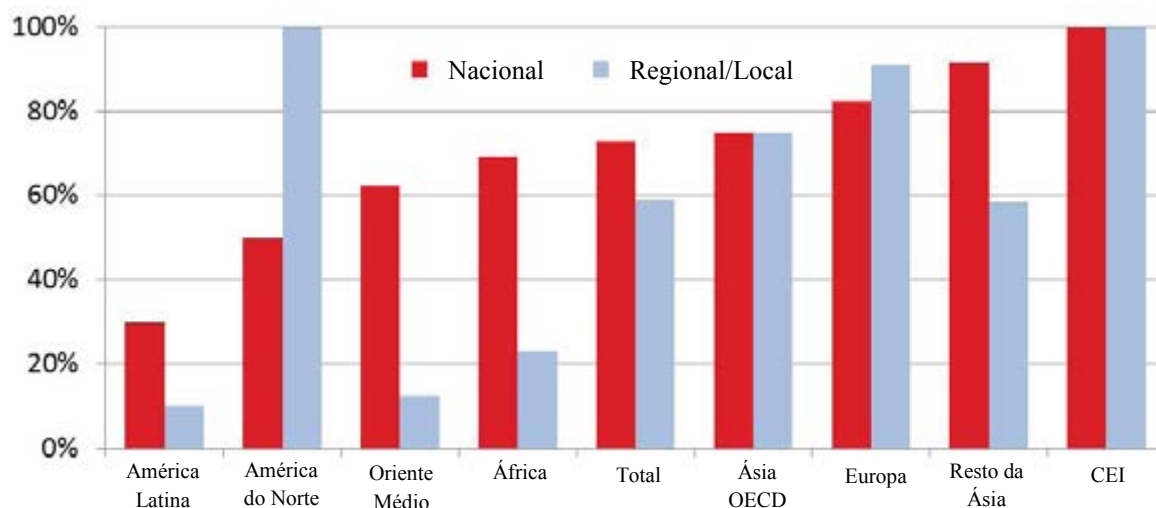
Fonte: (WEC, 2013).

A elaboração e aplicação dessas medidas muitas vezes é responsabilidade de agências de eficiência, que podem ter atuação tanto nacional como local ou regional. Apesar de algumas decisões como tarifação ou acordos internacionais não necessitarem da existência de tais órgãos, a obtenção de informações sobre o perfil dos consumidores, o tratamento desses dados e sua interpretação de modo a desenvolver as políticas mais adequadas para o cenário observado e posterior avaliação dos resultados alcançados requerem um forte corpo técnico multidisciplinar dedicado à pesquisa e implementação dessas políticas (embora em alguns casos, como na França e na Holanda, essas mesmas agências sejam também responsáveis pelo estudo de energias renováveis). As agências também devem ter autonomia e força para mobilizar as partes envolvidas nos programas de eficiência, como empresas, autoridades locais e ONGs, e ter liberdade para dialogar e coordenar ações de governos de todos os níveis.

Às agências, cabe fornecer aos governos a capacidade técnica para elaborar certificações para produtos eficientes, coordenar as ações governamentais nos diversos segmentos em que atuam os programas de eficiência energética, definir como se dará a comunicação com o público, entre outras ações. Em última análise, as agências atuam como lobistas da eficiência energética, mas sem os interesses escusos muitas vezes associados a

estes. Na Figura 4.6 pode-se observar a presença dessas agências ao redor do mundo e sua abrangência.

Figura 4.6 – Países com agências de eficiência energética



Fonte: (WEC, 2013).

A seguir são apresentados os programas de eficiência existentes no Brasil bem como os mais proeminentes existentes no mundo.

4.2 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

No Brasil, a responsabilidade pelas medidas de eficiência energética é distribuída entre algumas instituições, como

o MME, as Centrais Elétricas Brasileiras (ELETROBRÁS), responsáveis pela execução do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), responsável pela execução do Programa de Eficiência Energética das Concessionárias Distribuidoras de Energia Elétrica (PEE) e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), responsável pela execução do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) (VIANA, 2012, p. 31).

Tais políticas são respaldadas por leis, decretos e portarias ministeriais e interministeriais que são apresentadas no Quadros 4.3 abaixo.

Quadro 4.3 – Legislações sobre eficiência energética no Brasil

Legislação	Data	Atribuições
Portaria 1877	30 dez. 1985	Cria o PROCEL.
Decreto 0-006	08 dez. 1993	Dispõe sobre a criação do Selo Verde de eficiência energética, com o objetivo de identificar os equipamentos que apresentem níveis ótimos de eficiência energética.
Decreto 2355	06 out. 1997	Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências.
Portaria 001	13 ago. 1998	Cria de grupo de trabalho para estudar a eficiência energética, nos seus aspectos institucionais, técnicos e socioeconômicos.
Lei 9991	24 jul. 2000	Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências.
Decreto 3867	16 jul. 2001	Regulamenta a Lei no 9.991, de 24 de julho 2000, que dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências.
Lei 10295	17 out. 2001	Lei de Eficiência Energética. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.
Decreto 4059	19 dez. 2001	Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências.

Portaria 132	12 jun. 2006	Aprova a regulamentação específica de lâmpadas fluorescentes compactas na forma constante dos anexos à presente portaria.
--------------	--------------	---

Fonte: (BRASIL, 1985, 1993, 1997, 2000, 2001a, 2001b, 2001c, 2006; ANEEL, 1998).

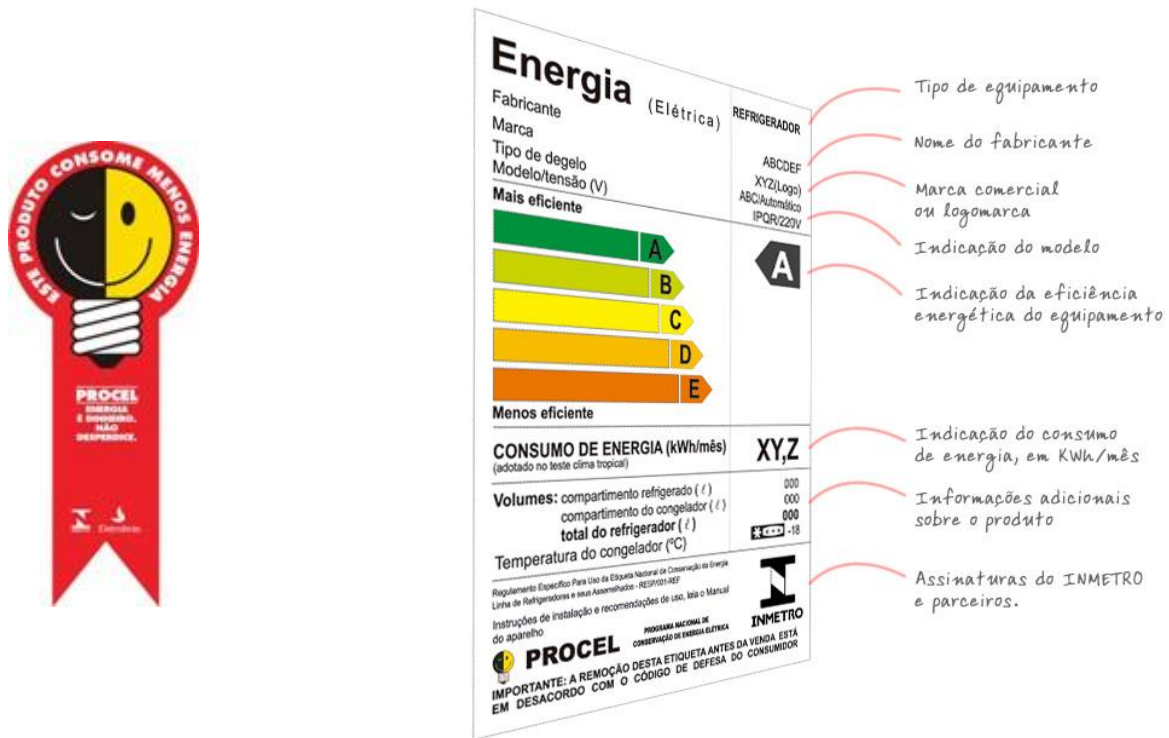
O principal e mais conhecido programa de eficiência energética no Brasil é o PROCEL, que tem por objetivo “promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se eliminem os desperdícios e se reduzam os custos e investimentos setoriais” (MME, 2011, p.57). As ações realizadas pelo Programa são divididas em subprogramas destinados a equipamentos eletrodomésticos, edificações, iluminação pública, poder público, indústria e comércio e conhecimento.

Ele se utiliza de recursos próprios da Eletrobrás e também investimentos provenientes do GEF e da Reserva Geral de Reversão (RGR) para fomentar ações de eficiência energética em concessionárias estaduais ou locais, agências estaduais, empresas privadas, prefeituras, universidades e institutos de pesquisa (GELLER⁸, 2003, apud NATURESA, p. 38). Entre essas ações estão projetos de pesquisa, desenvolvimento e demonstração, educação e treinamento, testes, classificação e padronização, comercialização e promoção, apoio ao setor privado, programas de gerenciamento pelo lado da demanda e implementação direta de medidas de eficiência.

Segundo a Eletrobrás (2006), a principal ferramenta utilizada na promoção da eficiência energética nos eletrodomésticos são as etiquetas: o Selo PROCEL, concedido anualmente aos produtos que apresentam melhor eficiência energética em seu segmento, e a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), ambas com o intuito de informar o consumidor sobre a eficiência dos aparelhos disponíveis no mercado. As etiquetas podem ser vistas na Figura 4.7.

⁸ GELLER, H. S. **Revolução Energética. Políticas para um futuro sustentável**. Editora Relume Dumará, 2003 apud NATURESA, J. S. **Eficiência Energética, Política Industrial e Inovação Tecnológica**. 2011. 229 p. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2011.

Figura 4.7 – Selo PROCEL e Etiqueta Nacional de Conservação de Energia



Fonte: (ELETROBRÁS, 2006; INMETRO, 2012).

Correspondendo a cerca de 50% do consumo da energia elétrica no país e com previsões de crescer ainda mais devido aos programas de habitação e distribuição de renda governamentais, o setor de edificações é foco de atenção especial devido ao grande potencial de desenvolvimento de eficiência energética. Caso sejam seguidos os padrões estabelecidos pelo PBE Edifica, estima-se que novas edificações podem atingir 50% de economia de energia, enquanto edificações já existentes podem chegar a 30% se submetidas a reformas.

Em vista disso, são promovidas ações para incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais nas edificações brasileiras, através de treinamentos para profissionais da construção civil, divulgação de práticas eficientes, incentivo ao uso de novas tecnologias e estabelecimento de MEPS para edificações novas e existentes, além da capacitação de laboratórios para a atuação na área de conforto ambiental, que, juntos, formam a Rede de Eficiência Energética em Edificações (R3E).

O Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes (PROCEL Reluz) tem por objetivo melhorar a qualidade de vida, segurança e estética de cidades, através da troca não só de lâmpadas mas também de “relés fotoelétricos, reatores eletromagnéticos, ignitores, luminárias e até mesmo braços de sustentação já instalados por equivalentes mais eficientes” (VASCONCELLOS; LIMBERGER, p.84, 2013).

Para aumentar a eficiência no setor público, o PROCEL elaborou, com a colaboração de órgãos europeus, as diretrizes para a Gestão Energética Municipal (GEM), estabelecendo pontos-chaves para a criação e legitimação de uma Unidade de Gestão Energética Municipal (UGEM), sua integração ao Sistema de Informação Energética Municipal (SIEM), através do qual é formada a Rede de Cidades Eficientes em Energia Elétrica (RCE) e facilitada a divulgação dos resultados, e a elaboração e implantação de um programa de conservação de energia elétrica.

Esse documento também inclui dados sobre práticas eficientes de iluminação pública, construção e adaptação de prédios públicos segundo os padrões do PBE Edifica, ações educativas (que incluem cursos, seminários, palestras, eventos, boletins da RCE, manuais técnicos e o programa PROCEL nas escolas) e o uso de fontes alternativas de energia, e apresenta cidades onde essas medidas já são empregadas. (ELETROBRÁS, 2004).

Sendo a indústria o principal consumidor de energia do país (cerca de 40%), o PROCEL dedica atenção especial a esse setor, com relatórios detalhados sobre medidas que podem ser adotadas em cada um dos ramos industriais existentes no país. “As ações do PROCEL Indústria têm por objetivo selecionar indústrias para a realização de novos projetos e dar suporte aos diversos segmentos industriais na melhoria do desempenho energético de suas instalações” (AKIRA, 2010, p.32).

As ações do PROCEL Indústria são caracterizadas por convênios com as Federações das Indústrias de cada estado, através das quais são identificadas empresas alvo entre as que possuem maior potencial de economia de energia, posição de maior destaque, podendo servir como exemplo para outras empresas do setor e liderança mais disposta a realizar as mudanças necessárias.

Feito isso, os convênios buscam a capacitação de multiplicadores e agentes industriais em eficiência energética, lavram relatórios detalhados sobre as ações possíveis para melhoria da eficiência nas instalações, acompanham a execução dessas ações e divulgam seus resultados.

Dois terços da energia consumida pela indústria são utilizados em sistemas motrizes. Por isso, o PROCEL também mantém 14 Laboratórios de Otimização de Sistemas Motrizes (Lamotriz) em universidades públicas do país. Esses laboratórios são compostos por bancadas de ensaios de acionamentos de motores de indução trifásicos de equipamentos como bombas, compressores de ar, ventiladores, exaustores e correias. Seu objetivo é o desenvolvimento de projetos de pesquisa, ensino e extensão que visem comparar e aferir o rendimento de motores padrão e de alto rendimento e propor medidas para melhor utilização destes.

