



**UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**



**JULIANA ALINE GALAN MAGINADOR**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DOS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA  
ENERGÉTICA E PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS DOS  
PROGRAMAS NACIONAIS**

**BAURU**

**2017**

**JULIANA ALINE GALAN MAGINADOR**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DOS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA  
ENERGÉTICA E PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS DOS  
PROGRAMAS NACIONAIS**

Dissertação apresentada como requisito á obtenção do título de mestre em Engenharia Elétrica, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, da Faculdade de Engenharia de Bauru, da Universidade Estadual Paulista.

Orientador: Prof. Dr. André Nunes de Souza

**BAURU**

**2017**

Maginador, Juliana Aline Galan.

Análise dos impactos dos programas de eficiência energética e proposições de melhorias dos programas nacionais / Juliana Aline Galan Maginador, 2017.  
91 f.:il.

Orientador: André Nunes de Souza

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2017

1. Eficiência Energética. 2. Programas de Eficiência Energética. 3. Impactos Socioeconômicos. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE JULIANA ALINE GALAN MAGINADOR, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA, DA FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE BAURU.**

Aos 31 dias do mês de maio do ano de 2017, às 14:30 horas, no(a) Anfiteatro da Diretoria Técnica de Informática/FEB, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. ANDRE NUNES DE SOUZA - Orientador(a) do(a) Departamento de Engenharia Elétrica / Faculdade de Engenharia de Bauru, Prof. Dr. JOSÉ ANTONIO DONIZETE ROSSI do(a) - / Rossi Consultoria em P&D, ROSSI, Brasil, Prof. Dr. PAULO SERGIO DA SILVA do(a) Departamento de Engenharia Elétrica / Faculdade de Engenharia de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de JULIANA ALINE GALAN MAGINADOR, intitulada

**IMPACTOS DOS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUAS PERSPECTIVAS TÉCNICAS-ECONÔMICAS E SOCIAIS**

. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. ANDRE NUNES DE SOUZA Prof. Dr. JOSÉ ANTONIO DONIZETE ROSSI Prof. Dr. PAULO SERGIO DA SILVA 



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Bauru

### PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO TÍTULO

A COMISSÃO EXAMINADORA PROPÕE A ALTERAÇÃO DO TÍTULO DO TRABALHO DA ALUNA:  
JULIANA ALINE GALAN MAGINADOR

DE: IMPACTOS DOS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUAS PERSPECTIVAS  
TÉCNICAS-ECONÔMICAS E SOCIAIS"

PARA:

"ANÁLISE DOS IMPACTOS DOS PROGRAMAS DE  
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E PRODUÇÃO DE  
MÉTRICAS DOS PROGRAMAS APLICADOS"

Bauru, 31 de maio de 2017.

  
Prof. Dr. Andre Nunes de Souza

Orientador



Faculdade de Engenharia de Bauru - Pós-graduação  
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrão Coube, 14-01 17033-360 Bauru - SP  
tel. (14) 3103-6108 spc@feb.unesp.br www.feb.unesp.br

Dedico este trabalho com todo carinho  
aos meus pais e familiares que me incentivaram  
e me deram total apoio para a concretização  
de mais essa etapa em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por toda força, saúde e perseverança durante esta etapa de minha vida.

Agradeço ao Prof. Dr. André Nunes de Souza pela orientação, paciência pela qual me guiou e pela grande oportunidade ao me aceitar como sendo sua orientada nesta instituição.

Agradeço ao meu amigo e companheiro Anderson Oltremari por ter incansavelmente me motivado a seguir em frente.

Agradeço a todos os amigos do Laboratório de Sistemas de Potência e Técnicas Inteligentes (LSISPOTI), em especial a Danilo Gastaldello pelas constantes ajudas.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo incentivo e apoio financeiro dado para a execução deste trabalho.

Agradeço a minha irmã Vanessa Maginador que não mediu esforços para me ajudar mesmo a espera da minha querida sobrinha Jennifer.

Finalmente agradeço aos meus pais, Osni Maginador e Cristina Galan Maginador, por sempre me amparem, apoiarem e incentivarem durante todo este trabalho.

"A maior recompensa para o trabalho do homem,  
não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso".

John Ruskin

## RESUMO

Governos e entidades reguladoras do setor elétrico investem em boas práticas, processos, equipamentos e infraestrutura buscando aumentar a eficiência energética. É crescente a aplicação da eficiência energética como forma de agente transformador de comunidades, cidades e até mesmo países. Porém a questão relacionada ao retorno que as diversas tecnologias e procedimentos implementados têm trazido no âmbito econômico, social e técnico ainda se faz presente. Foram exibidos os principais programas de eficiência energética atualmente ativos no mundo com especial enfoque para Japão, China, Rússia, Estados Unidos, Brasil e União Europeia: Portugal, Espanha e Alemanha. Detalhadamente para o Brasil, foi analisado inicialmente o Procel, o qual foi descrito em uma escala de tempo de duas décadas, analisando as diferenças de cada subprograma, bem como também a motivação e o incentivo governamental que apoia cada iniciativa. Em seguida, foram apresentados os detalhes do Programa de Eficiência Energética da Aneel e seus investimentos em cada tipologia tal como a energia economizada e o retorno do investimento. Ainda com relação ao Brasil, este trabalho apresenta os diversos projetos das concessionárias que foram confrontados com os demais por tipologia de cada região, esclarecendo-se então, quais os melhores retornos por região e as melhores políticas de eficiência energética atualmente aplicada e quais possibilidades de aperfeiçoamento nas diferentes regiões do Brasil. Como resultado, é possível verificar que os programas de eficiência energética brasileiros não possuem o mesmo retorno de investimento e em muitos casos, a maior parte dos recursos são investidos sem levar em conta as características econômicas de cada região. Baseando-se nas melhores práticas de cada país é possível traçar analogias com a realidade brasileira, como forma de propor melhorias nos programas nacionais, possibilitando-se assim um aumento do retorno de investimento dos programas de eficiência energética.

Palavras-chave: Eficiência Energética, Programas de Eficiência Energética, Impactos Socioeconômicos.

## **ABSTRACT**

Governments and Regulatory Agencies in the electricity sector invest in best practices, processes, equipment and infrastructure in order to increase energy efficiency. The application of energy efficiency as a change agent of communities, cities and even countries is increasing. However, the question related to the return that the various technologies and procedures implemented have brought to the economic, social and technical scope still present. The main energy efficiency programs currently active in the world will be presented with special focus on the European Union, Portugal, Spain, Germany, Japan, China, Russia, United States and Brazil. In detail for Brazil, Procel will be analyzed initially, which will be described in a time scale of two decades, analyzing the differences of each subprogram, as well as the motivation and governmental incentive that supports each initiative. Furthermore, the details of Aneel's Energy Efficiency Program and its investments in each typology such as energy saved and return on investment will be presented. Also related to Brazil, this work will present the different projects of the electrical utilities that will be confronted among themselves by type of each region, clarifying then which are the best returns by region and the best energy efficiency policies currently applied and what possibilities of improvement in the different regions of Brazil. As result, it's possible verify that the Brazilian energy efficiency programs don't have the same return of investment and in a lot of cases, most resources are invested without consider the regional economics' characteristics. Based on best practices of each analyzed country it's possible to highlight analogies with brazilian's reality, proposing improvements to the national programs, increasing the return of investments for the energy efficiency programs.

**Keywords:** Energy Efficiency, Energy Efficiency Programs, Socioeconomic Impact.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Análise dos Resultados dos Projetos PEE.....	21
Figura 2 - Países com Leis de Eficiência Energética. ....	23
Figura 3 - Programas de Etiquetagem em Diversos Países.....	25
Figura 4 - Matriz Energética Brasileira 2015. ....	28
Figura 5 - Principais Marcos e Políticas de Eficiência Energética no Brasil. ....	28
Figura 6 - Logomarca do Programa <i>Energy Star</i> .....	32
Figura 7 - Redução Percentual nas Importações de Eletricidade (2011). ....	49
Figura 8 - Custos PPEC e Benefícios (2011-2012).....	49
Figura 9 - Retorno do Investimento PPEC (2011-2012).....	50
Figura 10 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.....	53
Figura 11 - Selo Procel.....	55
Figura 12 - Selo Verde (Esquerda) Etiqueta Conpet (Direita). ....	58
Figura 13 - Investimento e Economia Gerada (2000 até 2015).....	66
Figura 14 - Retorno do Investimento (2000 até 2015).....	66
Figura 15 - Quantidade de Projetos. ....	68
Figura 16 - Investimento Total por Tipologia. ....	68
Figura 17 - Percentual de Investimento por Tipologia. ....	69
Figura 18 - Energia Economizada total por Tipologia.....	69
Figura 19 - Retorno do Investimento Medido em GWh/ano por Milhão de Reais Investidos. ....	70
Figura 20 - Investimento por Tipologia - Região Centro Oeste. ....	71
Figura 21 - Energia Economizada por Tipologia - Região Centro Oeste.....	71
Figura 22 - Retorno Investimento por Tipologia - Região Centro Oeste.....	72
Figura 23 - Investimento por Tipologia – Nordeste.....	73