Por fim, o PROCEL também promove ações voltadas para a educação e conscientização da população sobre a importância das medidas de eficiência energética. Essas ações têm metodologias específicas para os diferentes públicos-alvo através da elaboração de manuais técnicos, de presença em escolas e universidades, de programas educativos na televisão e do portal PROCEL Info.

Nas escolas, as atividades são desenvolvidas pelas concessionárias locais de energia como parte dos requisitos do PEE utilizando material elaborado e fornecido pelo PROCEL. Nas universidades, buscam-se parcerias que visam à consolidação de uma rede de laboratórios e centros de pesquisa em eficiência energética por todo o país, além de contar com alguns centros de excelência, como, por exemplo, o InovEE, localizado no campus de Guaratinguetá da UNESP.

O Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética (PROCEL Info) surgiu em 2006 como uma iniciativa para agregar as ações do PROCEL que eram, até então, esparsas, desorganizadas e apresentavam falhas de planejamento (LEPETITGALAND, 2010). Sua implantação começou em 2004 e reuniu as principais necessidades do mercado brasileiro de eficiência energética, que foram apontadas por especialistas da área e realizada por uma empresa especializada, a americana PA Consulting, exigências do Banco Mundial para o empréstimo de US\$ 1,5 milhão necessário para que isso viesse a se tornar realidade. Foi também realizado um levantamento sobre a organização de instituições semelhantes no mundo, para verificar a eficácia ou não de medidas já tomadas e evitar cometer erros já vivenciados por outros.

Passada a fase de pesquisas e levantamentos, em novembro de 2006 foi finalizada a implantação do Centro e de seu principal carro chefe, o portal PROCEL Info (que pode ser acessado em www.procelinfo.com.br). Seus principais objetivos são

criar e manter uma base de conhecimento dinâmica sobre eficiência energética, a partir de informações produzidas no Brasil e no exterior e disseminá-la para os públicos interessados pelo tema e facilitar a integração e a colaboração entre os agentes que atuam na área de eficiência energética, sejam eles do Brasil ou de outros países. (ELETROBRÁS, 2006).

Quanto ao público-alvo do Centro, ele é dividido em duas partes principais, o público-alvo primário e o secundário, definidos da seguinte forma:

Público-alvo primário: público prioritário para o qual o Centro direciona suas atividades, os agentes intermediários do setor, os quais apresentam melhor potencial para gerar resultados consistentes e duradouros em curto, médio e longo prazo. São eles: especialistas; universidades (pesquisadores e laboratórios); centros de pesquisa; PROCEL; concessionárias de energia; organizações não governamentais (ONGs) cuja atividade fim envolve a promoção da eficiência energética (Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia

(ABESCO), e outros.); associações da indústria e do comércio (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), Confederação Nacional das Indústrias (CNI) e outros); fabricantes; governo (MME, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCT), Ministério do Meio Ambiente (MMA), ANEEL, e outros);

Público-alvo secundário: público que pode se beneficiar ou gerar benefícios para a sociedade através do conteúdo fornecido pelo PROCEL Info. São todos que atuam na área de eficiência energética, em áreas relacionadas, os que têm parte em trabalhos com os agentes desse mercado ou simplesmente possuem interesse pelo tema, como: Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), e outros (ELETROBRÁS, 2006, grifo nosso).

Além do PROCEL, ligado à Eletrobrás, dois outros importantes instrumentos para incentivar investimentos em eficiência energética são o PEE e o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), ambos de responsabilidade da ANEEL. Esses programas surgem no contexto das privatizações, quando o Governo Federal exigiu dos novos proprietários das concessionárias que não só mantivessem as usinas, linhas de transmissão e distribuição no estado em que as receberam, mas também investissem na descoberta de novas tecnologias e em eficiência energética.

Desde o início do PEE muitas mudanças ocorreram. No ciclo 1998-1999, o primeiro desde a criação do Programa, “nem as empresas nem mesmo o órgão regulador tinham a exata noção de como conduzir o processo” (MME, 2007b). Atualmente, porém, em seu décimo quinto ciclo, a experiência adquirida ao longo dos anos levou à consolidação das normas do Programa, que vêm mantendo a mesma base desde o ciclo 2005-2006 e constantes no Manual do Programa de Eficiência Energética (ANEEL, 2008).

A execução do PEE atende a cinco interesses principais: do SEB, devido à economia de energia, à demanda evitada e à postergação de investimentos em infraestrutura; do Governo, devido aos impactos sociais, políticos e ambientais que a construção de novas usinas e linhas de transmissão causaria; das distribuidoras, que aumentam seus lucros devido à redução de perdas, adquirem uma melhor imagem junto a seus consumidores e também veem reduzida a necessidade de novos investimentos; das ESCOs e fabricantes e comerciantes de equipamentos eficientes, que veem fortalecer seu mercado e expandir suas áreas de atuação e, por último, mas não menos importante, dos consumidores que terão menores custos com energia elétrica.

Durante sua primeira fase, que ocorreu entre os anos de 1998 e 2007, foram observadas algumas falhas burocráticas e conceituais no programa, como mudanças excessivas nos regulamentos, excesso de burocracia e controle de prazos, foco muito grande em projetos novos, ausência de uma aferição sistemática dos resultados obtidos e a exclusão de programas

de conscientização e gestão energética do rol de investimentos do PEE. A legislação atual, vigente desde 2008, entretanto, é mais focada em resultados em longo prazo (tendo abolido os ciclos bienais de investimento), dá maior autonomia e responsabilidade aos agentes, tem um melhor planejamento e gestão dos investimentos e resultados, tem consciência do impacto de programas de conscientização e de gestão energética e admite a possibilidade de projetos estratégicos e prioritários.

Segundo o Manual, os investimentos devem ser de no mínimo 0,5% da Receita Operacional Líquida (ROL) das distribuidoras e serem voltados para ações direcionadas à eficiência energética em prédios comerciais e de serviços, instalações industriais e residenciais (desde que acompanhados de avaliação preliminar), localidades rurais (com enfoque em sistemas de irrigação, secagem e beneficiamento de grãos, iluminação de galpões e viveiros, etc), serviços públicos, poderes públicos, aquecimento solar para água e atendimento a comunidades de baixa renda. Esse tipo de atendimento deve corresponder à metade dos investimentos e ser voltado para a promoção do uso eficiente e consciente da energia, através de ações educacionais desenvolvidas exclusivamente para essas populações, instalação de aquecedores ou pré-aquecedores solares para a água de chuveiros, adequação de instalações elétricas internas das habitações e doações de equipamentos eficientes. (MME, 2013b).

São, também, desencorajadas ações que visem lucro para as empresas, como investimentos em indústrias, condomínios, prédios comerciais e de serviços públicos regidos por contratos de desempenho, onde as empresas de energia receberiam um retorno financeiro de acordo com a energia economizada por essas ações: de acordo com o PEE, no máximo 50% do total pode ser investido nessas instalações e os ganhos obtidos por esses contratos devem ser reaplicados em novas medidas de eficiência, o que, mais uma vez, tem por objetivo a inclusão social e a diminuição de barreiras para o acesso à energia elétrica.

Já os Projetos de P&D da ANEEL são “destinados à capacitação e ao desenvolvimento tecnológico das empresas de energia elétrica, visando à geração de novos processos ou produtos, ou o aprimoramento de suas características” (ANEEL, 2012, p.14).

Com base na Lei 9991/2000 (BRASIL, 2014d), é estabelecida a obrigatoriedade de as empresas de geração, transmissão e distribuição investirem no mínimo 1% da ROL em P&D, sendo que 30% desses investimentos devem ser destinados a projetos implantados nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Esse 1% é distribuído entre o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), o MME, o PEE e investimentos em P&D de fato, divididos proporcionalmente aos fatores constantes da Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Distribuição dos investimentos em P&D

Segmento	Vigência: 21/01/2010 a 31/12/2015				A partir de 1º/01/2016			
	P&D	PEE	FNDCT	MME	P&D	PEE	FNDCT	MME
Distribuição	0,2	0,5	0,2	0,1	0,3	0,25	0,3	0,15
Transmissão	0,4		0,4	0,2	0,4		0,4	0,2
Geração	0,4		0,4	0,2	0,4		0,4	0,2

Fonte: (ANEEL, [200-]).

Os projetos devem ser desenvolvidos em temas “estratégicos ou prioritários, com o intuito de estimular o desenvolvimento de invenções e inovações tecnológicas relevantes para o Setor Elétrico Brasileiro” (ANEEL, 2012, p.15), a saber: fontes alternativas de geração de energia elétrica, geração termelétrica, gestão de bacias e reservatórios, meio ambiente, segurança, eficiência energética, planejamento de sistemas de energia elétrica, operação de sistemas de energia elétrica, supervisão, controle e proteção de sistemas de energia elétrica, qualidade e confiabilidade dos serviços de energia elétrica e medição, faturamento e combate a perdas comerciais (ANEEL, [200-]).

4.3 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA UNIÃO EUROPEIA

Uma elevada consciência a respeito dos impactos ambientais decorrentes da queima de combustíveis fósseis e “desafios sem precedente resultantes da crescente dependência da importação” (sendo a principal fonte dessas importações a Rússia) levaram a UE a voltar sua atenção para a eficiência energética. Calcula-se um potencial de 20% de melhoria na eficiência de equipamentos e instalações que, caso não tratado corretamente, pode levar a um prejuízo de mais de € 100 bi até 2020. (COMMISSION OF EUROPEAN COMMUNITIES, 2006, p.3).

Em vista disso, desde 1992 a Comissão das Comunidades Europeias publica documentos e desenvolve leis com políticas e estratégias que podem ser adotadas de modo a alcançar o chamado 20-20-20, ou seja, redução de 20% nas emissões, 20% de participação de fontes renováveis na matriz do continente e redução no consumo total de energia em 20%. No Quadro 4.5 são apresentados os principais documentos a respeito do tema.

Quadro 4.5 – Documentos sobre políticas de eficiência energética na UE

Documento	Ano	Principais pontos
Eficiência na Comunidade Europeia – Para uma Estratégia para o Uso Racional de Energia	1998	Analisa o potencial econômico disponível para melhorias na eficiência energética, identifica barreiras e propõe formas de removê-las. Estima uma economia de 18% do consumo de 1995 até 2010 (160 Mtep).
Plano de Ação para Melhoria da Eficiência Energética na Comunidade Europeia	2000	Define uma meta de 1% ao ano para melhoria da intensidade energética, resultando em um consumo evitado de 100 Mtep até 2010.
<i>Green Paper</i> sobre Eficiência Energética ou Fazendo Mais com Menos	2005	Expressa a necessidade urgente de dar maior enfoque às políticas de economia de energia e estima que a UE use 20% mais energia que o economicamente justificável. Alerta ainda para a necessidade de esforços adicionais nesse sentido, caso contrário as políticas atuais não serão suficientes para atingir esse objetivo..
Plano de Ação para Eficiência Energética: Percebendo o Potencial	2006	Define uma meta de economia de 20% de energia até 2020 (390 Mtep) e define políticas prioritárias, como MEPS, diminuir as perdas nas transformações, fornecer incentivos financeiros, garantir a precificação correta da energia, mudar o comportamento e incentivar parcerias internacionais.
Segunda Revisão Estratégica – Plano de Ação em Segurança e Solidariedade	2008	Reforça as ações de eficiência para alcançar a meta de 20%. Pede revisões nas diretivas sobre desempenho e etiquetagem, sugere fortemente acordos entre prefeitos, uso de políticas coesas e sistemas de fundos e taxas para aumentar a eficiência energética.

Fonte: (adaptado de MORVAJ; BUKARICA, 2010).

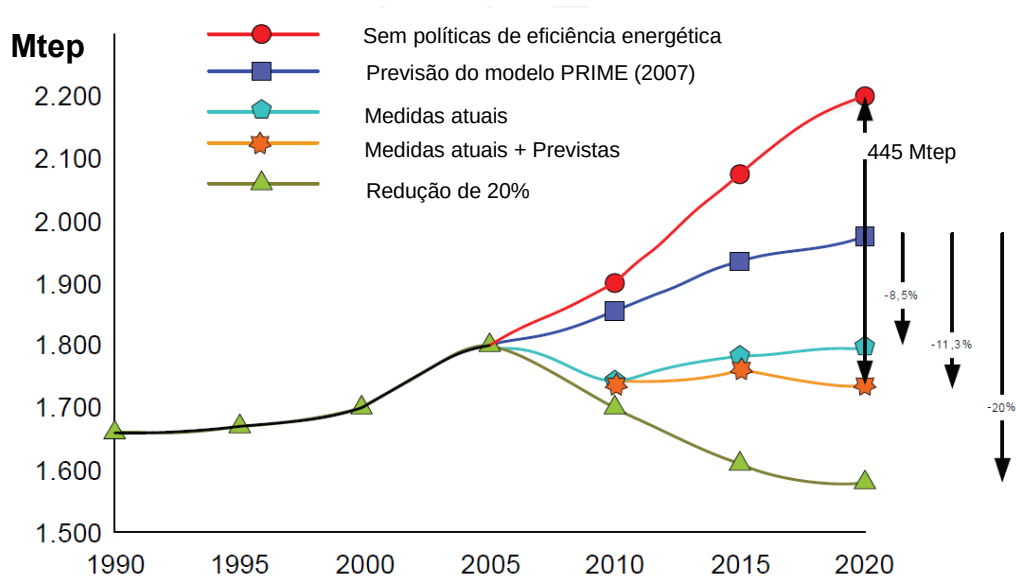
A existência de tantas recomendações (além das legislações aprovadas pelo Parlamento Europeu, vigentes em todos os países da UE) comprova a preocupação da UE com os impactos causados pela energia ao meio ambiente e os diversos benefícios econômicos que investimentos em eficiência energética podem trazer.