Figura 24 - Energia Economizada por Tipologia – Nordeste.....	73
Figura 25 - Retorno Investimento por Tipologia – Nordeste.....	74
Figura 26 - Investimento por Tipologia – Norte. ....	75
Figura 27 - Energia Economizada por Tipologia – Norte.....	76
Figura 28 - Retorno Investimento por Tipologia – Norte.....	76
Figura 29 - Investimento por Tipologia – Sudeste.....	77
Figura 30 - Energia Economizada por Tipologia – Sudeste. ....	78
Figura 31 - Retorno Investimento por Tipologia – Sudeste. ....	78
Figura 32 - Investimento por Tipologia – Sul.....	79
Figura 33 - Energia Economizada por Tipologia – Sul. ....	80
Figura 34 - Retorno Investimento por Tipologia – Sul. ....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Capacidade de Geração Mundial.....	19
Tabela 2 - Evolução da Economia e do Consumo Final Energético.....	19
Tabela 3 - Projeção do Consumo de Energia Elétrica por Setor no Brasil. ....	20
Tabela 4 - Acordos e Tratados Internacionais sobre Eficiência e Mudanças Climáticas.....	25
Tabela 5 - Instituições e Programas Internacionais para Eficiência Energética. ....	26
Tabela 6 - Recursos Financeiros Aplicador no Procel em 2015.....	55
Tabela 7 - Evolução da Quantidade de Categorias, Fabricantes e Modelos.....	56
Tabela 8 - Investimento no PEE de 2008 até março de 2016. ....	67
Tabela 9 - Posicionamento do Retorno do Investimento por Região e Tipologia. ....	81

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABB	Asea Brown Boveri
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética
CIA	Central Intelligence Agency
Conpet	Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
DEE	Diretiva Eficiência Energética
DOE	Department of Energy
EERE	Energy Efficiency and Renewable Energy
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
EPA	Environmental Protection Agency
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESCO	Energy Service Company
EUA	Estados Unidos da América
GEM	Gestão Energética Municipal
IDH	Índices de Desenvolvimento Humano
IEA	International Energy Association
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LED	Light Emitting Diode
MME	Ministério de Minas e Energia
MPEs	Micro e Pequenas Empresas
Mtec	Mega Tonelada de Carvão
Mtep	Mega Tonelada de Petróleo
NAECA	National Appliance Energy Conservation Act
NDRC	National Development and Reform Commission
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
ONG	Organizações não governamentais
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética
PET	Planilha de Especificação Técnica

PIB	Produto Interno Bruto
PNE2030	Plano Nacional de Energia
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
ProPEE	Procedimentos do Programa de Eficiência Energética
ROL	Receita Operacional Líquida
RBMLQ	Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade
UE	União Europeia
WEC	World Energy Council

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	16
1.1	Motivação.....	16
1.2	Objetivos .....	17
1.3	Organização do Trabalho.....	17
2	CENÁRIO ENERGÉTICO MUNDIAL .....	18
3	METODOLOGIA .....	21
4	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	22
4.1	Eficiência Energética no Mundo.....	22
4.2	Eficiência energética no Brasil .....	26
5	PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	29
5.1	Estados Unidos .....	29
5.1.1	Legislações/Regulamentações (Geral).....	30
5.1.2	Regulamentação do programa etiquetagem (Geral).....	30
5.1.3	Índices de eficiência energética (Específico).....	31
5.1.4	<i>Energy Star</i> (Específico).....	31
5.2	China.....	33
5.3	Rússia .....	35
5.4	Japão .....	38
5.5	União Europeia - UE .....	41
5.5.1	Alemanha .....	44
5.5.2	Espanha .....	45
5.5.3	Portugal .....	47
5.6	Brasil .....	50
5.6.1	Programa Conserve.....	50
5.6.2	Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) .....	51
5.6.3	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) .....	54
5.7	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet).....	57
5.8	Práticas do Programa de Eficiência Energética (PEE) - Aneel .....	58
5.9	Lei de Eficiência Energética .....	63
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	66

6.1	Procel de 2000 até 2015 .....	66
6.2	Retorno Investimento PEE .....	67
6.2.1	Análise e Sugestão de Investimento da Região Centro Oeste .....	70
6.2.2	Análise e Sugestão de Investimento da Região Nordeste .....	72
6.2.3	Análise e Sugestão de Investimento da Região Norte.....	75
6.2.4	Análise e Sugestão de Investimento da Região Sudeste .....	77
6.2.5	Análise e Sugestão de Investimento da Região Sul .....	79
6.3	Conclusões dos Programas de Eficiência energética no Brasil. ....	82
7	CONCLUSÕES .....	84
7.1	Conclusões Gerais .....	84
7.2	Trabalhos Futuros .....	88
	REFERÊNCIAS.....	89

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 Motivação**

A energia elétrica é uma necessidade básica para o desenvolvimento de um país, sua utilização se tornou uma parte importante da população mundial, com fundamental importância nos dias atuais. A sua disponibilidade nos tempos modernos tem resultado em uma menor jornada de trabalho, meios de transportes mais eficientes e um aumento na produção agrícola e industrial.

Mediante isso, atualmente a gestão de energia se tornou tema de discussões em fóruns globais, agregando uma maior importância e impacto em diversos países e regiões. Exemplo disso é o crescente interesse da União Europeia em ditar regras para seus países membros como forma de manter a estabilidade econômica mediante aos desafios da eficiência energética.

Os governos e entidades reguladoras do setor elétrico promovem práticas de eficiência energética através da padronização de procedimentos, da mudança de costumes e hábitos da população, do investimento (público e privado), da atualização dos ativos da rede elétrica desde a geração até o consumidor final. Porém, os resultados dos programas de eficiência energética no que tange a economia obtida e o retorno do investimento não possuem uma classificação clara de acordo com cada região ou tipologia.

Os relatórios divulgados pelos programas de eficiência energética tanto no Brasil como em outros países, também não deixam claro se as obrigatoriedades impostas pelos governos relacionadas ao investimento estão direcionadas de uma forma otimizada, obtendo-se assim o maior benefício para o menor investimento.

Este trabalho tem por motivação principal apresentar a realidade brasileira e confrontar as principais metas e resultados obtidos pelas demais nações do mundo, como forma de propor adaptações aos atuais programas nacionais para, assim, obter melhores retornos de investimentos de acordo com as particularidades encontradas em cada região do Brasil.

## 1.2 Objetivos

Este trabalho tem por objetivo analisar os impactos dos programas de eficiência energética, apresentando uma síntese sobre o que é eficiência energética e quais programas se destacam no Brasil e em outros países, buscando-se comparar as tipologias dos programas com as características econômicas e sociais de cada país.

Também, busca-se apresentar uma análise detalhada sobre os programas brasileiros, através do cálculo do Retorno do Investimento, contextualizando as tipologias dos programas com suas particularidades regionais.

Para finalizar, são propostas alterações que os programas de eficiência energética brasileiros poderiam sofrer baseados nas melhores práticas dos programas mundiais, como forma de melhorar o retorno de investimento.

## 1.3 Organização do Trabalho

Esta dissertação está organizada da seguinte maneira:

- O Capítulo 2 apresenta o cenário energético mundial;
- O Capítulo 3 apresenta a Metodologia empregada para analisar os programas de eficiência no Brasil e no mundo;
- O Capítulo 4 descreve a eficiência energética no Brasil e no mundo, seu marco e como estão atualmente;
- O Capítulo 5 retrata os programas de eficiência energética do Brasil e dos países que possuem similaridades com a nação brasileira, sendo: Estados Unidos, China, Rússia, Japão e União Europeia com foco na Espanha, Portugal e Alemanha;
- O Capítulo 6 apresenta as análises dos resultados do programa Procel e dos projetos do PEE (Programa de Eficiência Energética das Concessionárias) por região e tipologia; e
- O Capítulo 7 apresenta as conclusões e também algumas possibilidades de trabalhos futuros.

## 2 CENÁRIO ENERGÉTICO MUNDIAL

Este capítulo exhibe o cenário energético mundial, possibilitando-se situar a análise sobre eficiência energética em um contexto mais amplo. É exibido também a divisão percentual das fontes geradores de energia e qual a previsão de consumo para os próximos anos.

Segundo Ventura Filho (2009), o mundo utiliza fontes primárias não renováveis para o seu suprimento energético, de modo especial o petróleo, o carvão e o gás natural, liberando assim imensas quantidades de CO<sub>2</sub>, um dos gases responsável pelo "efeito estufa", causando assim, uma considerável elevação da temperatura do planeta.

O'CONNOR (2010) acrescenta que no século XIX, uma parte da economia agrária que era dependente da madeira e da força animal, evoluiu para economias industriais movidas a carvão e máquinas a vapor. Já no século XX, a esta grande oferta de energia deu apoio ao surgimento e as transformações da economia mundial, demonstrada por uma transformação através do surgimento de uma grande variedade de motores a combustão interna e geradores de eletricidade. Como a procura por serviços de energia mudou, os combustíveis e as tecnologias de conversão utilizadas para atender essas demandas também evoluíram. Juntamente com o aumento da população e da atividade econômica, o consumo de energia segue aumentado também, principalmente através da utilização de combustíveis fósseis.

Nos países em desenvolvimento o crescimento econômico e da atividade industrial tem provocado aumento da demanda de energia, em uma perspectiva ideal, a disponibilidade de energia deveria se manter equilibrada. Entretanto o aquecimento global e o esgotamento dos recursos naturais impõem que fontes de energia sejam substituídas por soluções menos agressivas ao meio ambiente, o que causa mudança no quadro da abundância de energia (ANEEL, 2008).