Nesses documentos são apresentadas ações que serão desenvolvidas pela UE como um todo para fomentar a eficiência na região, como a criação de centros de pesquisa, direcionamento de recursos para financiar investimentos em eficiência e programas de divulgação e conscientização. As políticas que incorrerão em mudanças mais profundas na economia, entretanto, devem ser executadas pelos países membros, sendo apresentadas apenas linhas gerais a serem seguidas.

Na Figura 4.8 observa-se, porém, que, apesar de as medidas tomadas estarem surtindo efeito, a redução observada não é suficiente para atingir os índices propostos, mesmo levando em conta as políticas previstas, mas que ainda não haviam sido implantadas. Por conta disso, medidas mais rígidas foram apresentadas na Diretiva n. 2012/27/EU, de 25 de outubro de 2012.

A seguir são apresentadas as medidas adotadas em alguns países da UE. A íntegra dos dados sobre esses e todos os demais países da UE estão reunidos na base de dados ODYSSEE-MURE (disponível no portal <http://www.odyssee-mure.eu/>). Organizada pela ADEME, ela concentra dados dos programas ODYSSEE, voltado para dados sobre eficiência energética, economia de energia e emissões de CO₂, e Medição do Uso Racional de Energia (MURE), que monitora mais de 2000 políticas de eficiência energética e seus impactos.

Figura 4.8 – Consumo total e previsto de energia em Mtep



Fonte: (MORVAJ; BUKARICA, 2010).

4.3.1 França

Nos setores residencial e comercial, a França investiu principalmente em medidas regulatórias e financeiras.

As Deduções para Desenvolvimento Sustentável (CIDD) no valor de até € 8.000,00 por pessoa (valor que dobra para um casal e é acrescido de € 400,00 por dependente) podem ser usadas para a substituição dos aparelhos eletrodomésticos, principalmente para construções antigas.

Já os Eco empréstimos a Taxa Zero (eco-PTZ) visam reduzir as barreiras decorrentes de problemas com agentes principais, fornecendo crédito para financiamentos de até € 30.000,00 para que estes realizem investimentos em eficiência energética em suas propriedades.

Além disso, prédios públicos são compelidos a investir na eficiência energética de suas instalações e imóveis com mais de 1.000 m² devem investir em pesquisas para geração própria a partir de fontes sustentáveis, que traz como benefícios o alívio de carga para a rede elétrica, o aumento da geração distribuída, que é hoje apontada como um dos maiores fatores de aumento da eficiência, devido às curtas distâncias entre centros produtores e consumidores e a limpeza da matriz energética com a inclusão de fontes renováveis.

É estabelecida, também, a regulação termal, que delimita em aproximadamente 50 kW/m² (o valor exato depende da localização geográfica, altitude, tipo de utilização das instalações, área construída e níveis de emissão de GHG) o consumo anual de energia primária utilizada em aquecimento (ambiente e de água), resfriamento, iluminação, bombas e ventiladores.

Na indústria, o maior desafio encontrado foi estabelecer um limite nacional de emissões de CO₂ em 138 milhões de toneladas.

Além disso, grande enfoque foi dado nas pequenas e médias empresas, as quais foram incentivadas a melhorar sua eficiência energética e competitividade (resultando num ciclo virtuoso onde o aumento resultante nos lucros pode ser reinvestido em eficiência) através de “empréstimos verdes”. € 500 mi foram destinados a essa medida, sendo 60% na forma de empréstimos com taxas de juros reduzidas e o restante utilizado como garantia para a obtenção de empréstimos bancários.

Estabeleceu-se, ainda, a obrigatoriedade de fornecedoras de energia apresentarem Certificados de Eficiência Energética (EEC). Para isso, elas devem comprovar, trienalmente, (sob penalidade de € 0,02 por kWh não economizado) que atingiram as metas determinadas

pela ADEME através de medidas de eficiência energética, pesquisas de fontes renováveis e também ações educativas e informativas entre seus clientes.

As políticas direcionadas a prédios públicos, grandes construções e mesmo as exigências para obtenção dos EECs pode ajudar no desenvolvimento das empresas de serviços de conservação de energia, que, com a visibilidade e experiência adquiridas, podem passar a ser mais contratadas pelas indústrias, aumentando ainda mais a eficiência destas.

Por fim, uma atitude inovadora desenvolvida na França são limitações impostas a letreiros e anúncios luminosos. A não ser no caso de serem essenciais a estabelecimentos com atividades noturnas (quando devem, permanecer ligados apenas de uma hora antes a uma hora depois do horário de funcionamento), eles não podem permanecer ligados entre 1h e 6h. Além disso, em cidades com mais de 800 mil habitantes, eles só poderão funcionar em áreas delimitadas pelas prefeituras. (ADEME, 2012).

4.3.2 Alemanha

A importância da eficiência energética na Alemanha é demonstrada pelo Ato sobre Economia de Energia, que perdura, com as devidas emendas, desde 22 de julho de 1974 e aborda a economia de energia em diversos setores da economia e o Ato sobre a Gestão da Energia, de 24 de abril de 1998, que trata a sobre a oferta de eletricidade e denota a necessidade de se tomar providências sobre um manejo mais eficiente da energia.

No setor residencial, a eficiência energética é fomentada através de medidas voltadas para incentivos para modernização de casas, para o desenvolvimento de novas técnicas de construção não agressivas ao meio ambiente, MEPS para novas construções e de guias de para reformas em prédios já existentes, melhorias nos financiamentos para medidas de eficiência energética, aumento nos programas de incentivo ao uso de energias renováveis, adoção de MEPS e etiquetas, para que todos os produtos disponíveis no mercado sejam eficientes, mas ainda assim os mais eficientes entre eles tenham posição de destaque e incentivos ao uso de fontes renováveis, como, por exemplo, a medida que torna obrigatória a instalação de 0,04 m² de painéis solares para cada metro quadrado de área construída de uma casa.

Existe, também, a Iniciativa para Eficiência Energética, uma campanha desenvolvida pelas empresas de energia em conjunto com o Agência Alemã de Energia e apoiada pelo Ministério Federal da Economia e Energia (BMWi), realizada principalmente em grandes redes varejeiras e que é destinada a esclarecer e fornecer informações acerca do uso da

eletricidade nas casas, com tópicos como o consumo de eletrodomésticos em *stand-by*, iluminação e consumo da linha branca. O BMWi financia, também, uma iniciativa da Associação Federal de Consumidores, que oferece aconselhamento individual e independente a proprietários de casas e prédios.

No terceiro setor, o governo divulga uma série de guias de economia de energética direcionados para as várias áreas de aplicação, como hospitais, escolas, prédios da administração pública, etc. São oferecidos, também, programas de estímulo que facilitam o treinamento de especialistas, como arquitetos, funcionários de prefeituras e profissionais da área de energia.

Em fevereiro de 2008, o BMWi lançou, junto com o banco de desenvolvimento KfW um fundo especial com recursos dedicados a apoiar a implantação de medidas de eficiência energética por pequenas e médias empresas. Estas terão, por exemplo, 80% dos custos de auditorias energéticas cobertos pelo fundo. Esses recursos também poderão ser aplicados para a concessão de empréstimos com taxas abaixo do mercado para investimentos em eficiência que apresentem resultados significativos.

Em 2010, uma lei criou o Fundo para Energia e Clima, aumentando o financiamento para a já existente Iniciativa Nacional do Clima e inaugurando um fundo especial para eficiência energética, que deve iniciar importantes medidas em todos níveis: cidades, indústrias, pequenas e médias empresas e consumidores. (BMWi, 2007; SCHLOMANN; EICHHAMMER, 2012)

4.3.3 Itália

Em vigor desde 2004, a principal medida existente na Itália é a certificação de distribuidoras de energia (recentemente estendida ao segundo e terceiro setores e a instituições do setor público) através dos chamados “certificados brancos”. A certificação é dividida em 18 níveis, e cada um deles corresponde a um patamar de economia de energia atingida através de medidas de eficiência energética. A princípio, cada nível correspondia a 1 Mtep, valor elevado para 4,6 Mtep em 2013 e 6,2 Mtep em 2014.

Outras medidas incluem, por exemplo, MEPS para novas construções e grandes reformas em edificações residenciais e comerciais dispostos no Decreto Legislativo 192/2005, que devem também contar com fontes renováveis para aquecimento de água e painéis fotovoltaicos. Essas reformas são incentivadas com deduções nos impostos que podem chegar

a 55% do total pago. Além disso, também são incentivadas as substituições de lâmpadas, eletrodomésticos e climatizadores por modelos mais eficientes, tanto no setor residencial quanto no comercial.

Na indústria, a atuação das medidas de eficiência está focada principalmente em sistemas motrizes, de iluminação e cogeração. O governo cofinancia projetos apresentados pela indústria sendo, entre 2008 e 2009, mais de € 1 bi aplicados em cerca de 60 projetos e oferece deduções de até 20% para instalações de motores e inversores de alta eficiência. Desse total, 65% foram destinados a pesquisas que envolvem o uso de energia solar ou de biomassa, enquanto o restante foi empregado na obtenção de sistemas de alta eficiência (ENEA, 2011, 2012; ITALIA, 2007, 2014).

4.3.4 Espanha

Dados divulgados pelo Instituto para Diversificação e Economia de Energia (IDAE, 2011a, 2012) destacam, entre as medidas vigentes na Espanha, o impulso dado às ESCOs pela Administração Geral do Estado espanhol. Em 2007 aprovou-se o Plano de Ação para Economia e Eficiência Energética nos Edifícios da Administração, que propôs uma diminuição de 20% no consumo nessas instalações, sendo que todas as ações executadas para se alcançar essa meta seriam executadas por ESCOs, através de Contratos de Colaboração Público-Privados. Cabe destacar que o pagamento desses contratos será feito, parcial ou totalmente, através do economizado através dessas medidas.

O Plano de Ação ainda conta com medidas de financiamento para investimentos nas ESCOs, premiações para as que mais se destacarem e apoio financeiro para contratação das ESCOS. Todas essas medidas têm como objetivo final o impulso e a dinamização do mercado de serviços energéticos.

A atuação das ESCOs é também incentivada pela exigência de certificados de eficiência para qualquer empresa que for contratada pelo setor público. Esses certificados são necessários, também, para prédios residenciais com mais de 400 kW de potência instalada.

Entre as ações voltadas aos consumidores residenciais estão a substituição de lâmpadas incandescentes, através de distribuição de lâmpadas compactas e do programa 2x1 (compre duas leve uma), campanhas de conscientização como a *¡Ahorra Energía!*, que promove o consumo consciente de energia através de mensagens sobre as etiquetas, uso de equipamentos em *stand-by*, entre outras e que tem como maior divulgadora a Federação Espanhola de

Futebol, séries de desenhos animados produzidas em parceria com o Disney Channel voltadas ao público infantil e as mensagens “*Calefacción a 21º*”, que visam combater o uso excessivo de aparelhos de ar condicionado e aquecedores. A última medida é também utilizada para prédios comerciais e da administração pública, mas, enquanto se trata apenas de uma recomendação para o setor residencial, ela se torna mandatória nessas instalações.

Outras medidas incluem a substituição das lâmpadas usadas na iluminação pública por modelos mais eficientes, utilizando LEDs, sistemas que recuperar a energia em freada de trens e metrô (semelhantes ao KERS usado na Fórmula 1) e melhorias na infraestrutura de redes de transmissão e distribuição de eletricidade, de modo a diminuir as perdas no transporte da energia elétrica.

Na indústria, são incentivadas três práticas interligadas: a realização de auditorias energéticas, que detectam possíveis pontos de melhora de eficiência energética nos processos produtivos, a utilização das melhores tecnologias disponíveis nos processos, que atacam os problemas relacionados à ineficiência de equipamentos (geralmente mais antigos) detectados pela auditoria, e a implantação de sistemas de gestão energética, que monitora e detecta o consumo excessivo de energia, quer devido a práticas inadequadas, quer devido a equipamentos defeituosos ou além de sua vida útil.

Por fim, criou-se, em 2008, com € 60 mi disponíveis para empréstimos (valor que dobrou em três anos), o *Programa de Ayudas IDAE a Proyectos Estratégicos* financia até 80% dos custos de investimentos em eficiência energética acima de € 500.000,00 em todos os setores.

4.3.5 Reino Unido

Dois dos principais programas em curso no Reino Unido são as chamadas Tarifas Embutidas (FiT), que incentivam a instalação de pequenas unidades de geração de energia (até 5 MW) por organizações, empresas, comunidades e indivíduos que normalmente não participariam do mercado de energia. Essa energia seria usada para consumo próprio e o excedente seria vendido ao sistema energético por valores abaixo do mercado.

Há também o *Green Deal*, outra iniciativa que visa resolver os problemas de agentes principais. Através dela, são removidos os custos de implantação de medidas de eficiência para casas e prédios comerciais, sendo eles pagos depois com as economias advindas dessas mudanças.