Os principais países integrantes da OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) minimizaram de forma bastante significativa à necessidade de energia para abastecer o desenvolvimento econômico nas últimas três décadas (GELLER et al. 2006 apud ZAGO, 2012, p.30).

Segundo as últimas projeções da CIA (*Central Intelligence Agency*), o cenário energético mundial possui uma capacidade de geração em torno de 6,142 bilhões de kW, sendo que a contribuição de cada setor é mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Capacidade de Geração Mundial**

Combustíveis Fósseis	Combustíveis Nucleares	Hidrelétricas	Outras Fontes renováveis
65,3%	6,8%	18,7%	9,2%

Fonte: CIA – The world Factbook. Country 2016.

As projeções do consumo de energia elétrica no Brasil, que foram realizadas pelo Ministério de Minas e Energia publicado no Plano Decenal de Expansão de Energia 2023, publicados em 2014, consideram um cenário de evolução na economia nacional com maior PIB per capita e melhor distribuição de renda, o que contribui para um aumento acelerado do consumo de eletricidade no setor comercial, necessitando assim de serviços e departamentos comerciais com maior sofisticação e qualidade, ligados ao potencial turístico do País.

Na Tabela 2 tem-se a evolução da economia e do consumo final energético.

**Tabela 2 - Evolução da Economia e do Consumo Final Energético.**

Discriminação	2014	2018	2023	2014-2018	2018-2023	2013-2023
				Variação (% a.a)		
PIB (R\$ bilhões de 2010)	4.133	4.905	6.112	4,1	4,5	4,3
População Residencial <sup>(1)</sup> (10 <sup>3</sup> habitantes)	203.610	209.923	216.596	0,8	0,6	0,7
PIB per capita (R\$[2010]/hab/ano)	20.297	23.365	28.220	3,3	3,8	3,6
Consumo de Eletricidade (TWh)	535,2	641,8	780,4	4,5	4,0	4,3
Consumo Final Energético (10 <sup>3</sup> tep)	254.497	301.835	351.350	4,4	3,1	3,7
Consumo Final de Energia <sup>(2)</sup> per capita (tep/hab/ano)	1,25	1,44	1,62	3,5	2,4	3
Intensidade Energética da Economia (tep/10 <sup>3</sup> R\$[2010])	0,062	0,062	0,057	-	-	-

Fonte: MME - Plano Decenal de Expansão de Energia 2023,2014.

Nota: <sup>(1)</sup> Estimativas relativas a 31 de dezembro.

<sup>(2)</sup> Os valores do consumo final incluem o consumo do setor energético.

Segundo MME (2014 a), a classe comercial apresentará maior crescimento de 5,5% ao ano no período de 2013-2023, em seguida 4,3% ao ano da residencial, sendo as demais classes e a industrial de 3,4% ao ano cada. O consumo industrial na rede cresce 3,4% ao ano, a autoprodução aumenta a um ritmo de 6,0% ao ano, fazendo com que o consumo industrial total de eletricidade cresça em média 4,0%.

Na Tabela 3 mostra-se a projeção do consumo de energia elétrica por setor no Brasil.

**Tabela 3 - Projeção do Consumo de Energia Elétrica por Setor no Brasil.**

Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Outros	Total
	GWh				
2014	129.983	191.333	87.378	72.691	481.385
2018	154.879	222.148	108.359	83.271	568.657
2023	189.934	257.714	142.660	98.682	688.990
Período	Variação (% a.a)				
	2013-2018	4,4	3,8	5,3	3,4
2018-2023	4,2	3,0	5,7	3,5	3,9
2013-2023	4,3	3,4	5,5	3,4	4,0

Fonte: MME - Plano Decenal de Expansão de Energia 2023,2014a.

Este capítulo apresentou o posicionamento na questão energética mundial através da apresentação de dados que possibilitem um melhor entendimento dos desafios que os programas de eficiência energética buscam predominar.

### 3 METODOLOGIA

Serão apresentados os principais programas de eficiência energética em países que possuem similaridades com o Brasil (Estados Unidos, Rússia, China, Japão e União Europeia, com enfoque para Alemanha, Espanha e Portugal), possibilitando uma análise entre os resultados alcançados por esses países e a nação brasileira.

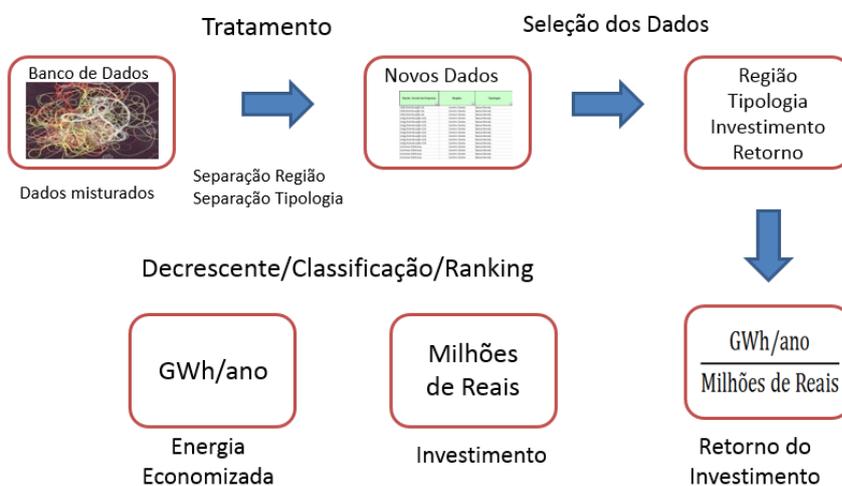
Com relação aos programas brasileiros, serão apresentados os investimentos e economias geradas para cada tipologia apresentada.

Com o intuito de avaliar o retorno do investimento para cada uma das tipologias dos projetos do programa PEE utilizou-se como base de dados os valores contidos na Aneel - Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética na Tabela (ANEEL, 2016 b), levando em consideração os projetos aprovados de 2006 a março de 2016.

Para se efetuar a análise qualitativa, os dados foram organizados e classificados na ordem decrescente como forma de verificação da posição ocupada em relação ao investimento, comparando-se assim com a mesma posição ocupada na economia gerada.

O retorno do investimento foi encontrado através da energia economizada (GWh/ano) dividida pelo Investimento (milhões de reais), tendo assim a tipologia com o maior retorno do investimento e o de maior valor.

A Figura 1 descreve a geração da análise dos resultados dos projetos do PEE.



**Figura 1 - Análise dos Resultados dos Projetos PEE.**

Fonte: elaborada pelo autor

## **4 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

### **4.1 Eficiência Energética no Mundo**

Este capítulo exhibe a questão da eficiência energética de forma mais abrangente, contextualizando-o de forma histórica e econômica. Também são exibidos de forma global, quais governos estão oficialmente investindo e coordenando programas de eficiência energética. Também serão apresentados os programas de eficiência energética no mundo e seus marcos, em especial para os países que possuem maiores similaridades com o Brasil.

De acordo com a MME (2011), a crise do petróleo na década de 1970 trouxe a percepção da escassez deste recurso e forçou a alta nos preços dos energéticos causando uma preocupação mais acentuada com a eficiência energética, provocando uma discussão sobre ações voltadas à conservação e a busca por uma maior eficiência no uso dos derivados.

Melhorar a eficiência energética foi a primeira estratégia adotada para a redução dos impactos oriundos das emissões de gases de efeito estufa e destruidores da Camada de Ozônio, sendo uma das formas mais econômicas e benéficas para o meio ambiente no atendimento da demanda por energia. Neste mesmo período, se iniciou uma corrida para a diversificação da matriz energética objetivando uma maior segurança no atendimento da demanda.

As necessidades de se prover energia de forma adequada, sustentável e ambientalmente aceitável, têm criado o imperativo de se aumentar a eficiência no uso da energia, sendo o aumento da produtividade energética uma tendência no mundo. Este aumento não vem naturalmente. O Brasil necessita de esforços mais coordenados nesta área. Praticamente todos os países desenvolvidos, e um número crescente de países em desenvolvimento, têm implementado políticas de eficiência energética devidamente adaptada às suas circunstâncias nacionais como: acordos voluntários, etiquetagem, informação, medidas regulatórias (edificações e eletrodomésticos).

Os programas de eficiência energética foram criados com o objetivo de combater as diversas barreiras enfrentadas pelas medidas de eficiência energética do mercado, tais como, falta de conscientização da população, restrições financeiras, avaliação dos resultados, custos de transição, baixa disponibilidade de equipamentos eficientes e de serviços adequados.

Os programas de eficiência energética abrangem ações e medidas em diversas áreas da sociedade envolvida. Dentre as atividades apresentadas estão a substituição de equipamentos existentes por outros mais eficientes energeticamente, o treinamento e a capacitação de profissionais voltados para aplicação das medidas de eficiência energética, projetos educacionais que divulgam o conceito do uso racional de energia e do desenvolvimento sustentável, proporcionando a mudança de hábitos de consumo e por fim os projetos pilotos responsáveis pelo surgimento de novos produtos, processos e equipamentos através das inovações e do pioneirismo tecnológico.

A Figura 2 mostra o mapa mundial com todos os países que possuem a lei de Eficiência energética. Observa-se que apenas o Peru, Uruguai, Colômbia e Brasil possuem aplicação das leis na América do Sul.



**Figura 2 - Países com Leis de Eficiência Energética.**

Fonte: WEC, 2015.