No setor residencial e comercial, as medidas incluem ações mandatórias para melhorias no isolamento térmico a serem realizadas pelas companhias energéticas, a implantação de sistemas de medição inteligente, que possibilitam a verificação em tempo real do impacto de cada equipamento no consumo de energia, em todas as casas até 2019, a substituição de lâmpadas incandescentes por modelos mais eficientes e a instalação de controles de iluminação, como sensores de presença e *dimmers* que ajustam a iluminação à ocupação do ambiente, e o incentivo à compra de eletrodomésticos (computadores, televisores, aparelhos de DVD, geladeiras, lavadoras de roupas, condicionadores de ar, ventiladores, etc.) mais eficientes quando do fim da vida útil dos antigos.

Quanto às indústrias, as principais recomendações são a respeito dos sistemas motrizes, como a utilização de cadeias de pequenas bombas em vez de grandes bombas, sempre no ponto de eficiência máxima e com atrito interno reduzido e o uso de motores com drives de frequência, maior eficiência, partida por soft start e substituição de motores superdimensionados (THE UK, 2012; AEA TECHNOLOGY, 2012).

4.4 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS ESTADOS UNIDOS

Os programas de eficiência energética nos EUA remontam há cerca de 40 anos, quando, na administração 1975-1980 foram elaboradas diversas legislações “que estabeleceram esforços educacionais, incentivos financeiros e autorizaram a criação de MEPS” (GELLER et al., 2006, p.563, tradução nossa). Além disso, foram destinados bilhões de dólares em recursos para P&D no campo da eficiência energética. Recentemente, esses padrões foram revistos levando em conta os avanços tecnológicos do período e expandidos para outros equipamentos.

Devido ao modelo político do país, existe certa semelhança entre as políticas de eficiência nos EUA e as da UE, no sentido que, além das normas e recomendações expedidas pelo governo central, cada um dos estados da federação desenvolve suas próprias medidas visando alcançar os objetivos apresentados. Esses estados são incentivados pelo Conselho Americano para uma Economia Energeticamente Eficiente (ACEEE) a obter um bom desempenho através de relatórios anuais, nos quais os estados são classificados de acordo com a economia de energia obtida.

E foi justamente nos estados, na década de 1970, que os MEPS começaram a ser implementados. As variações entre estados, levando à necessidade de um mesmo produto ser

produzido de formas diferentes dependendo de onde ele fosse vendido, levaram os fabricantes de eletrodomésticos a clamarem por uma padronização nacional, que foi desenvolvida em 1987 e resultou numa queda significativa no consumo de eletrodomésticos como condicionadores de ar e máquinas de lavar. Em 1992 os padrões foram estendidos para equipamentos de aquecimento e resfriamento em prédios comerciais, motores e iluminação. Os padrões contam, ainda, com cláusulas que requerem constante aumento da eficiência, de acordo com o tecnológica e economicamente possível.

Essas leis estabelecem padrões mínimos para que um produto possa ser comercializado nos EUA. Aqueles produtos, porém, que se destacam por seu desempenho e eficiência recebem o selo ENERGY STAR[®], que se aplica a diversos aparelhos como computadores (onde é observado o maior impacto do programa) e outros equipamentos de escritório, produtos da linha branca, condicionadores de ar, iluminação e até mesmo novas residências e prédios comerciais.

No período de 1978-2000, o governo americano investiu cerca de US\$ 7 bi (em valores de 1999, o que corresponde a cerca de US\$ 12 bi em valores atuais) em P&D. Esses investimentos foram feitos principalmente na indústria e nos equipamentos de uso doméstico, como sistemas de climatização e reatores eletrônicos. Na indústria, eles se concentraram em nove setores de grande intensidade energética: agricultura, alumínio, química, madeireira e papel e celulose, vidro, siderúrgica, mineração, petróleo e metalúrgica e se davam na forma de assistência técnica para substituição dos sistemas motrizes, de ar comprimido e vapor existentes por outros mais eficientes e na realização de auditorias energéticas grátis.

Eram também oferecidos incentivos para empresas e residências aumentarem a eficiência energética de suas instalações. Mais tarde, devido aos maus resultados desse programa (que, por conta disso, havia sido descontinuado em 1985), foram propostos novos incentivos para iniciativas inovadoras como casas e edifícios comerciais de alta eficiência e equipamentos supereficientes. Além disso, o Programa de Apoio à Climatização (WAP) fornece auxílios para moradias de baixa renda instalarem equipamentos eficientes de aquecimento e resfriamento.

A eficiência energética nas redes de distribuição de energia é custeada através de pequenas sobretaxas nos preços ou, em alguns estados, no aumento na margem de lucro das empresas com comprovados investimentos em eficiência. Essas empresas também devem fornecer “informações, incentivos financeiros e assistência técnica aos usuários finais para incentivá-los a adotar práticas eficientes” (GELLER et al., 2006, p.565, tradução nossa).

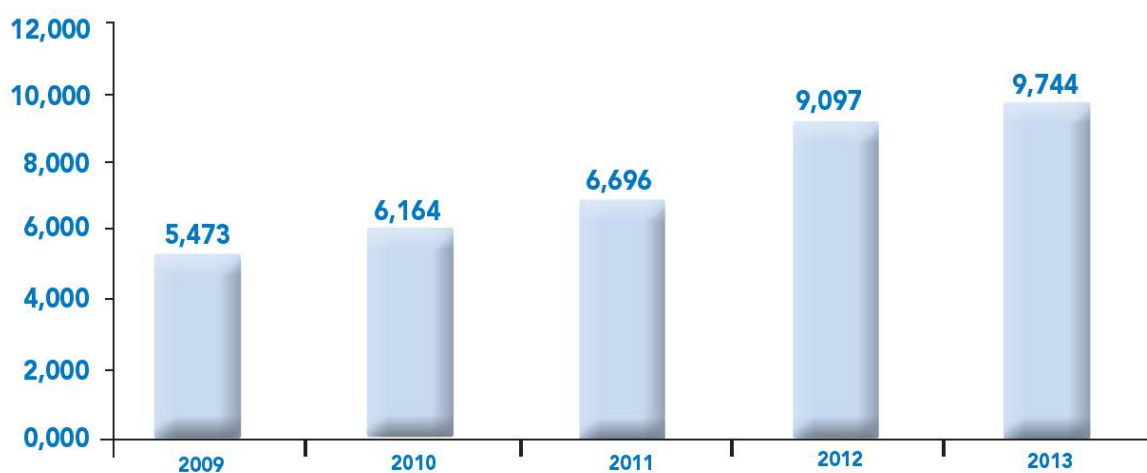
Por fim, o governo também adota desde 1991 o Programa Federal de Gestão de Energia (FEMP) que tem por objetivo reduzir o consumo de energia em prédios da administração pública fornecendo “assistência técnica e treinamento e ajudando na escolha de abordagens inovadoras para projetos de financiamento e implantação” (GELLER et al., 2006, p.566, tradução nossa), se utilizando de ESCOs através de contratos de desempenhos para realizar essas intervenções.

5 RESULTADOS

5.1 BRASIL

Confirmando a tendência que apresenta já há alguns anos, a energia total economizada pelo PROCEL em 2013 foi mais uma vez a maior da história, apresentando um crescimento de 8,2% em relação ao ano anterior, como pode ser visto na Figura 5.1.

Figura 5.1 – Economia de energia decorrente das ações do PROCEL (TWh)



Fonte: (ELETROBRÁS, 2014).

Os resultados apresentados na Tabela 5.1 são extremamente positivos, principalmente no setor residencial, cuja porcentagem de economia foi quase quatro vezes maior que a total, o que mostra a efetividade dos programas educativos, do PBE, do portal PROCEL Info e demais ações voltadas à conscientização e informação.

Cabe ressaltar a título de comparação um exemplo de usina hidrelétrica com potência instalada semelhante à evitada pelo PROCEL: a Usina Hidrelétrica de Jatobá, no Pará, que inundou uma área de 646 km², necessitou a realocação de mais de mil pessoas e demandou um investimento de mais de US\$ 4 bi.

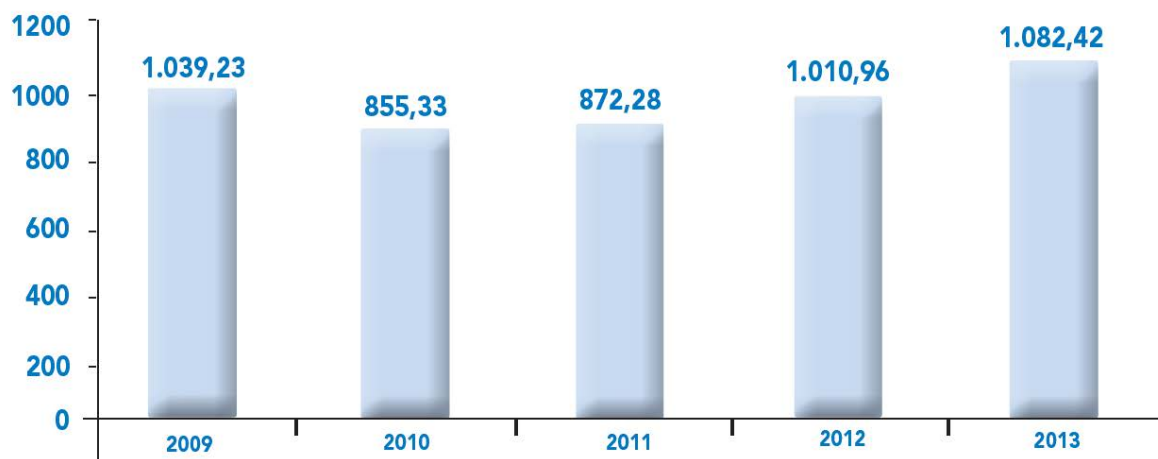
Tabela 5.1 – Principais resultados das ações do PROCEL 2013

Resultado	Total
Energia Economizada (TWh)	9,744
Redução de Demanda na Ponta (MW)	3769
Usina Equivalente ⁹ (MW)	2337
Economia em Relação ao Consumo Total de Energia no Brasil ¹⁰ (%)	2,10
Economia em Relação ao Consumo Residencial de Energia no Brasil (%)	7,80

Fonte: adaptado de (ELETROBRÁS, 2014).

Considerando que, caso o PROCEL não existisse, o aumento na demanda deveria ser suprido pela expansão de instalações já existentes a um valor médio de R\$ 108,00/MW (ELETROBRÁS, 2014), obtém-se os valores apresentados na Figura 5.2. Convém destacar que esses resultados foram obtidos a um investimento de R\$ 34,4 mi, ou seja, mais de trinta vezes menor que o custo evitado. Além disso, esse investimento vem apresentando uma geral descendente tanto nos recursos próprios da Eletrobrás quanto nos da RGR, embora aqueles decaiam mais lentamente que estes.

Figura 5.2 – Custos evitados pelas ações do PROCEL (milhões de reais)



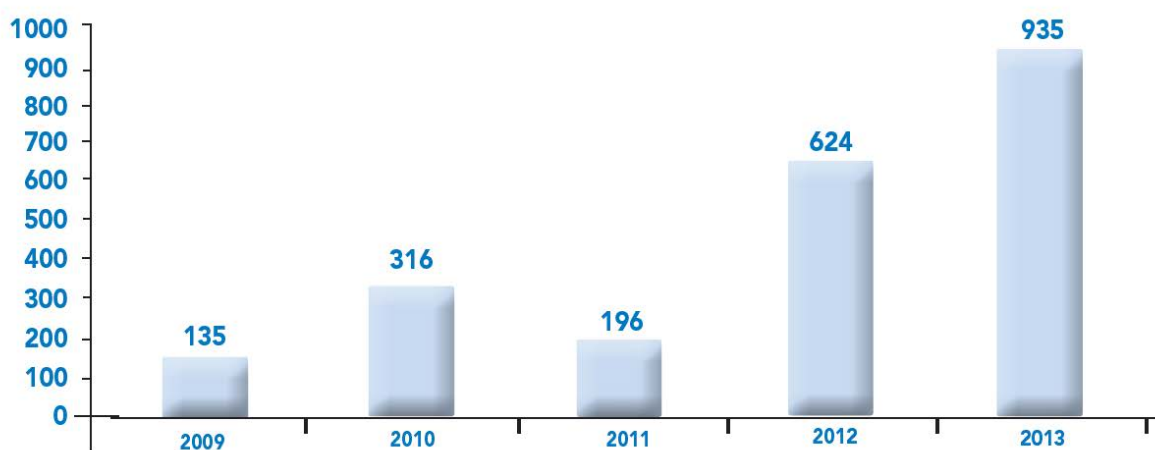
Fonte: (ELETROBRÁS, 2014).

⁹ “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 de transmissão e distribuição” (ELETROBRÁS, 2014).

¹⁰ “O consumo de energia elétrica no Brasil foi de 463,7 bilhões de kWh em 2013. Na classe residencial, o consumo correspondente foi de 124,9 bilhões de kWh” (ELETROBRÁS, 2014).

Além dos benefícios já apresentados, que significam maior disponibilidade de recursos públicos para aplicação em outras obras essenciais e menos impactos sociais decorrentes da necessidade de desapropriação de terras para construção de novas usinas e linhas de transmissão, a economia de energia elétrica também implica em diminuição das emissões de GHGs, como visto na Figura 5.3. Ainda que o Brasil não faça parte de nenhum tratado internacional com esse fim, é importante ter em mente que, com a crescente inclusão de usinas termoeletricas na matriz energética brasileira (motivo de ser observado tão grande salto entre os anos de 2011 e 2013) e o prognóstico de crescimento do Brasil, que pode levar a um maior consumo de combustíveis fósseis, não deve-se negligenciar a responsabilidade do país nesse que é um dos maiores desafios globais.

Figura 5.3 – Emissões de CO₂ equivalente evitadas pelas ações do PROCEL (mil ton CO₂eq)



Fonte: (ELETROBRÁS, 2014).

Outros resultados do PROCEL que se destacam são: a inauguração do InovEE, na UNESP Campus Guaratinguetá, “que tem o objetivo de promover pesquisas inovadoras, formação profissional, disseminação e extensão” (ELETROBRÁS, 2014, p.20); a capacitação de 44 laboratórios de pesquisa e a inauguração de dois centros de excelência, um na Universidade Federal do Pará e um na Universidade Federal de Itajubá, além do início do projeto de um novo centro na Universidade Federal de Campina Grande; o aumento da visibilidade do Programa, evidenciado pelo número de cadastros no portal PROCEL Info, que já chega a 28.000 e a cobertura midiática do tema, que foi citado 63 vezes no ano.

Entre os resultados alcançados pelo PROCEL Edifica estão a capacitação de profissionais para avaliação da eficiência de edificações pelos critérios do projeto, lançamento do software Domus, utilizado na realização dessas avaliações e sua aplicação na sede da

Eletrobrás e apoio ao Inmetro na elaboração de novos padrões e na concessão de etiquetas para edificações eficientes.

Na área de gestão pública, foi desenvolvido um software para Cadastro de Edificações e Projetos de Eficiência Energética de Prédios Públicos e realizado o treinamento de uma equipe para sua utilização. Realizou-se ainda uma avaliação técnica para reforma do Bloco O da Esplanada dos Ministérios, onde se encontram o Ministério da Defesa e a Secretaria de Assuntos Estratégicos. Já o PROCEL GEM atingiu a marca de 1024 municípios, ou 18% do total do Brasil, e realizou cursos online, distribuiu guias técnicos e capacitou técnicos de pequenas cidades (até 30000 habitantes). Desde sua criação o programa já poupou cerca de 130 GWh.

O PROCEL Indústria teve suas principais atividades desenvolvidas pelos Lamotrizes, capacitando 206 multiplicadores (professores universitários e consultores) e 2907 agentes (técnicos e engenheiros). Promoveu também, numa parceria da Universidade Federal do Rio Grande do Sul com a Federação das Indústrias do mesmo estado, a análise de diagnósticos energéticos e sugestão de medidas cabíveis, resultando na economia de 4,8 GWh de energia elétrica. Foram também realizadas ações no Polo Industrial de Manaus, realizando diagnósticos energéticos em quatro empresas de região e buscando a fidelização destas, possibilitando sua integração ao Sistema Integrado Nacional. Buscou-se, ainda, o desenvolvimento de subnormas da ISO 50001 (Gestão de Energia).

Por fim, o PROCEL Reluz investiu aproximadamente R\$ 23,5 mi na substituição de cerca de 62 mil pontos de iluminação pública em seis municípios de seis estados brasileiros, resultando numa economia de 158 GWh e na retirada de 36 MW de demanda do horário de ponta. Desde a implantação do programa, cerca de 2,7 milhões de pontos de iluminação públicas já foram atendidos

Além das economias decorrentes do PROCEL, que se concentram na conscientização e promoção do uso eficiente da energia elétricas por seus usuários finais, bons resultados também são observados nos resultados do PEE, conforme pode-se observar nas Tabelas 5.2 e 5.3.

Tabela 5.2 – Resultados obtidos na primeira fase do PEE

Ciclo	Energia Economizada (GWh)	Demanda Evitada (MW)
1998/1999	755	250
1999/2000	1020	370
2000/2001	894	251
2001/2002	348	85
2002/2003	222	54
2003/2004	489	110
2004/2005	925	275
2005/2006	569	158
2006/2007	369	138
Total	5591	1691

Fonte: (adaptado de POMPEMAYER, 2012, grifo do autor).

Tabela 5.3 – Resultados consolidados do PEE (1998-2012)

Fase	Energia Economizada (GWh)	Demanda Evitada (MW)
Primeira	5591	1691
Segunda	2674	831
Total	8265	2522

Fonte: (adaptado de POMPEMAYER, 2012, grifo nosso).

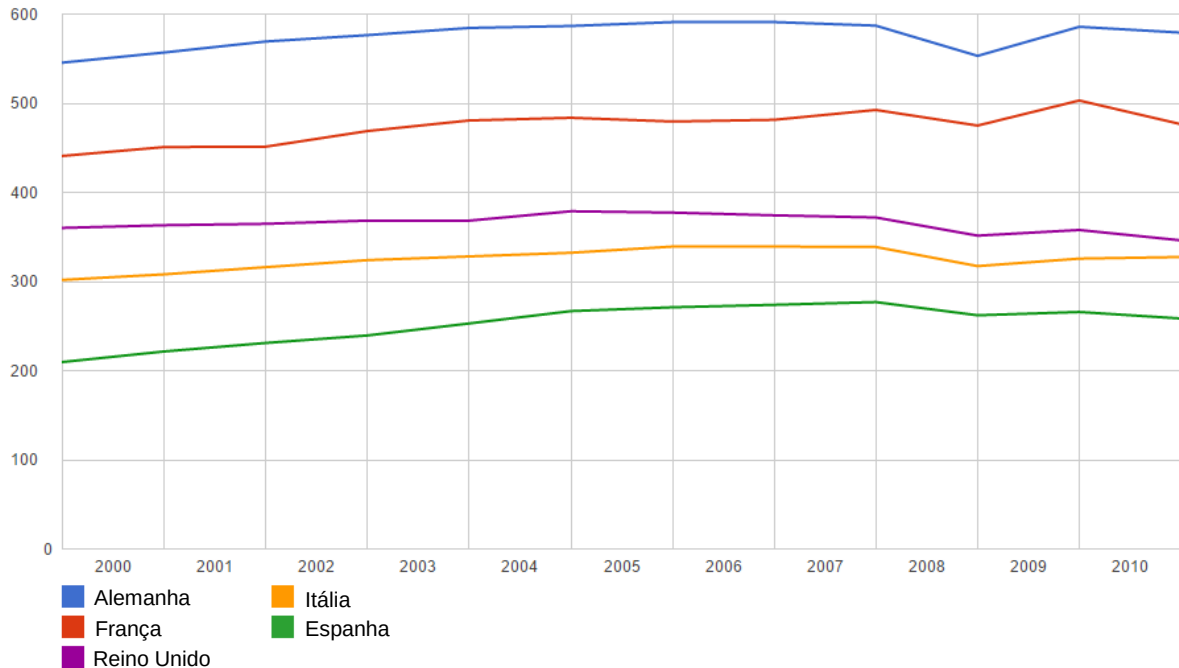
Observa-se, porém, que, embora os resultados da segunda fase não compreendam todo o escopo de projetos, uma vez que esta possibilita também a realização de projetos em longo prazo e educativos pelas empresas, os resultados de 13 anos do programa são comparáveis ao resultado do PROCEL no último ano. Isso pode ser resultado do esquema de financiamento do PEE, advindo exclusivamente de uma taxa nos rendimentos das empresas distribuidoras.

5.2 UNIÃO EUROPEIA

A Figura 5.4 apresenta as tendências de consumo dos cinco países da EU analisados nesse trabalho. Observa-se que, em resposta às determinações governamentais da Comunidade, as medidas tomadas começam a surtir efeito por volta de 2003, quando o

crescimento no consumo observado nos anos anteriores deixa de existir, culminando numa tendência de leve queda nos dias atuais.

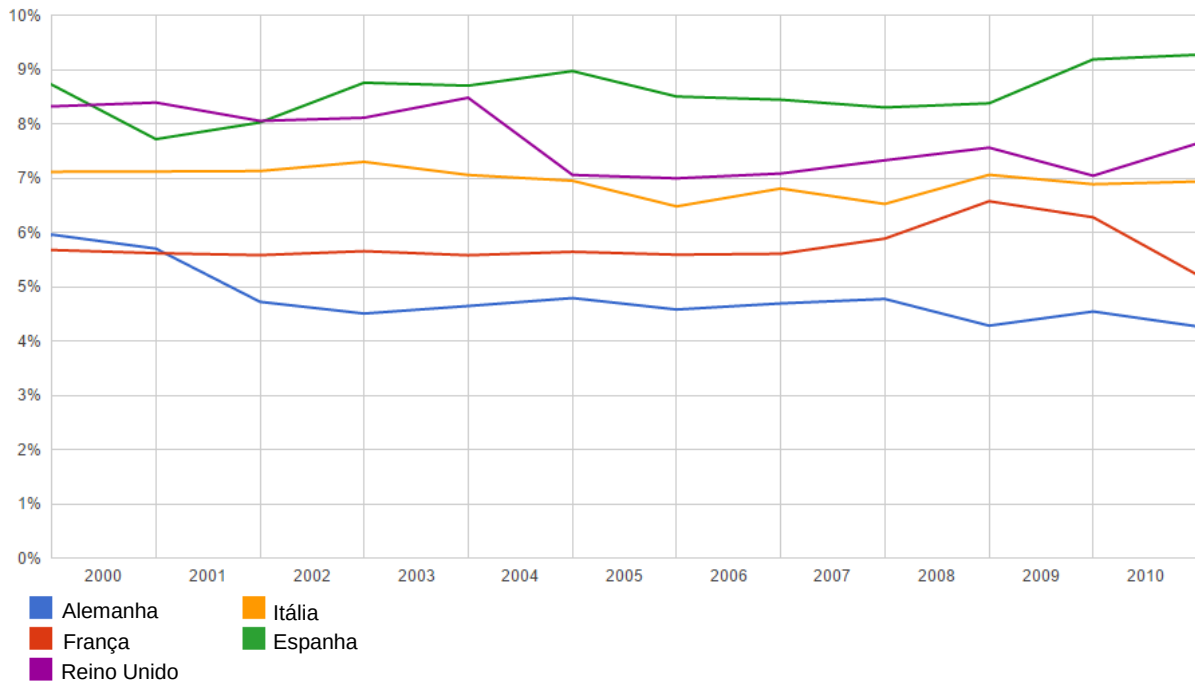
Figura 5.4 – Consumo de energia elétrica dos países analisados (TWh)



Fonte: (GOOGLE INC., 2014).

No capítulo anterior, pôde-se observar que a maioria das medidas tomadas por esses países são ações de gerenciamento do lado da demanda (DSM), ou seja, voltadas à redução do consumo através de aumento da eficiência dos equipamentos utilizados pelo consumidor. Tal tendência pode ser explicada pela Figura 5.5, que mostra que há mais de dez anos as perdas operacionais de eletricidade mantêm um comportamento geral constante, o que pode indicar que ações de gerenciamento do lado da oferta (SSM), visando a diminuição dessas perdas podem não ser economicamente viáveis, ou seja, o custo da energia recuperada através dessas medidas pode ser menor que o valor investido nelas.

Figura 5.5 – Perdas relativas em transmissão e distribuição nos países analisados



Fonte: (GOOGLE INC., 2014).

5.2.1 França

A França figura entre um dos países de menor intensidade energética (e, consequentemente, maior eficiência energética) da UE, estando abaixo da média do continente. Mesmo assim, visando atingir a meta de 20% estabelecida pelo Parlamento Europeu, desenvolveu diversas medidas para que fosse atingido esse objetivo que, no país, é traduzido num total de 236,6 Mtep em 2020. (FRANCE, 2014)

Na Tabela 5.4 está demonstrada a economia atingida pelos diversos indicadores, que correspondem aos possíveis usos da energia, e na Tabela 5.5 os resultados de alguns dos principais programas de eficiência do país.

Tabela 5.4 – Energia economizada por setor na França

Aplicação	Energia Economizada entre 2007 e 2011 (Mtep)	Energia Economizada entre 2007 e 2012 (Mtep)
Residencial	0,536	0,780
Indicador P3 (água quente)	0,241	0,310
Indicador P4 (eletrodomésticos)	0,155	0,201
Indicador P5 (iluminação)	0,178	0,249
Indústria	1,004	1,282
Indicador P14 (consumo de energia por unidade de produção) – Química	0,395	0,336
Indicador P14 – Mineração	0,001	
Indicador P14 – Siderúrgica	0,009	
Indicador P14 – Madeireira		0,277
Indicador P14 – Papel e celulose	0,057	
Indicador P14 – Alimentícia	0,302	0,326
Indicador P14 – Têxtil	0,025	0,009
Indicador P14 – Transportes	0,098	0,013
Indicador P14 – Construção civil	0,116	0,083
Indicador P14 – Outras		0,233
Total	1,580	2,035

Fonte: (adaptado de FRANCE, 2014, grifo do autor).

Tabela 5.5 – Demonstrativo de resultados e das principais medidas de eficiência energética em vigor na França e projeções para o futuro.

Programa ou política	Setor de atuação	Economia final de energia (Mtep)		
		2013	2016	2020
CIDD	Residencial/Comercial	0,78	0,93	1,08
Eco-PTZ	Residencial/Comercial	0,53	0,84	1,22
Certificados de eficiência	Energia	2,5	5,17	9,29
Lâmpadas eficientes	Energia	0,46	0,76	0,75

Fonte: (adaptado de FRANCE, 2014, grifo do autor).