A elaboração e aplicação dessas medidas podem ter atuação tanto nacional como local ou regional, muitas vezes é responsabilidade de agências de eficiência. Mesmo que algumas decisões como tarifação ou acordos internacionais não necessitem da existência de tais órgãos, a obtenção de informações sobre o perfil dos consumidores, o tratamento dessas informações e sua interpretação de modo a desenvolver as políticas mais adequadas para o cenário observado e na sequência a avaliação dos resultados alcançados, requerer um forte corpo técnico multidisciplinar dedicado à pesquisa e implementação dessas políticas (embora em

alguns países, como França e Holanda, essas mesmas agências também sejam responsáveis pelo estudo de energias renováveis).

Essas mesmas agências também devem possuir autonomia e poder de mobilização das partes envolvidas nos programas de eficiência, tais como empresas, autoridades locais e ONGs, e ter liberdade para discutir e coordenar sobre as ações de governos de todos os níveis.

Compete às agências fornecer aos governos a capacidade técnica para elaborar certificações para produtos mais eficientes, coordenar os diversos segmentos em que atuam as ações governamentais sobre os programas de eficiência energética, definir como se dará a comunicação com o público, entre outras ações.

Em muitos países da Europa como da América do Norte têm-se utilizado políticas cada vez mais agressivas no estabelecimento de eficiências energéticas mínimas para os equipamentos eletrônicos. Os índices mínimos de eficiência energética, nesses países, são mecanismos de políticas públicas que retiram equipamentos ineficientes energeticamente do mercado e estão dentre as opções com os resultados mais efetivos em relação aos ganhos de economia de energia e à transformação dos mercados de eficiência energética.

Nos Estados Unidos, os padrões de eficiência energética para os equipamentos de uso residencial e comercial representam a maior fonte de economia de energia.

Os programas de etiquetam ao redor do mundo, os quais têm por objetivo sempre informar ao consumidor final sobre a categoria de consumo energético dos equipamentos.

A Figura 2 exibe exemplos de etiquetas ao redor do mundo.

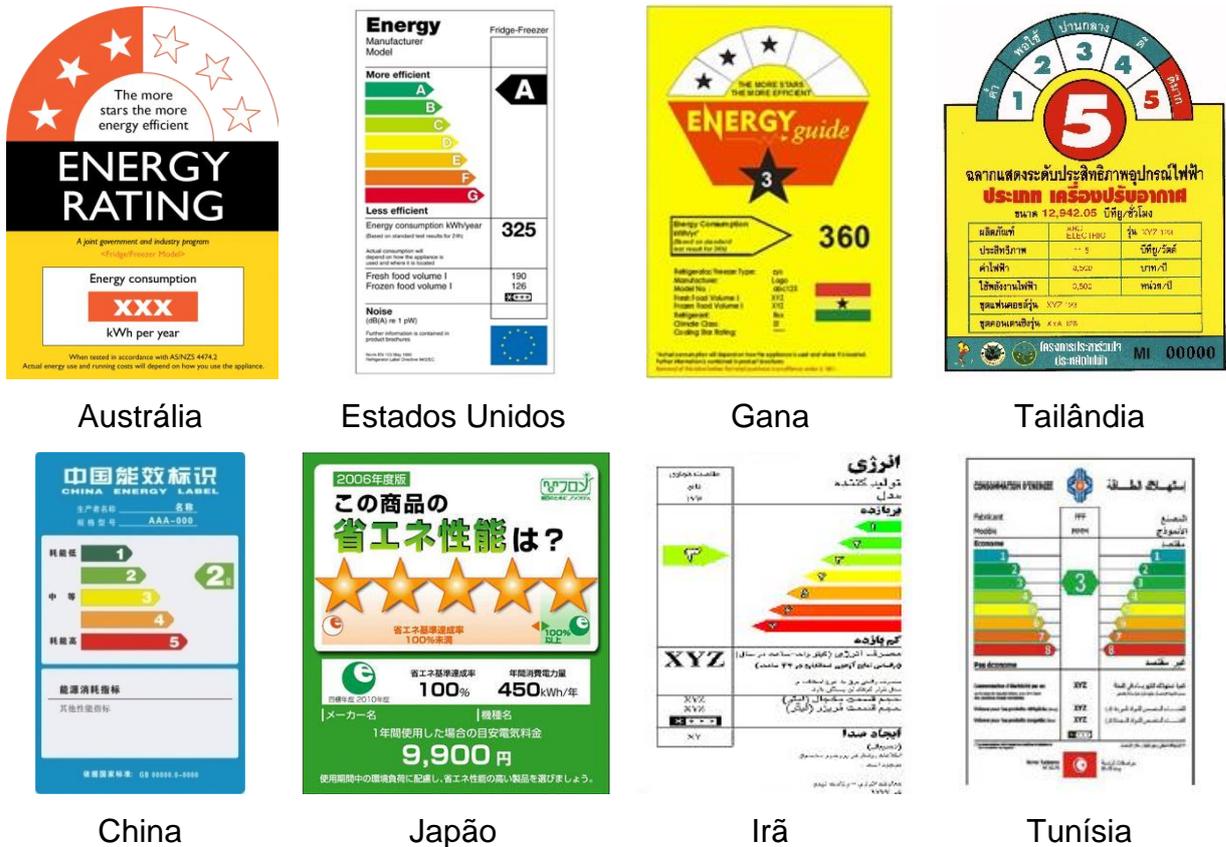


Figura 3 - Programas de Etiquetagem em Diversos Países.

Fonte: WEC, 2013.

Outro fator importante que incentivou os programas de eficiência energética ao redor do mundo são os tratados internacionais sobre mudanças climáticas apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Acordos e Tratados Internacionais sobre Eficiência e Mudanças Climáticas.

Ano	Documento	Principais pontos
1994	Tratado da Carta da Energia (ECT)	Instrumento multilateral com valor legal, obrigando reduzir impactos ambientais da energia através de aumento da eficiência energética.
1994	Protocolo da Carta da Energia sobre Eficiência Energética e Aspectos Ambientais Relacionados (PEEREA)	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 eficientes e menos agressivas ao meio ambiente.
1997	Protocolo de Kyoto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC)	Obriga as partes a reduzir a emissão de GEE no período de 2008-2012 e define mecanismos flexíveis para facilitar seu cumprimento a baixo custo.

Fonte: (MORVAJ; BUKARICA, 2010).

A Tabela 5 apresenta as agências e os principais pontos abordados.

**Tabela 5 - Instituições e Programas Internacionais para Eficiência Energética.**

Ano	Instituição/Programa	Principais pontos
1991-2014	Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF)	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.
1990-2014	Banco Mundial (WBG)	Energia renovável e eficiência energética faz parte 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”.
-	IEA ( <i>International Energy Association</i> )	Submeteu 25 recomendações aos países do G8 de políticas de eficiência que podem reduzir as emissões em globais de CO <sub>2</sub> em 8 bilhões de toneladas.

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

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.

Pode-se notar que os esforços para alcançar metas globais de meio ambiente e eficiência energética estão dia-a-dia tomando proporções mais políticas, impactando-se diretamente na forma como as nações planejam sua capacidade de geração, transmissão e distribuição de energia.

## 4.2 Eficiência energética no Brasil

De acordo com Hollanda e Erber (2009), no ano de 2001, grande parte do Brasil, incluindo as regiões mais ricas sofreram cortes de energia devido a grave escassez do fornecimento de água, provocada por uma grave seca, e da ausência de planejamento e de ações em eficiência energética.

Em uma tentativa de evitar o aumento das taxas e as interrupções no fornecimento de eletricidade, o governo brasileiro decidiu adotar a eficiência energética como ferramenta essencial para ajustar a demanda com a baixa disponibilidade de energia. O então Presidente da República Fernando Henrique Cardoso, realizou diversas ações e fez um apelo para a população reduzir o consumo de energia em 20%.

Um programa de incentivos foi incitado a divulgar ideias e informações sobre como economizar energia. A substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes foi incentivada, resultando na ação com o maior retorno no âmbito da economia de energia. A população também mudou seus hábitos utilizando a energia de maneira consciente e consumindo produtos mais eficientes.

Ainda de acordo com Hollanda e Erber (2009), em um ano, o consumo de eletricidade per capita diminuiu em 13%, de 1.900 kWh para 1.750 kWh. Foi a maior experiência de seu tipo no mundo e provou de forma conclusiva que as medidas de conservação podem ser muito eficazes. Esta redução do mercado e da demanda também teve efeitos duradouros, prorrogando a necessidade de investimento em novas instalações de geração de energia.

A criação da lei de eficiência energética (nº 10.295/2001), publicada durante a crise do racionamento de energia estabeleceu índices mínimos de eficiência energética em diversos equipamentos comercializados no país, o que contribuiu significativamente para a redução do consumo de energia elétrica nos primeiros anos da década de 2000.