5.2.2 Alemanha

A Alemanha tem um longo histórico de políticas de eficiência energética, que remonta à primeira legislação sobre isolamento térmica. Desde então a eficiência do país e, consequentemente, sua produtividade só fazem crescer, o que é exemplificado pela constante queda na intensidade energética que entre 1995 e 2009 caiu em 18% para a energia primária e 20% para a final. Tais números são impulsionados por regulamentações federais, incentivos financeiros, taxas e um sólido sistema de informação que visam não só atingir as metas propostas pela UE, mas também manter a posição do país como expoente tecnológico (DEUTSCHLAND, 2011). Na Tabela 5.6 pode ser observada a economia de energia nos diversos setores da economia alemã.

Tabela 5.6 – Resultados dos programas de eficiência na Alemanha por setor

Setor	Energia economizada (10 ³ tep/ano)	Energia economizada (10 ³ tep/ano)
	1995-2007	2007-2010
Eletrodomésticos e	1760,3	561,3
Iluminação		
Comercial	-52,5	129,0
Industrial	1640,9	874,2
Público	74,8	74,8
Total	3423,5	1639,3

Fonte: (adaptado de DEUTSCHLAND, 2011, grifo nosso).

5.2.3 Itália

Embora seja um expoente em eficiência energética, tendo sido considerada um dos três melhores países nesse quesito pela ACEEE em 2011, a Itália ainda não está satisfeita. O principal motivo para isso é a composição das fontes primárias do país: enquanto a energia de grande parte da Europa é produzida por usinas termonucleares ou térmicas a carvão, a Itália se apoia na geração a gás, o que se torna um problema quando o preço do insumo passa a subir, levando os preços domésticos a seguirem o mesmo caminho. Isso é particularmente ruim para um país atingido de forma tão dura pela recente crise internacional. Nesse sentido, a eficiência

energética se torna, acima de tudo, uma questão de sobrevivência no competitivo mercado global. (ITALIA, 2014).

Por isso, a Itália vem dando ainda mais atenção à questão energética, com a economia atingida pelas principais medidas em vigor no país exposta na Tabela 5.7. Cabe salientar que os resultados totais, que englobam não só o escopo desse trabalho, mas também o setor de transportes e o uso de outras fontes energéticas que não a eletricidade, foram extremamente positivos: uma economia total de 47,711 GWh/ano, valor que ultrapassa a meta estabelecida em mais de 30% (ENEA, 2011).

Tabela 5.7 – Resultados dos programas de eficiência na Itália por setor (10^6 tep/ano)

Setor	Decr. Leg. 192/2005	Certificados brancos	Deduções fiscais 55%	Total 2005- 2012	Objetivos alcançados
Residencial	2,10	1,31	0,71	3,79	73,5%
Serviços	0,06	0,11	0,02	0,19	9,0%
Industrial	0,15	1,57	0,04	1,76	101,8%

Fonte: (adaptado de ITALIA, 2014, grifo nosso).

Tendo sido um dos primeiros países a implantar os certificados brancos, a Itália dá atenção especial a estes, observando sua eficácia e projetando grandes benefícios decorrentes de seu emprego. E isso é comprovado pela comparação entre os resultados obtidos no setor elétrico como um todo entre 2005 e 2012: 12,7 Mtep/ano, que é mais de duas vezes maior que o alcançado pelas outras três principais políticas vistas acima.

Esses certificados são concedidos para empresas que demonstram melhorias na eficiência energética no uso de energia elétrica, gás, cogeração, transportes e outros. Na Tabela 5.8 são levados em conta os de Tipo I e Tipo II HEC, referentes à energia elétrica e cogeração de alta eficiência.

O prefixo GEN diz respeito à geração a partir de fontes renováveis e cogeração. O prefixo E se refere à alta eficiência em sistemas motrizes, processos automatizados e correção de fator de potência. O prefixo FF corresponde a aumento da eficiência proveniente de medidas não listadas acima, como alterações no layout da planta e nos processos produtivos. Os sufixos IND e CIV dizem respeito, respectivamente, aos setores industrial e civis, ou seja, residências, comércios e de agropecuária.

Tabela 5.8 – Economia anual de energia devido aos Certificados Brancos entre 2007 e 2012

Tipo	Acumula do até 2008 (tep/ano)	Acumula do até 2009 (tep/ano)	Anual 2010 (tep/ano)	Anual 2011 (tep/ano)	Anual 2012 (tep/ano)	Energia Primária Acumulada (tep/ano)	Energia Final Acumulada (tep/ano)
GEN-IND	0	34256	13131	36178	21373	10938	759
E-IND	88966	166314	58945	132385	211078	568722	2970
FF-IND					7932	7932	55
GEN-CIV	0	0	0	6490	0	6490	55
E-CIV	0	768	2050	599	28285	31702	170
Total	88966	201338	74126	175652	268668	625784	4009

Fonte: (adaptado de ITALIA, 2014, grifo do autor).

5.2.4 Espanha

Assim como ocorre na Itália, a principal motivação espanhola para os investimentos em eficiência energética é reverter um quadro que se agrava desde 1990: a progressiva queda na produção interna de energia e consequente aumento da dependência de fontes externas. A situação se torna ainda pior quando se leva em conta que essa queda era acompanhada também de um aumento no consumo interno. As medidas em vigor desde 2005 estão se mostrando ótimas formas de se reverter essa situação.

Na Tabela 5.9 são vistos os principais resultados dessas medidas. Além dessas ações, foram também realizadas, como parte das iniciativas espanholas para aumento da eficiência energética, auditorias energéticas em indústrias e prédios públicos, estudos, análises de viabilidade e auditorias energéticas em iluminações públicas e formação de gestores de energia municipais, medidas cujos resultados não podem ser aferidos numericamente.

Tabela 5.9 – Resultados dos programas de eficiência energética na Espanha em 2010 (Ano Base 2004)

Programa ou Política	Energia Final Economizada (ktep)	Energia Primária Economizada (ktep)	Emissões de CO ₂ equivalente evitadas (tCO ₂)
Programa Projetos Estratégicos	199,9	337,0	722,5
Execução Direta IDAE	140,5	302,2	653,8
Indústria	1068,6	1585,8	3468,6
Programas de ajudas públicas	1068,6	1585,8	3468,6
Residencial	279,1	641,0	1305,0
Melhora de eficiência energética em instalações térmicas de edificios já existentes	61,1	116,4	244,2
Melhora de eficiência energética de iluminação interior de edificios já existentes	29,7	74,4	150,4
Distribuição de lâmpadas de baixo consumo	84,9	212,5	429,5
Programa 2x1	13,0	32,5	65,8
Padrões de construção	0,9	1,5	3,3
MEPS para eletrodomésticos	81,4	203,7	411,8
Setor público	86,4	214,7	436,6
Renovação de estruturas de iluminação pública	77,7	194,3	392,9
Programa de substituição de semáforos	8,7	20,4	43,7
Geração		9481,8	51465,8
Total	1774,5	12562,5	58052,3

Fonte: (adaptado de IDAE, 2011b, grifo nosso).

5.2.5 Reino Unido

O Reino Unido vislumbra dois desafios de longo prazo: “enfrentar as mudanças climáticas reduzindo emissões de CO₂ dentro e fora do Reino Unido e garantir energia limpa, segura e a preços justos frente à crescente dependência de energia importada” (THE UK, 2007, p.5). Utilizando dados anteriores de programas já aplicados anteriormente, são justificados os investimentos em eficiência energética através de seus já conhecidos benefícios: a redução nas emissões de GHGs e o aumento da segurança energética alcançados através da diminuição do consumo. Os mais recentes impactos dos programas de eficiência são demonstrados na Tabela 5.10.

Tabela 5.10 – Consumo e economia de energia elétrica no Reino Unido

Setor	2010 (TWh)	2011 (TWh)	2012 (TWh)	Economia (TWh)
Industrial	104,522	102,348	97,820	6,732
Residencial	118,836	111,603	114,698	3,302
Administração pública	19,101	18,369	18,891	0,210
Comercial	78,261	77,495	78,206	0,055
Outros	8,104	8,058	7,960	0,144
Total	328,824	317,873	317,575	11,249

Fonte: (adaptado de THE UNITED KINGDOM, 2013, grifo nosso).

5.3 ESTADOS UNIDOS

Apesar de sua histórica relutância em aderir a programas globais de redução de emissões de GHGs, os Estados Unidos também apresentam resultados animadores, levando a uma redução de 11% em seu consumo num total de aproximadamente 250 Mtep quando levados em conta todos os setores da economia. Na Tabela 5.11 podem ser observados os principais resultados relacionados à energia elétrica.

Tabela 5.11 – Resultados dos programas e políticas de eficiência energética nos EUA

Programa ou política	Energia economizada (TWh/ano)	Economia de energia primária (10 ⁶ tep/ano)
MEPS em eletrodomésticos	120	40,6
ENERGY STAR	104	29,9
Programas de eficiência em instalações governamentais	67	19,1
Códigos de construção		13,6
Programas de eficiência industrial		7,4
Programa de apoio à climatização		3,1
Programa federal de gestão de energia		6,2
Total	291	119,9

Fonte: (adaptado de GELLER, et al, 2006, grifo nosso).

5.4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Os resultados do PROCEL mostram um programa consolidado e de crescimento constante que apontam para um futuro promissor. Entretanto, quando comparados com os de países europeus, eles se equiparam aos de países com programas de eficiência já consolidados, como a Alemanha. Dada, porém, a natureza do Brasil, sua posição como país emergente e perspectiva de crescimento rápido nos anos que virão, esses números deveriam estar mais próximos dos apresentados por países como Itália e Espanha, que necessitam de ações agressivas para modificar a matriz energética nacional de modo a aumentar a segurança energética e garantir o crescimento econômico sem penalizar, com isso, o meio ambiente.

Um fator comum à maioria dos programas apresentados é a predominância de ações desenvolvidas em DSM em detrimento às de SSM, que, apesar de existentes, são ofuscadas pelo número de ações de DSM. Este padrão pode ser justificado pelo alto nível de eficiência alcançada na transmissão e distribuição de energia elétrica nos países desenvolvidos.

Esses valores, porém, não se observam no Brasil, onde as perdas totais chegam a cerca de 15%. Ainda assim, o Brasil acompanha a tendência, como evidenciado pela comparação entre os resultados do PROCEL e do PEE. Recomenda-se um estudo mais aprofundado sobre a eficácia dessa estratégia e, caso comprovada a necessidade de maiores intervenções de SSM,

a possibilidade de aumento na porcentagem mandatória de investimentos das distribuidoras no PEE ou sobre a utilização de recursos federais para realizar esses investimentos.

Na indústria, embora o PROCEL siga o padrão observado de buscar a maior eficiência nos sistemas motrizes, caso a abordagem utilizada fosse diferente, investindo não só em centros de pesquisa (que também são de grande importância, uma vez que incutem o pensamento eficiente em alunos de graduações e nas comunidades onde estão instalados), mas também no financiamento conjunto de melhorias na eficiência e obrigações de redução do consumo de energia.

Essas medidas, bem como a criação de certificados de eficiência e a exigência destes para a prestação de serviços no setor público, como nas ações realizadas pelo PROCEL GEM e pelo PROCEL Reluz, e um maior número de ações neste setor, ajudariam também a aprimorar o mercado de eficiência no Brasil, capacitando e fortalecendo as ESCOs e tornando a eficiência energética um tema mais presente no dia-a-dia da população.

Por fim, cabe lembrar que, embora o Brasil desponte como líder regional e busque assumir uma posição de protagonista global, por ainda ser considerado um país em desenvolvimento o país não participa de nenhum tipo de tratado ou acordo que vise reduzir o consumo energético. Nesse sentido, embora estas medidas sejam necessárias em se levando em conta as condições internas do país, a atitude tomada de desenvolver políticas de eficiência energética sem pressões externas é louvável. Ressalta-se ainda o tempo relativamente pequeno de vigência dos programas atuais de eficiência frente aos empregados globalmente, o que pode significar perspectivas futuras de crescimento e expansão das medidas de eficiência no Brasil. Um ponto importante, porém, para que isso ocorra é a necessidade de maior aporte de verbas governamentais para esses programas.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta os conceitos de eficiência energética e os principais pontos a serem levados em consideração para a elaboração de uma política de eficiência energética eficaz, os motivos pelos quais a adoção de tais práticas é necessária e as políticas vigentes no Brasil e em outros países do mundo e seus resultados, para fins de comparação.

O principal indicador da importância e atualidade deste trabalho é o grande número de países nos quais foi detectada a presença de medidas de eficiência energética, número esse que tende a aumentar com o aumento da consciência dos governantes e da população e o constante apelo de órgãos internacionais como a ONU, alertando sobre os riscos decorrentes do padrão de consumo atual.

A partir dos dados colhidos nota-se pontos semelhantes entre os programas de eficiência em curso: empréstimos, deduções de impostos e incentivos a investimentos em eficiência em residências e empresas, com um foco principal nas pequenas e médias, estabelecimento de MEPS e metas de consumo, programas de etiquetagem e a difusão de bons exemplos através da implantação mandatória de medidas de eficiência em prédios públicos. Destacam-se, ainda, na UE, iniciativas que buscam aumentar a participação de fontes renováveis na matriz energética e promover a geração distribuída, o que também contribui para a implantação de redes inteligentes nesses países. Ações inovadoras incluem ainda a instalação de medidores inteligentes no Reino Unido, os certificados brancos na Itália e o fomento à ação das ESCOs na Espanha.

O Brasil segue as tendências mundiais, com o PBE, o PROCEL Edifica, o PROCEL Indústria, o GEM, entre outros programas e apresenta resultados animadores. No ano de 2013, a energia economizada pelas ações do PROCEL equivale ao consumo anual de 5 milhões de residências. Porém, quando comparado à meta estabelecida para 2030, que é 5 vezes maior que o resultado atual, verifica-se a necessidade de expansão e aprimoramento do programa, que apresentou um crescimento de 7% entre 2012 e 2013 (LEITE, 2011; ELETROBRÁS, 2014).

As ações voltadas para o setor residencial já estão bastante consolidadas e a economia de energia obtida através dessas ações corresponde à maior parte dos resultados totais do PROCEL, não se observando, portanto, a necessidade de medidas adicionais nesse setor, apenas a manutenção das ações já vigentes, revisando-se, porém, os padrões adotados pelo PBE e selo PROCEL a fim de se reduzir ainda mais o consumo no setor.

Além disso, como já exposto no capítulo anterior, possíveis expansões no programa brasileiro de eficiência energética incluem uma presença mais forte no setor industrial, cujo consumo, segundo MME (2014), corresponde a 34,4% da eletricidade produzida no Brasil mas que economizou, através das ações do PROCEL Indústria, apenas 4,8 GWh, contra os 9,7 TWh economizados em todo o programa.

Essas novas medidas podem contar com o estabelecimento metas e aumento das possibilidades de financiamento para melhorias em eficiência energética, a educação pelo exemplo, aumentando as ações em prédios públicos, a criação de certificados de eficiência e a exigência destes para que sejam firmados contratos e parcerias público-privadas e o fortalecimentos das ESCOs, que não dependeria apenas de uma política própria para isso, mas de um conjunto de políticas como as aqui apresentadas, o que aumentaria e fortaleceria sua atuação no mercado nacional.

O PROCEL Reluz e o GEM são outros exemplos de programas que podem ser expandidos para aumentar a eficiência energética do país e possibilitar que a meta estabelecida para 2030 seja alcançada. O Reluz, que desde seu início já substituiu cerca de 2,7 milhões de pontos de iluminação pública e só em 2013 apresentou uma economia de 158 GWh, que corresponde a uma demanda de 36 MW, ainda está distante dos 13 milhões de pontos existentes no país, que consomem cerca de 10 TWh. (ELETROBRÁS, 2014; SILVA, 2006).

Já o GEM ainda dá seus primeiros passos, mas já demonstra seu potencial: as 513 cidades inclusas no programa economizaram 2,5 GWh em 2013, o equivalente ao consumo anual de cerca de 1.500 casas, e 130 GWh desde o seu início, o equivalente ao consumo anual de uma cidade do porte de Palmas (TO). A expansão do programa pode, além de melhorar a eficiência energética dos serviços públicos e da distribuição de energia das cidades e aumentar o consumo consciente da população destas, viabilizar o desenvolvimento de uma rede inteligente no Brasil, que contribuiria ainda mais para o aumento da eficiência.

Dentro da necessidade de maiores investimentos em eficiência pode-se citar também a necessidade de revisão das normas vigentes, a maioria elaborada como uma resposta conjuntural a crises energéticas (POLÍTICAS, 2013). Os programas devem ser então, revistos tanto do ponto de vista legal, propondo novas políticas mais modernas, adaptadas à realidade do mundo atual e alinhadas às tendências mundiais, quanto do organizacional, dando mais autonomia ao PROCEL e verificando a viabilidade de reunir as iniciativas de energia que hoje são administradas pela ANEEL e Eletrobrás em um único programa.

As iniciativas da ANEEL (P&D e PEE) devem ser, também, ampliadas e talvez contarem com financiamento público, além do que já é exigido das distribuidoras, a fim de diminuir as perdas em transmissão e distribuição. Essas perdas no Brasil chegam a quase 17%, contra 8% na Europa, 6% nos Estados Unidos e uma média mundial de 8%.

Obviamente o desenvolvimento de ferramentas inovadoras é sempre bem-vindo, mas um bom ponto de partida para a elaboração de políticas de eficiência energética é observar as tendências globais. Por isso cabe destacar a dificuldade encontrada na coleta dos dados referentes aos resultados dos programas para elaboração desse trabalho. Isso se deveu o fato de, embora os países da UE desponham como pioneiros e luminares no desenvolvimento e aplicação de políticas e tecnologias de eficiência energética, muitas vezes não há uma separação clara entre as medidas voltadas para a economia de energia como um todo e aquelas que visam apenas à eficiência em sistemas elétricos, o que pode levar a resultados equivocados e interpretações que subestimam ou superestimam a eficácia dessas ações. Uma solução possível nesse caso seria um maior detalhamento e clareza na apresentação dos dados.

Sugere-se, ainda, o estabelecimento de padrões regionais e/ou mundiais tanto para a apresentação das medidas adotadas quanto para a apresentação dos resultados, facilitando sua comparação, a identificação de casos de sucesso e as possíveis melhorias em práticas que não funcionaram como desejado. Para a exposição das políticas aplicadas, o padrão utilizado pelos relatórios do Odyssee-MURE, que expõe de forma resumida os principais programas de eficiência energética nos países da UE é um bom modelo, embora pudesse contar também com um direcionamento para relatórios completos expedidos pelos órgãos de cada país. Quanto à demonstração dos resultados, destacam-se as da Alemanha e Espanha, que demonstram a participação de cada medida tomada na economia total de energia do período.

Tal clareza deve, também, ser repetida no *design* dos portais na internet, onde o PROCEL Info se destaca como um exemplo negativo, com o uso de fontes de tamanho reduzido, dificuldade de localização das informações e falta de versões em outros idiomas, problema este que também é observado nos portais das instituições francesas. A falta de acessibilidade dificulta o contato dos consumidores com o tema, o que pode fazer com que o principal objetivo desses portais, a informação e conscientização destes, não seja atingido, reduzindo a eficiência energética no setor residencial. Isso também dificulta a troca de informações entre países, a qual pode ser extremamente benéfica.

Por se tratar de um tema central no que se refere ao desenvolvimento sustentável e ao futuro do Brasil e do mundo, recomenda-se continuados estudos na área, verificando o

crescimento dos programas e a evolução de seus resultados, com consequente melhoria na qualidade de vida advinda da redução dos impactos ambientais causados pela energia elétrica.

REFERÊNCIAS

AEA TECHNOLOGY. **Energy efficiency policies in the UK**. Londres: AEA Technology, 2012. Disponível em: <<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-united-kingdom.pdf>>. Acesso em 02 nov. 2014.

AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE. **Energy efficiency policies in France**. Angers: ADEME, 2012. Disponível em: <<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-france.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE. **Energy efficiency trends in the EU: Lessons from the Odyssee-MURE project**. 1. ed. Angers: ADEME, 2013. Disponível em: <<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/Overall-Indicator-brochure.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Portaria Conjunta n. 01, de 13 de agosto de 1998. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/prtconj1998001.PDF>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual para elaboração do programa de eficiência energética**. Brasília: ANEEL, 2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/aren2008300_2.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2012. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Manual-PeD_REN-504-2012.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Pesquisa e desenvolvimento**. Brasília, ANEEL, [200-]. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=75>>. Acesso em: 29 ago. 2014.

AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE. **EEAR 2010: Energy Efficiency Annual Report**. Roma: ENEA, 2011. Disponível em: <<http://www.enea.it/en/publications/volume-pdf/ExecutiveSummaryRAEE2010.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE. **Energy efficiency policies in Italy**. Roma: ENEA, 2012.

Disponível em: <<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-italy.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

AKIRA, R. et al. **Oportunidades de eficiência energética para a indústria**: Uma visão institucional: sumário executivo. Brasília: CNI, 2010. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/services/procel-info/Simuladores/DownloadSimulator.asp?DocumentID=%7B2F26B845%2DEEB9%2D428C%2DBCC8%2D9CE9F65CAB41%7D&ServiceInstUID=%7B5E202C83%2DF05D%2D4280%2D9004%2D3D59B20BEA4F%7D>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

AMERICAN COUNCIL FOR AN ENERGY-EFFICIENT ECONOMY. **The 2013 state energy efficiency scorecard**. Washington: ACEEE, 2013. Disponível em: <<http://www.aceee.org/research-report/e13k>>. Acesso em: 31 out. 2014.

AMERICAN COUNCIL FOR AN ENERGY-EFFICIENT ECONOMY. **ACEEE|State energy efficiency policy**. Washington: ACEEE, 2013. Disponível em: <<http://www.aceee.org/sector/state-policy>>. Acesso em: 31 out. 2014.

AYRES, R. U.; TURTON, H.; CASTEN, T. Energy efficiency, sustainability and economic growth. **Energy**. Amsterdam, v. 32, n. 5, p. 634-648, maio 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544206001411>>. Acesso em: 31 out. 2014.

BRASIL. Portaria Interministerial n. 1877, de 30 de dezembro de 1985. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/pri19851877.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

BRASIL. Decreto n. 0-006, de 8 de dezembro de 1993. Disponível em: <<http://legis.senado.leg.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=138586&tipoDocumento=D EC&tipoTexto=PUB>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

BRASIL. Decreto n. 2335, de 6 de outubro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2335.HTM>. Acesso em: 08 dez. 2014.

BRASIL. Lei n. 9991, de 24 de julho de 2000. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/lei20009991.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

BRASIL. Decreto n. 3867, de 16 de julho de 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d3867.htm>. Acesso em: 08 dez. 2014.

BRASIL. Lei n. 10295, de 17 de outubro de 2001. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/lei200110295.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

BRASIL. Decreto n. 4059, de 19 de dezembro de 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D4059.htm>. Acesso em: 08 dez. 2014.

BRASIL. Portaria Interministerial n. 132, de 12 de junho de 2006. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/conselhos_comite/cgiee/Portaria_Interministerial_nx_132__2006.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2014.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Balanço energético nacional 2014**. Brasília: MME, 2014. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2014.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Plano nacional de eficiência energética**. Brasília: MME, 2011. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/PlanoNacEfiEnergetica.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2014.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Plano nacional de energia 2030**. Brasília: MME, 2007. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne_2030/PlanoNacionalDeEnergia2030.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2014.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Plano nacional de energia 2030**: 11. Eficiência energética. Brasília: MME, 2007. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne_2030/11_EficienciaEnergetica.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2014.

BROOKES, Len. The greenhouse effect: The fallacies in the energy efficient solution. **Energy policy**. Amsterdam, v. 18, n. 2, p. 199-201, mar. 1990. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030142159090145T>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

BROOKES, Len. Energy fallacies revisited. **Energy policy**. Amsterdam, v. 28, n. 6-7, p. 355-366, jun. 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421500000306>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **Guia técnico PROCEL GEM**. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 2004. Disponível em:

<<http://www.procelinfo.com.br/services/procel-info/Simuladores/DownloadSimulator.asp?DocumentID=%7B84ED175F%2DB6B6%2D4EB6%2DAC16%2D93C86652B2B7%7D&ServiceInstUID=%7B5E202C83%2DF05D%2D4280%2D9004%2D3D59B20BEA4F%7D>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **PROCEL Info**. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 2006. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br>>. Acesso em: 31 ago. 2014.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **Relatório de resultados PROCEL 2014**: Ano base 2013. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 2014. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=¶ms=itemID=%7B4694AC9F-90A4-4F92-B393-16D42A40920F%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>>. Acesso em: 31 ago. 2014.

COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Energy efficiency in the European Community**: Towards a strategy for the rational use of energy. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 1998. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/other/l27025_en.htm>. Acesso em: 12 nov. 2014.

COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Action plan to improve energy efficiency in the European Community**. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 2000. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/l27033_en.htm>. Acesso em: 12 nov. 2014.

COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Doing more with less**: Green paper on energy efficiency. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 2005. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/l27061_en.htm>. Acesso em: 12 nov. 2014.

COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Action plan for energy efficiency**: Realising the potential. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 2006. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/l27064_en.htm>. Acesso em: 12 nov. 2014.

COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Energy efficiency**: Delivering the 20% target. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 2008. Disponível em:

<http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/en0002_en.htm>. Acesso em: 12 nov. 2014.

COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Second strategic review: An EU energy security and solidarity action plan.** Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 2008. Disponível em:

<http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/en0003_en.htm>. Acesso em: 12 nov. 2014.

COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Energy efficiency plan 2011.** Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 2011. Disponível em:

<http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/en0029_en.htm>. Acesso em: 12 nov. 2014.

DEUTSCHLAND, BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE. **National energy efficiency action plan of the Federal Republic of Germany.** Berlin: BMWi, 2007. Disponível em:

<<http://www.bmwi.de/EN/Service/publications,did=241986.html>>. Acesso em: 02 nov. 2011.

DEUTSCHLAND, BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE. **Second national energy efficiency action plan of the Federal Republic of Germany.** Berlin: BMWi, 2011. Disponível em:

<<http://www.bmwi.de/EN/Service/publications,did=476674.html>>. Acesso em: 02 nov. 2011.

FRANCE, MINISTÈRE DE L'ECOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ET DE L'ENERGIE. **Energy efficiency action plan for France 2014.** Paris: MEDDE, 2014. Disponível em:

<http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/doc/need/2014_neeap_en_france.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2014.