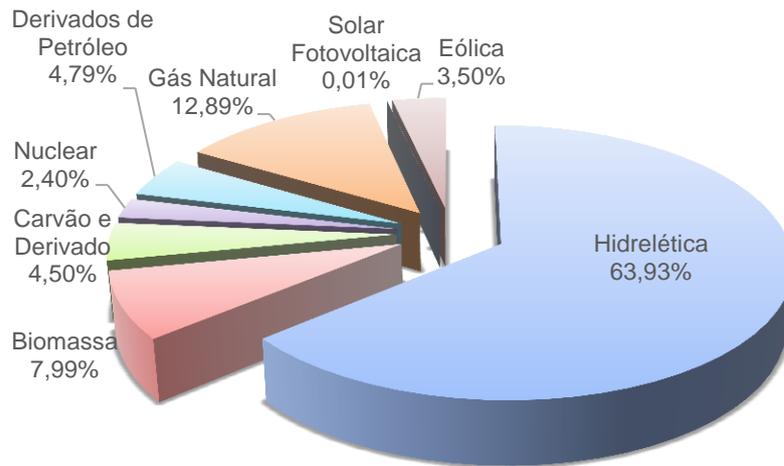
Uma vez que existem impactos sociais e ambientais no que diz respeito à expansão da geração e transmissão de energia, a lei também se configura como uma alternativa do governo no suporte à evolução da demanda de energia.

Todavia, a decisão do governo em investir nos mecanismos de eficiência, diferentemente das opções de geração, seria no sentido de reduzir o consumo de energia e que a decisão final, em sua grande maioria, seria do consumidor. Os programas de eficiência energética, desta maneira, devem impactar de maneira positiva na sociedade e na economia, resultando em retornos energéticos muito mais expressivos.

A responsabilidade pelas ações sobre eficiência energética, no Brasil, é distribuída entre algumas instituições, tais como 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), que é responsável pela execução do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) (VIANA, 2012, p. 31).

O Brasil é o décimo maior consumidor de energia elétrica no mundo e o maior país da América do Sul em termos territorial e populacional, sendo um importante produtor de derivados de petróleo e o segundo de etanol. Tendo relevância no cenário mundial e grande impacto nas suas políticas de eficiência energética o governo brasileiro tem usado iniciativas, programas e políticas públicas para avançar seus recursos renováveis.

A Figura 3 exibe a matriz energética brasileira.

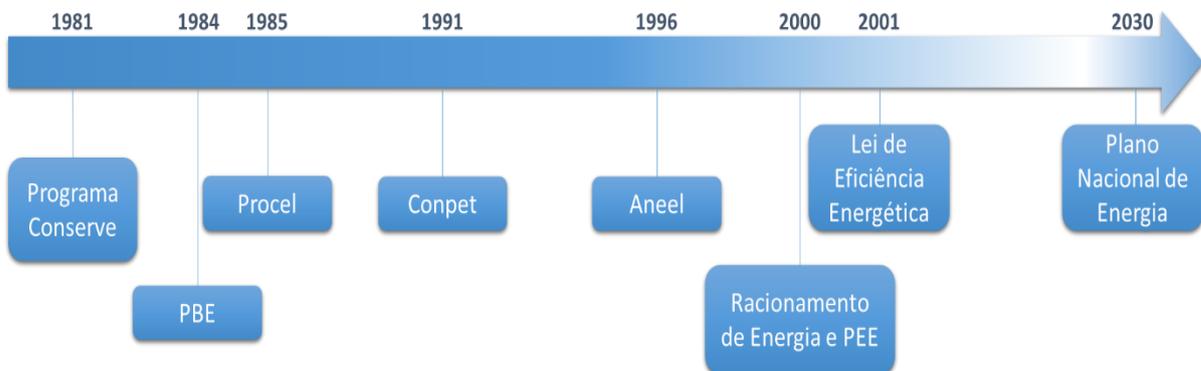


**Figura 4 - Matriz Energética Brasileira 2015.**

Fonte: EPE - Balanço Energético Nacional 2016

O Brasil possui experiência de 36 anos de políticas e programas de eficiência energética, buscando principalmente o avanço do conceito.

A Figura 4 representa a linha do tempo com os principais marcos e políticas de eficiência energética no Brasil:



**Figura 5 - Principais Marcos e Políticas de Eficiência Energética no Brasil.**

Fonte: Elaborado pelo autor

## 5 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A seguir, serão apresentados os programas de eficiência energética dos países que possuem similaridades com o Brasil.

### 5.1 Estados Unidos

Os Estados Unidos são analisados por se tratar de um país do continente americano, responsável principalmente pelo pioneirismo em programas de eficiência energética.

Seus esforços em obter economia de energia, se iniciaram de forma indireta na década de 1970, com o incentivo para reformas e ambientalização de residências com baixo consumo de energia, dessa forma, tornando mais efetiva energeticamente, reduzindo assim as contas residenciais.

No período de 1978-2000, o governo americano investiu cerca de US\$ 7 bilhões 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, 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 existente por outros mais eficientes e na realização de auditorias energéticas grátis (IEA, 2014).

Com relação às Concessionárias de Energia, 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).

A *Energy Efficiency and Renewable Energy* (EERE), é uma rede subordinada ao *Department of Energy* (DOE) do Governo Americano. O orçamento da EERE para o biênio 98-00 foi de US\$ 1 bilhão 236 milhões (MENKES, 2004), e tem por objetivo desenvolver tecnologias que incrementem a eficiência energética e o uso de fontes renováveis de energia nos EUA, protegendo o meio ambiente e a

competitividade econômica do país. A rede atua em parceria com o setor privado e com as concessionárias de energia. Em julho de 2002, houve uma reformulação e seus 11 programas ganharam maior visibilidade e foi dado um maior enfoque no desenvolvimento tecnológico e nas metas de implementação de medidas práticas (IEA, 2014).

A EERE atua em parcerias com diversos setores como indústrias automobilísticas e de construção civil, de energia biomassa, no desenvolvimento de células de hidrogênio e células fotovoltaicas e nos setores de energia solar e eólica.

### **5.1.1 Legislações/Regulamentações (Geral)**

A legislação americana é bastante avançada em eficiência energética, assim como ocorre com a legislação ambiental.

Na década de 1970, já existia o uso de selo de eficiência energética para a venda de novos aparelhos tais como refrigeradores, freezers, máquinas de lavar roupas, máquinas de lavar pratos. Nessa mesma década, quase todos os estados e governos locais estabeleceram índices de eficiência energética para novos prédios residenciais.

Entretanto, o *National Appliance Energy Conservation Act* (NAECA), de 1978, sofria resistência dos fabricantes de equipamentos, com o argumento que esses índices não eram igualmente econômicos para todos os estados. Em 1987, o NAECA instituiu a aplicação de índices obrigatórios de eficiência energética para vários equipamentos eletrodomésticos, retirando os menos eficientes do mercado.

Em 1992, o *Energy Policy Act*, introduziu outros índices mínimos de eficiência energética, tais como para equipamentos industriais e comerciais. Desde então, os índices de eficiência, foram revisados com frequência de cerca de quatro a seis anos, de acordo com as inovações tecnológicas introduzidas no mercado (*US Report of the National Policy Development Group*, 2001).

### **5.1.2 Regulamentação do programa etiquetagem (Geral)**

O programa de etiquetagem nos EUA foi regulamentado através da Lei de Política Energética e de Conservação (EPCA) de 1975, e implementado em 1980. O programa visa prover os consumidores com informação confiável acerca dos

produtos eficientes. Para tal, os selos de eficiência implementados comparam o desempenho dos vários aparelhos/equipamentos disponíveis no mercado.

O programa *Energy Star* só foi implementado pela EPA (*Environmental Protection Agency*, ou Agência de Proteção Ambiental) em 1992, sendo primeiramente introduzidos selos de eficiência energética em computadores e monitores, para em seguida serem utilizados em outros produtos de escritório, aquecimento residencial e equipamentos de refrigeração (*ENERGY STAR*, 2014).

A partir de 1996, o uso do selo foi ampliado para todos os equipamentos de iluminação, aparelhos eletrônicos, além de edificações comerciais, residenciais e industriais.

### **5.1.3 Índices de eficiência energética (Específico)**

A previsão de economia de energia associada aos programas de índices mínimos de eficiência e de etiquetagem é de 245 TWh ao ano em 2015, correspondendo a 6% do consumo de energia projetado. Em termos ambientais, a previsão é de prevenir 65 MtC de emissões em 2010. Em termos econômicos, o DOE previu, para o ano de 2015, uma melhoria da eficiência energética nas edificações de cerca de 30%, o que iria reduzir os custos de consumo em US\$ 38 bilhões (*ENERGY GOV*, 2010).

### **5.1.4 *Energy Star* (Específico)**

Através de suas parcerias com 18.000 organizações do setor público e privado, a *Energy Star* fornece as informações técnicas e ferramentas que as organizações e os consumidores precisam para escolher soluções energeticamente eficientes e melhores práticas de gestão.

Em 2003, o programa *Energy Star* auxiliou a população a economizar US\$ 9 bilhões, reduzindo emissões equivalentes a 18 milhões de automóveis (*MENKES*, 2004).

O Programa *Energy Star*, inclui 3400 modelos de produtos eficientes e possui uma rede de 1800 parceiros, tais como: fabricantes de equipamentos e produtos eficientes, órgãos governamentais, escolas, indústria da construção, comércio, pequenos negócios, entre outros (*ENERGY STAR*, 2014).

A *Energy Star* é o símbolo mais reconhecido de eficiência energética no mundo. Desde 1992, a *Energy Star* ajudou famílias e empresas a economizar US\$ 362 bilhões em contas de serviços públicos, enquanto reduzia as emissões de gases de efeito estufa em 2,4 bilhões de toneladas métricas.

Mais do que uma marca de eficiência energética, a *Energy Star* é também um símbolo de confiança, qualidade e administração responsável do nosso meio ambiente (*ENERGY STAR*, 2014).

A Figura 6 apresenta a logomarca do programa *Energy Star*.



**Figura 6 - Logomarca do Programa *Energy Star*.**

Fonte: Energy Star, 2014.

A *Energy Star* impulsiona a eficiência energética em toda a América. Produtos em mais de 70 categorias ganham o rótulo. Mais de 1,6 milhão de casas estão certificadas pela *Energy Star*. E mais de 25.000 edifícios ganharam certificação. Um milhão de vezes todos os dias, as pessoas escolhem *Energy Star* para ajudá-los a economizar (*ENERGY STAR*, 2014).

Os Estados Unidos, devido ao seu pioneirismo e capacidade de exportação de produtos, normas, padrões e processos consegue através do programa *Energy Star* contribuir com a eficiência energética não somente de sua nação, mas também para economia de energia em diversos países importadores dos seus produtos, incluindo o Brasil.

Nota-se claramente que a ideologia dos programas de eficiência energética nos Estados Unidos não se resume em somente normatizar e controlar os níveis de eficiência energética nos produtos, mas também em trabalhar em conjunto através de parcerias público-privado no desenvolvimento de melhores soluções. Essas parcerias poderiam ser aplicadas no Brasil, aproveitando-se da infraestrutura já instalada no país como forma de alavancar os resultados dos programas de eficiência energética brasileiros.

## 5.2 China

No início do século XXI, os desafios energéticos a serem enfrentados pela China se tornaram mais evidentes. Desde 2010, a China tornou-se o maior consumidor de energia do mundo, superando os Estados Unidos. Tendo em vista a crescente percepção mundial da crise energética, as autoridades chinesas vislumbram a possibilidade de se inserir competitivamente em novos mercados na área de energia, estabelecendo uma meta de consumo de 15% de energia primária produzida por fontes renováveis (eólica e solar), cujas empresas despontam como líderes em tecnologia no setor.

A China é analisada por se tratar de um país com matriz energética fundamentada na hidrogeração e com economia fundamentalmente baseada na atividade industrial.

A estratégia energética sustentável, a eficiência e a conservação de energia tornaram-se prioritárias para a China em seu Plano de Médio e Longo Prazo de Desenvolvimento Social e Econômico (2004 a 2020). Foram implementadas diversas ações para alcance das metas de redução do consumo de energia primária com destaque para o programa de etiquetagem de eficiência energética, normas com padrões mínimos de eficiência, incentivos financeiros (garantia de empréstimos, subsídios, entre outros), precificação e contratos governamentais. Tais ações de eficiência energética demonstram ser positivas quando se observa a redução da intensidade energética que vem ocorrendo na China visto que, somente no período de 2000 a 2011, o índice médio de redução da intensidade energética foi da ordem de 2,8%. Contudo o consumo total de energia por unidade de PIB ainda é maior que a média dos países membros (cerca de 85%) e pouco maior em não membros da OECD, logo, há espaço para melhorias como no caso da eficiência na geração de energia, considerada baixa (35%) quando comparada a média dos países da OECD (ABB, 2013).

Em 2007, a *National Development and Reform Commission* (NDRC) emitiu ordens para retirar usinas pequenas e ineficientes, levando ao desmantelamento de mais de 70 GW de usinas termelétricas até 2010. Desde 2008, a China exige que todas as novas usinas a carvão usem a melhor tecnologia disponível. A China estabeleceu um objetivo de economia de energia de 8% para as centrais a carvão até 2015 (ABB, 2013).

A intensidade energética industrial na China é a segunda maior entre os países mais industrializados no mundo (ACEEE, 2014) tornando-se foco para alcance das metas de redução do consumo de energia primária.

O foco das metas de redução de consumo de energia primaria está no setor industrial, que no 11º Plano Quinquenal (2006~10) de desenvolvimento denominado de “Programa das 1.000 empresas” de grande consumo que reduziu cerca 165 Mtec, superando a meta de 100 Mtec. No 12º Plano Quinquenal, o “Programa 10.000 empresas” sucedeu o programa do plano anterior, sendo um dos seus diferenciais os Ministérios responsáveis pelo setor (industrial, edificações, outros) nomeando gestores de energia com a função medir e informar o consumo de energia existente, fiscalizar e acompanhar atrasos na implantação dos projetos para alcance das metas de redução do consumo proposto para o plano de 670 Mtec, bem como preparar planos de conservação. Adicionalmente, aumento de subsídios para projetos de conservação de energia executadas pelas ESCO's, eliminando empresas com processos produtivos obsoletos e criando novas políticas para empresas distribuidoras de energia. (LO; WANG, 2012).

A meta global estabelecida pelo 12º Plano Quinquenal foi de 16% em 2015 com base no consumo de 2010. Com plano de investimentos da ordem de US\$ 372 bilhões para reduzir o consumo de carvão em 300 Mt, quase a metade dos recursos seriam direcionados para projetos de economia de energia (ABB, 2013).

O 13º plano (2016 a 2020) encontra-se em vigor e estimam-se investimentos da ordem de 320 bilhões de dólares sendo provenientes do setor privado, parcerias público-privadas, ESCO's, contratos de desempenho, entre outros, na busca das metas de conservação e eficiência energética propostas (IEA, 2015 a).

A China possui uma grande influência mundial em questão da eficiência energética, por ser um dos maiores países consumidores de energia fóssil e emissor de gases do efeito estufa (CO<sub>2</sub>), causadores do aumento de temperatura. Isto também apresenta uma incompatibilidade entre política ambiental e eficiência energética, quanto maior o consumo maior a poluição. A China é o país com as maiores ações visando à redução das emissões de carbono nos próximos anos, porém o desenvolvimento e uso das tecnologias limpas ainda é muito baixa com relação às fontes não renováveis.

Sendo assim, com relação à China, nota-se que apesar de possuir programas de eficiência energética triviais, como etiquetagem e subsídios para troca de equipamentos ineficientes, sua maior força está nos programas industriais, onde demonstra maior intensidade e objetividade ao estabelecer claramente as metas e nomear diretamente quais empresas devem cumpri-las, objetividade que poderia ser implementados nos programas brasileiros que normalmente são mais genéricos.

### **5.3 Rússia**

A Rússia, junto ao Brasil, Índia, China e África do Sul, integra o que ficou conhecido como bloco dos BRICS, termo criado pelo economista Jim O'Neil para designar economias emergentes de grande contingente populacional, cujas taxas de crescimento do PIB esperavam-se serem superiores aos dos principais países industrializados do mundo (YERGIN, 2011), assim tornando-se uma alternativa interessante de investimento, em relação a mercados mais seguros, como Estados Unidos e Europa.

A Rússia é analisada por se tratar do país com maior extensão territorial e com economia emergente.

Baseado no aspecto econômico da Rússia, como grande exportadora de gás e petróleo para toda União Europeia, os programas de eficiência energética implementados e com metas estabelecidas poderão sofrer grandes prejuízos uma vez que o governo Russo, evita se comprometer com reduções significativas de emissões de CO<sub>2</sub> para não limitar seu crescimento e desenvolvimento (IEA, 2013 a).

O potencial de conservação de energia russa é alto, pois, devido as suas características geográfica de extensão, clima e indústria energo intensivas, o consumo de energia é elevado e acima da média dos países da OECD. Estimativas (ano base 2008) de economia da ordem de US\$70 bilhões com redução no consumo de energia primária (gás, óleo e carvão) poderiam ser proporcionadas com aumento da eficiência energética, sendo tal valor correspondente a cerca de 46% do gasto financeiro com energia do país, em complemento, cerca de 170 TWh de energia elétrica estão sendo perdidos nos sistemas de energia (IEA, 2013 a).

Em seu plano estratégico de energia elaborado em 2009 (MERF, 2009; ABB, 2011), a Rússia estabeleceu uma meta de intensidade energética até 2030 menor que 44% do ano base de 2005. As ações para atingir tal meta passam pela criação

de um ambiente econômico, institucional e jurídico estável bem como previsível para o setor de energia, incluindo a liberação dos seus preços como meio de incentivo ao uso racional, implantação do mercado de serviços energéticos, auditorias obrigatórias, incentivos e benefícios fiscais, penalidades e proporcionar estabilidade financeira nas empresas de energia para cumprir com suas obrigações orçamentárias. Complementarmente, ainda com base em 2005, também estão previstos no plano para 2030:

- Aumento na eficiência energética de edifícios de 50%;
- Melhoria na eficiência de usinas térmicas em 50% ou mais e nas caldeiras de 10% ou mais;
- Redução na participação do gás nas usinas térmicas para aproximados 60% em compensação ao aumento do consumo de carvão com a expansão do desenvolvimento de algumas áreas remotas;
- Aumento na participação da geração de energia nuclear em 20%, pois, ao contrário do que ocorre em alguns países, a energia nuclear na Rússia é vista como renovável e ambientalmente favorável;
- Aumento na participação de fontes renováveis na geração de energia em até 19%;
- Incentivo ao crescimento na implantação de usinas de energia renovável através de instrumentos políticos e financeiros; e
- Incentivo em parcerias público-privadas investimento em segmento de alta tecnologia para desenvolvimento dos serviços em energia para aumento da eficiência energética.