GELLER, H. et al. Policies for increasing energy efficiency: thirty years of experience in OECD countries. **Energy policy.** Amsterdam, v. 34, n. 5, p. 556-573, mar. 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421505003113>>. Acesso em: 31 out. 2014.

GILLINGHAM, K.; NEWELL, R. G.; PALMER, K. Energy efficiency policies: A retrospective examination. **Annual review of environment and resources.** Palo Alto, v. 31, nov. 2006. Disponível em:

<<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.energy.31.020105.100157>>. Acesso em: 01 set. 2014.

GILLINGHAM, K.; NEWELL, R. G.; PALMER, K. Energy efficiency economics and policy. **RFF discussion paper**. Washington, v. 9, n. 13, abr. 2009. Disponível em: <www.rff.org/documents/rff-dp-09-13.pdf>. Acesso em: 24 out. 2014.

GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY. **Investing in energy efficiency**: The GEF experience. Washington: GEF, 2013. Disponível em: <http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/GEF_EnergyEff-Oct17-2013.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2014.

GOLOVE, W. H.; ETO, J. H. **Market barriers to energy efficiency**: A critical reappraisal of the rationale for public policies to promote energy efficiency. Berkeley: LBNL, 1996. Disponível em: <<http://emp.lbl.gov/sites/all/files/lbnl-38059.pdf>>. Acesso em 01 set. 2014.

GOOGLE INCORPORATION. **Google public data explorer**. Mountain View: Google, 2014. Disponível em: <http://www.google.com/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9_>. Acesso em: 02 nov. 2014.

HANSLA, A. et al. Psychological determinants of attitude towards and willingness to pay for green electricity. **Energy policy**. Amsterdam, v. 36, n. 2, p. 768-774, fev. 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421507004867>>. Acesso em: 31 out. 2014.

HOLLANDA, J. B.; ERBER, P. Energy efficiency in Brazil. In: UNCTAD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Trade and environment review**: Promoting poles of clean growth to foster the transition to a more sustainable economy. New York e Geneva: United Nations, 2009, cap. 2, p. 68-76. Disponível em: <http://unctad.org/en/docs/ditcted20092_en.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2014.

HOWARTH, Richard B. Energy efficiency and economic growth. **Energy policy**. Hoboken, v. 15, n. 4, p. 1-9, out. 1997. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1465-7287.1997.tb00484.x/pdf>>. Acesso em: 31 out. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Programa brasileiro de etiquetagem**. Rio de Janeiro, INMETRO, 2012. Disponível em: <<http://www2.inmetro.gov.br/pbe/index.php>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGIA. **Plan de ahorro y eficiencia energética**. Madrid: IDAE, 2011. Disponível em: <<http://ida.electura.es/libros/PAEE/>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGIA. **Plan de ahorro y eficiencia energética**: Anexo. Madrid: IDAE, 2011. Disponível em: <<http://idae.electura.es/libros/ANEXO//>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGIA. **Energy efficiency policies and measures in Spain**. Madrid: IDAE, 2012. Disponível em: <<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-spain.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGES. **The physical science basis**: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf>. Acesso em 18 nov. 2014.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGES. **Impacts, adaptation and vulnerability**: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf>. Acesso em 18 nov. 2014.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGES. **Mitigation of climate change**: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf>. Acesso em 18 nov. 2014.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Key world energy statistics 2013**. Paris: IEA, 2013. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2013.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2014.

ITALIA, MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO. **Italian Energy Efficiency Action Plan 2007**. Roma: MSE, 2007. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/neeap/italy_en.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2014.

ITALIA, MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO. **Italian Energy Efficiency Action Plan 2014**. Roma: MSE, 2014. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/doc/neeap/2014_neeap_en_italy.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2014.

JAFFE, A. B.; STAVINS, R. N. The energy-efficiency gap: what does it mean?. **Energy policy**. Amsterdam, v. 22, n. 10, p. 804-810, out. 1994. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301421594901384>>. Acesso em: 01 set. 2014.

JAFFE, A. B.; NEWELL, R. G.; STAVINS, R. N. Economics of energy efficiency. **Encyclopedia of energy**. Amsterdam, p. 79-90, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012176480X00228X>>. Acesso em: 28 nov. 2014.

JOLLANDS, N. et al. The 25 IEA energy efficiency policy recommendations to the G8 Gleneagles plan of action. **Energy policy**. Amsterdam, v. 38, n. 11, p 6409-6418, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421509009690>>. Acesso em: 03 dez. 2014.

LAVE, Lester B. The potential of energy efficiency. **The bridge**. Washington, v. 39, n. 2, p. 5-14, jun. 2009. Disponível em: <<http://www.nae.edu/File.aspx?id=14867>>. Acesso em: 31 out. 2014.

LEITE, Antonio Dias. Considerações sobre energia elétrica no brasil. **Texto de discussão do setor elétrico**. Rio de Janeiro: GESEL – Grupo de Estudos do Setor Elétrico – UFRJ, v. 30, fev. 2011. Disponível em: <<http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/tdse/TDSE30ok.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2014.

LEPETITGALAND, Karla. Kwiatkowski. **PROCEL Info: Resultados e perspectivas**. 2010. 74 p. Monografia (Especialização em Eficiência Energética) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2010. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=¶ms=itemID=%7B018481CB-7AF8-47B2-B4EF-60AEA29C29DB%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>>. Acesso em: 01 set. 2014.

MAHESWARAN, D. et al. Energy efficiency in electrical systems. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS, DRIVES AND ENERGY SYSTEMS, 2012, Bengaluru. New York: IEEE, 2012. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6484460>>. Acesso em: 30 ago. 2014.

MORVAJ, Z.; BUKARICA, V. Energy efficiency policies. In: PALM, Jenny (Ed.). **Energy efficiency**. 1. ed. Rijeka: InTech, 2010. v. 1, cap. 1, p. 1-25. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/energy-efficiency/energy-efficiency-policy>>. Acesso em: 01 set. 2014.

NATURESA, J. S. **Eficiência energética, política industrial e inovação tecnológica**. 2011. 229 p. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000795336>>. Acesso em: 01 set. 2014.

OMER, Abdeen Mustafa. Energy, environment and sustainable development. **Renewable and sustainable energy reviews**. Amsterdam, v. 12, n. 9, p. 2265-2300, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032107000834>>. Acesso em: 31 out. 2014

PAPAEFTHYMIU, G.; BEESTERMÖLLER, C.; GARDINER, A. **Incentives to improve energy efficiency in EU grids**. Berlin: Ecofys, 2013. Disponível em: <<http://www.ecofys.com/files/files/ecofys-2013-incentives-to-improve-energy-efficiency-in-eu-grids.pdf>>. Acesso em 22 ago. 2014.

PATTERSON, Murray G. What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues. **Energy policy**. Amsterdam, v. 24, n. 5, p. 377-390, maio 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301421596000171>>. Acesso em: 31 out. 2014.

PAULOS, Bentham. Green power in perspective: Lessons from green marketing of consumer goods. **The Electricity Journal**. Amsterdam, v. 11, n. 1, p. 46-55, jan 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040619098800237>>. Acesso em: 31 out. 2014.

POLÍTICAS públicas sob uma concepção inovadora. **Eficiência energética: A busca da articulação entre ações de incentivo**, Brasília, v. 1, n.1, ago. 2013. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/revista_pee_ago_01.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2014.

POMPEMAYER, Máximo Luiz. Política de eficiência energética. In: ABINEE TEC - Fórum de sustentabilidade, energias alternativas e eficiência energética, 2012, São Paulo. São Paulo: ABINEE, 2012. Disponível em: <<http://www.tec.abinee.org.br/2012/arquivos/s2b.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2014.

ROSEN, Marc A. The role of energy efficiency in sustainable development. In: FOUNDATIONS AND APPLICATIONS OF GENERAL SCIENCE THEORY: CANADIAN CONFERENCE ON KNOWLEDGE TOOLS FOR A SUSTAINABLE CIVILIZATION, 1995, Toronto. New York: IEEE, 1995. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=569167>>. Acesso em: 30 ago. 2014.

SCHLOMANN, B.; EICHHAMMER, W. **Energy efficiency policies and measures in Germany**. Karlshue: Fraunhofer ISI, 2012. Disponível em: <<http://www.odysseemure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-germany.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

SILVA, Lourenço Lustosa Fróes. **Iluminação pública no Brasil**: Aspectos energéticos e institucionais. 2006. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica – Planejamento Energético) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2006. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/llfroes.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014.

SIMON, Herbert A. Theories of decision making in economics and behavioral science. **The American economic review**. Pittsburgh, v. 49, n. 3, p. 253-283, jun. 1959. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1809901>>. Acesso em 02 dez. 2014.

SIMON, Herbert A. Rationality in Psychology and Economics. **The Journal of Business**. Chicago, v. 59, n. 4, p. S209-S224, out. 1986. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2352757>>. Acesso em 02 dez. 2014.

THE UNITED KINGDOM, DEPARTMENT OF ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS. **UK energy efficiency action plan 2007**. Londres: DEFRA, 2007. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/necap/uk_en.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2014.

THE UNITED KINGDOM, DEPARTMENT OF ENERGY & CLIMATE CHANGE. **Capturing the full electricity efficiency potential of the U.K.** Londres: DECC, 2012. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/66564/7035-capturing-full-elec-eff-potential-edr.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2014.

THE UNITED KINGDOM, DEPARTMENT OF ENERGY & CLIMATE CHANGE. **Digest of United Kingdom Energy Statistics 2013**. Londres: DECC, 2013. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/279523/DUKES_2013_published_version.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2014.

TVERSKY, Amos. Elimination by aspects: A theory of choice. **Psychological review**. Washington, v. 79, n. 4, p. 281-299, jul. 1972. Disponível em: <<http://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0032955>>. Acesso em 02 dez. 2014.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva n. 2012/27/EU, de 25 de outubro de 2012. **Official journal of the european union**, Luxemburgo, v. 55, p. 1-28. Disponível em: < [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:327:0001:0008:PT)

lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027&from=EN>. Acesso em: 12 nov. 2014.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **UNDP Projects**. New York: UNDP, 2010. Disponível em: <http://open.undp.org/#2014/filter/focus_area-4>. Acesso em: 03 dez. 2014.

ÜRGE-VORSATZ, D.; METZ, B. Energy efficiency: how far does it get us in controlling climate change?. **Energy efficiency**. Houten, v. 2, n. 2, p. 87-94, maio 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12053-009-9049-7>>. Acesso em: 31 out. 2014.

VARONE, F.; AEBISCHER, B. Energy efficiency: The challenges of policy design. **Energy policy**. Amsterdam, v. 29, n. 8, p. 615-629, jun. 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421500001567>>. Acesso em: 31 out. 2014.

VASCONCELLOS, L.E.M.; LIMBERGER, M.A.C. (Organização). **Iluminação eficiente: Iniciativas da Eletrobrás, PROCEL e parceiros**. 1 ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2013. Disponível em: <<http://www.eletrobras.com/pci/services/procel-info/Simuladores/DownloadSimulator.asp?DocumentID=%7B775AF01A%2D9601%2D491B%2DB1C6%2DB51A910FE22C%7D&ServiceInstUID=%7B5E202C83%2DF05D%2D4280%2D9004%2D3D59B20BEA4F%7D>>. Acesso em: 08 dez. 2014.

VIANA, A. N. C. et al. **Eficiência energética: Fundamentos e aplicações**. 1 ed. Campinas: ELEKTRO, 2012. Disponível em: <http://www.elektro.com.br/Media/Default/DocGalleries/Eficientização%20Energética/Livro_Eficiencia_Energetica.pdf>. Acesso em 01 set. 2014.

VOSSENAAR, Rene. Energy efficiency: Turning challenges into opportunities for developing countries. In: UNCTAD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Trade and environment review: Promoting poles of clean growth to foster the transition to a more sustainable economy**. New York e Geneva: United Nations, 2009, cap. 2, p. 47-67. Disponível em: <http://unctad.org/en/docs/ditcted20092_en.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2014.

WEI, M.; PATADIA, S.; KAMMEN, D. M.; Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry create in the US?. **Energy policy**. Amsterdam, v. 38, n. 2, p. 919-931, fev. 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421509007915>>. Acesso em: 31 out. 2014.

WORLD BANK GROUP. **Beyond Bonn:** The World Bank Group reaches record high investments for new renewable energy and energy efficiency. Washington: WBG, 2009. Disponível em: <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSPContentServer/WDSP/IB/2009/10/09/000334955_20091009030847/Rendered/PDF/509860BRI0Box31102009REEE4PageFinal.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2014.

WORLD COMISSION OF ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our common future.** Oxford: Oxford University Press, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2014.

WORLD ENERGY COUNCIL. **Eficiencia energética:** Una receta para el éxito. London: WEC, 2010. Disponível em: <http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_Eficiencia_Energetica_Una_receta_para_el_exito_2010_WEC.pdf>. Acesso em: 01 set. 2014.

WORLD ENERGY COUNCIL. **Energy efficiency policies:** What works and what does not. London: WEC, 2013. Disponível em: <http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/World_Energy_Perspective_Energy-Efficiency-Policies-2013_Full_Report.pdf>. Acesso em: 01 set. 2014.

WORREL, E. et al. Industrial energy efficiency and climate change mitigation. **Energy efficiency.** Houten, v. 2, n. 2, p. 109-123, maio 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s12053-008-9032-8>>. Acesso em: 31 out. 2014.