Após a dissolução da União Soviética no início da década de 90, a Rússia passou por inúmeras reformas econômicas, incluindo privatizações da máquina pública após o colapso do comunismo, demandando um período de organização do país. Diferentemente dos países europeus e americanos que iniciaram planejamentos e programas em conservação de energia e eficiência energética na década de 70, a Rússia iniciou seu planejamento de conservação timidamente no início da década de 90 com algumas regiões adotando programas de redução do consumo e o estabelecimento de instituições para elaboração do balanço energético do país (TELETSKY, 2012). Mas é somente a partir de 1999 que a eficiência energética passou a receber mais ênfase do governo que determinou a implantação

da primeira norma de “Conservação de Energia e Métodos para Garantia de Conformidade com Eficiência Energética” que estabelece os requisitos mínimos dos valores de eficiência energética para equipamentos de uso comercial e residencial. Desde então, diversas medidas, normas e leis passaram a ser implementadas.

Em virtude de grande parte do setor industrial ser derivado de décadas passadas e bem como da falta de atualização de equipamentos residenciais (por exemplo, aquecedores que permitissem o ajuste de temperatura), a Rússia tem desenvolvido suas políticas de eficiência nesses setores, porém, mesmo com as diversas políticas implantadas para ganhos na redução do consumo de energia (IEA, 2013 a), para a ACEEE (2016) ainda há necessidade de concretização e implementação de muitos outros conjuntos de medidas para que permitam de fato ganhos robustos em eficiência energética, como por exemplo:

- Edificações – Elaborar e/ou ampliar as normas de equipamentos e eletrodomésticos residenciais; Promover políticas de reformas das edificações antigas; Melhorar a intensidade energética em edificações comerciais e residenciais; Normas de melhoria de eficiência em edificações residenciais e comércios; entre outros; e
- Indústrias - Implementar e/ou melhorar as políticas que combinem energia e aquecimento; Promover normas para motores; Auditorias de energia obrigatórias; entre outros.

A Rússia, ainda possui um longo caminho pela frente e atualmente é considerada uma das nações com maior potencial para economizar energia, pelo fato de possuir sua estrutura industrial instalada há décadas, sem sofrer grandes renovações. Dessa forma, nações que dispõem de limitações industriais como o Brasil podem-se espelhar em programas que alcancem efeitos positivos na Rússia e até mesmo iniciar parcerias para desenvolvimento de tecnologias que atendam tanto as necessidades russas quanto as necessidades brasileiras.

Com relação aos demais programas de eficiência energética da Rússia, uma analogia com a realidade brasileira não traria maior capacidade de análise, uma vez que a Rússia possui clima e matriz energética diferente dos que existem no Brasil.

## 5.4 Japão

O Japão é analisado por despontar como grande desenvolvedor de tecnologias inovadoras.

O Japão tem o segundo melhor desempenho em eficiência energética entre os países mais industrializados do mundo (ACEEE, 2016), devido a diversos instrumentos estratégicos sendo eles: regulatórios (leis, normas), econômicos (incentivos fiscais e financeiros), de apoio (planejamentos estratégicos), voluntários (parcerias) e de informação (etiquetagem), que determinam o bom desempenho nos principais setores da atividade econômica.

Desde a primeira crise do petróleo, a conservação e eficiência energética tornaram-se prioridades de segurança nacional do Japão. Entre o período de 1973 a 2007 mesmo com o grande crescimento do seu parque industrial teve pouco ou nenhum aumento do consumo de energia. O governo japonês desde 1970 vem promovendo diversas medidas que permitiram obter ganhos em conservação de energia, a exemplo, o pioneirismo em sistema de gestão de energia que hoje é tratado na ISO50001. O Japão impôs o objetivo de alcançar uma redução no consumo de energia em cerca de 30% até 2030, com base em 2003 (ACNEE, 2013; PASQUIER & SAUSSAY, 2011), sendo que o estágio atual de consumo para uso na produção da mesma unidade econômica com relação à China e Estados Unidos é de 1/9 e 1/3, respectivamente.

Tendo em vista o alto custo de produção da energia no país, a eficiência energética não é tratada pela população como uma política governamental, mas sim como algo necessário, consciente e pertencente à sua cultura. Comportamentos relacionados a economia de energia podem ser notados em ações como aquecer o mínimo de ambiente necessário para conforto no inverno, reutilizar a água usada no banho, entre outros. O Japão é um país tecnologicamente avançado cujas políticas de Pesquisa e Desenvolvimento em eficiência energética, dignas de nota máxima (ACEEE, 2016), são aplicadas no desenvolvimento de produtos e processos para redução do consumo. Como exemplo, refrigeradores que sinalizam porta aberta após um determinado tempo, máquinas que usam hidrogênio para produzir eletricidade e aquecer água, máquinas de lavar inteligentes, entre outros.

As normas de eficiência energética no Japão são distintas e determinadas pelo Ministério da Economia, Comércio e Indústria e seus comitês de

assessoramento composto por representantes de universidades, da indústria, grupos de consumidores, governos locais e meios de comunicação.

A política energética japonesa é regida pela Lei da Conservação de Energia (*Rational Use of Energy Act*), inicialmente publicada em 1979 e com posteriores melhorias implementadas, sendo a última realizada em 2013. Esta lei inicialmente destinou-se a regulamentar a gestão e conservação de energia em fábricas com grande consumo de energia, sendo que para seu controle era designado um gestor de energia, bem como da necessidade de informar ao estado o consumo de energia anual. Nessa mesma lei também foram introduzidas normas de eficiência energética para veículos, refrigeradores e ar condicionado (IEA, 2013 a). Em recente versão, a lei de uso racional foi estendida às empresas de consumo médio de energia devendo, além de atender os mesmos requisitos anteriores, preparar e apresentar os planos energéticos de médio e longo prazo.

Logo após a ocorrência do Protocolo de Kyoto, o Japão complementou em 1998 o Programa “*Top Runner*” com objetivo de melhorar a eficiência energética nos setores de transporte, residencial e comercial. Assim, foram estabelecidos padrões obrigatórios de eficiência energética para determinadas máquinas, produtos e veículos a serem atendidos pelos seus fabricantes.

Os critérios utilizados para determinar os valores padrões de eficiência dos aparelhos no programa se baseiam nos seguintes aspectos metodológicos (METI, 2015):

- Os valores padrões de eficiência dos produtos cobertos pelo programa devem superar determinados valores padrões mínimos especificados;
- Uso do Sistema de Valores Médios dos aparelhos cobertos pelo programa. Nesse sistema, o valor é definido arbitrariamente baseado em diversos fatores tais como, potencial técnico de melhoria, impacto sobre a categoria, entre outros, devendo atingir uma média ponderada de eficiência dos aparelhos de acordo com o volume fornecido por fabricante e categoria no ano fiscal, isto é, se um produto tem menor eficiência energética do que o valor padrão ele ainda pode ser vendido, porém, deverá ser compensado por outro produto de mesma categoria e que na média seja alcançado o valor padrão; e

- Existência de valores padrões máximos estabelecidos com base nos valores dos aparelhos mais eficientes do mercado no período de definição do padrão a ser seguido.

Isso resultou em ganhos em eficiência acima das expectativas, como por exemplo: ar condicionado obteve ganhos de 48,8% (entre 1995 e 2010), veículos de carga 13,2% (entre 1995 e 2010), máquinas copadoras 72,5% (entre 1997 a 2006), entre outros. Inicialmente, o programa atendeu a 11 tipos de aparelhos e em 2013 já constavam em sua lista 31 itens entre eles eletrodomésticos, veículos entre outros (IEA, 2016 a).

A representatividade de consumo de eletricidade desses aparelhos em 2004, cuja lista continha 18 aparelhos, ultrapassavam 70% do consumo de eletricidade no período (METI, 2004), demonstrando a importância e necessidade de continuidade e ampliação do programa. Nesse contexto, o governo realizava um acompanhamento do programa exigindo que os fabricantes fornecessem um relatório contendo as vendas realizadas bem como a eficiência energética dos produtos envolvidos, em caso de não atendimento aos critérios estabelecidos para eficiência energética do programa, num primeiro momento são advertidos pelo governo para que melhorem o desempenho, podendo vir a público com declarações sobre o produto, e em caso de persistência estão sujeitos a multas e sanções (KIMURA, 2010).

Em 2002, o Japão implementou a Lei Base sobre Políticas Energéticas, com objetivo de criar um ambiente de desenvolvimento econômico sustentável para a sociedade local e o mundo, uma vez que essa lei busca definir as políticas de bases e o papel do estado na oferta e procura de energia estável, adequada ambientalmente e segura. Em 2006, uma nova política estratégica de energia nacional é implantada tendo em vista uma meta de 30% de melhoria em eficiência energética, a amplitude de alcance de tal política foi direcionada de um modo geral a estabelecer novas políticas de segurança energética com a redução do consumo de petróleo, ampliar a cooperação entre países nos assuntos sobre energia e meio ambiente, compromisso de contribuir no enfrentamento de problemas energéticos regionais e mundiais com aumento nos estoques de petróleo e gás (IEA, 2013 a).

No setor industrial o Japão se destaca, uma vez que possui uma capacidade de inovação tecnológica que busca eficiência energética também nos desenvolvimentos de tecnologias digitais.

A gestão energética industrial é particularmente regida por normas que exigem a atuação de gestores de energia, os quais devem prestar contas sobre as implementações e realizações em seu ambiente de trabalho. Nações com limitações de investimentos industriais, como o Brasil, deveriam atentar-se ao modelo proposto pelos asiáticos como forma de maximizar a obtenção de benefícios com soluções que muitas vezes podem ser criadas e desenvolvidas internamente nas indústrias. A implantação da ISO 50001 pelas indústrias brasileiras também aumentaria os resultados com eficiência energética e competitividade no cenário global.

Para o Japão em especial, nota-se também uma alta difusão da cultura da eficiência energética entre toda população, principalmente induzida pelos altos custos das distribuidoras de energia e pelos períodos de escassez que o país viveu em momentos pós-guerra.

Para esse quesito, apesar do avanço obtido pelo Brasil nas últimas décadas com relação à conscientização da população, ainda se torna difícil traçar um paralelo, pois o Brasil possui grande abundância de recursos naturais e energético.

## **5.5 União Europeia - UE**

A grande mudança da matriz energética na Europa está relacionada a uma diretiva expedida pela comissão europeia, visando tomar os países mais eficientes no setor energético, contribuindo em especial para diminuição de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Neste item a União Europeia é analisada por se tratar de um grupo de países que buscam além de um alinhamento econômico, também alinhamento quanto às questões ambientais e de gestão de energia (sendo foco a Espanha e Portugal por se tratarem de países cuja cultura colonizadora impactou na formação do Brasil e da América Latina e a Alemanha, por se tratar da maior economia da União Europeia com PIB de US\$ 3.495 trilhões (2015)).

A União Europeia, com a finalidade de orientar os países membros e efetuar diretrizes sobre os compromissos e metas para as reduções protocoladas em Kyoto, promulgou a Diretiva n.º 2006/32/CE, a qual dispõe sobre a eficiência na utilização final da energia e nos serviços energéticos (ERSE, 2013). Reduzir a demanda de energia e colocar a eficiência energética em primeiro lugar é, um dos cinco principais objetivos da União Europeia.

Em 2009, os Estados-Membros confirmaram a necessidade em atingir a meta de eficiência energética. A Diretiva 2009/28 expedida pela Comissão Europeia estabelece como objetivo para o ano de 2020, para os países membros da União Europeia, a redução de 20% na emissão de gases do efeito estufa, o aumento de 20% da eficiência e o aumento de 20% no uso final das energias renováveis quando comparados aos dados de 2009 (essa Diretiva é normalmente tratada como 20/20/20). A meta estabelecida para 2020 consiste em reduzir o consumo energético final da UE para menos de 1086 Mtep e o seu consumo de energia primária para menos de 1483 Mtep. Em novembro de 2016, a Comissão propôs estender as metas para 2030 com expectativa de 30% em eficiência energética.

O relatório de 2016 avalia os progressos até 2014 e inclui ainda várias recomendações para os Estados-Membros para atingir as metas de 20%. Salienta-se também que a diminuição do consumo de energia primária entre 2005 e 2014 se deveu principalmente a uma melhoria da eficiência energética. A recessão da economia, a evolução dos combustíveis e as mudanças estruturais desempenharam um papel relativamente menos significativo.

As tecnologias de informação e comunicação podem desempenhar um papel importante neste aspecto, proporcionando aos consumidores instrumentos úteis para reforçarem a sua consciência no que diz respeito à energia e gerirem o seu consumo de energia de modo inteligente.

Com relação as edificações são necessários esforços contínuos para renovar as já existentes, a fim de poupar energia e reduzir os custos de energia dos consumidores, motivo pelo qual as condições de financiamento dos investimentos em eficiência energética devem ser melhoradas nos Estados-Membros.

Como principais resultados, a UE conseguiu uma diminuição de 11% no consumo de energia entre os anos de 2005 e 2014. Estima-se que diminuiu as emissões de gases com efeito de estufa em cerca de 800 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> em 2014.

A Diretiva Eficiência Energética (DEE) não foi ainda plenamente transposta em alguns Estados-Membros que conseqüentemente, não podem colher inteiramente os benefícios desta diretiva. A contribuição da DEE para alcançar as metas de eficiência energética estabelecida em relação a 2020 e 2030, o desenvolvimento adequado dos mercados de eficiência energética e a capacitação

dos consumidores e dos intervenientes no mercado só podem ser alcançados após a transposição plena e efetiva da diretiva.

Em 2017, a Comissão realizará um diálogo com todos os Estados-Membros, para verificar a conformidade da legislação nacional com a diretiva, ou seja, para verificar se todas as obrigações e exigências da DEE se encontram corretamente refletidas na legislação nacional.

Na sua maioria, os Estados-Membros reconhecem as múltiplas vantagens da eficiência energética e não só se comprometeram a alcançar as ambiciosas metas de eficiência energética estabelecidas para 2020, como também puseram em prática muitos programas e medidas neste domínio.

A fim de continuar a desbloquear o investimento público e privado na eficiência energética, a Comissão apresentou em 2016 a sua iniciativa “Acelerar o recurso a energias limpas nos edifícios”, incidente nos desafios e oportunidades que os investimentos em edifícios com energia sustentável representam para o setor da construção, além de incluir a iniciativa “Financiamento inteligente para edifícios inteligentes”. Esta iniciativa contribuirá para uma utilização mais eficaz dos fundos públicos, para o desenvolvimento de reservas de projetos financiáveis baseados em mecanismos de agregação e assistência e para a redução dos riscos dos investimentos em eficiência energética para os promotores, os financiadores e os investidores dos projetos.

Podendo assim, através de uma analogia entre a União Europeia e seus Estados-Membros com o Brasil e suas Unidades Federativas adaptar a metodologia de aplicação dos programas de eficiência energética de forma descentralizada também na nação brasileira.

Essa estratégia também poderia ser adaptada para as necessidades Brasileiras e dos países latino-americanos membros do MERCOSUL. Sendo assim, o Brasil como um dos líderes do grupo, poderia beneficiar-se da possibilidade de exportação de tecnologia que fosse capaz de auxiliar os demais países a alcançar suas metas de eficiência energética.

### 5.5.1 Alemanha

A matriz elétrica do país está sendo transformada em função de um novo conceito de energia, adotado pelo governo federal da Alemanha em 2010 o *Energiewende* (IEA, 2013 c). O programa *Energiewende* estabelece ações e metas para o desenvolvimento de energias renováveis, redes de transmissão e distribuição, assim como ações de eficiência energética, seu objetivo maior é tornar possível o corte de emissões de gases associados ao efeito estufa. A Alemanha após o acidente de Fukushima em março de 2011, optou por desligar imediatamente as sete plantas nucleares de geração mais antigas do país. Em seguida a decisão foi ampliada para todas as plantas nucleares e estabeleceu-se como objetivo desligá-las até o ano 2022. Sendo assim, o *Energiewende* passou a incorporar o desafio de desligar todas as plantas nucleares dentro de seus objetivos que, como se tem conhecimento, não são emissoras diretas e, ainda assim, continuar com o processo de diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> da matriz elétrica, garantindo ao mesmo tempo a segurança no abastecimento (IEA, 2013 c).

A política de eficiência energética da Alemanha tem ganhado bastante ênfase nos últimos anos. Os partidos do governo alemão determinaram metas e medidas para a política nacional de eficiência energética, sendo elas:

- Aumentar a eficiência energética da economia nacional com o objetivo de duplicar a produtividade energética até o ano 2020 em relação ao ano de 1990, demandando um aumento anual de 3%;
- Quanto ao Programa de Reabilitação de CO<sub>2</sub>, aumentar o financiamento;
- Ampliar o uso da geração de energia descentralizada ultra eficiente e atualizar de forma a modernizar o estoque existente de estações de energia;
- Realizar uma revisão dos critérios de financiamento da Lei da Cogeração;
- Consentir às iniciativas europeias para melhorar a eficiência energética; e
- Manter e fortalecer a Agência Alemã de Energia (*Deutsche Energie - Agentur, DENA*) (PIRES, DURÃO, FONSECA, 2015).

A Alemanha está voltada na revisão da Diretiva que diz respeito à rotulagem de equipamentos e aparelhos, desde a eficiência na sua fabricação até o destino final do equipamento.

O país adotou também o Plano de Ação Nacional de Eficiência Energética 2008-2016, que traça um objetivo de economia de energia de 231 TWh em edifícios, pequenas indústrias e de transportes, com exceção aos setores sob o regime da UE *Energy Trading Scheme* (ETS), para 2016. Esta meta corresponde a uma economia de 9,6% do consumo final de referência de energia.

Adotado pelo governo alemão em agosto de 2007, o *Integrated Energy and Climate Change Program* (IECCP) pretende reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> em 40% até 2020 (em comparação com os níveis de 1990). O plano tem por objetivo a melhoria da eficiência energética de 3% ao ano em média até 2020. O ambicioso programa de eficiência energética para o setor de construções (que determinou uma redução prevista de 30% até 2009 e mais 30% até 2020) deve exercer um papel importante na realização desse objetivo. As normas obrigatórias sobre eletrodomésticos serão somente uma medida adicional (IEA, 2013 c).

Assim, nota-se na Alemanha que os programas de eficiência energética assumiram um papel fundamental não somente no que diz respeito à economia monetária, mas também no que se refere principalmente a atingir as metas ambientais e de segurança nacional estabelecidas. O Brasil, ainda que possua abundância em recursos naturais, poderia-se inspirar nas ambições alemãs, incluindo um tom mais ambiental a suas metas de eficiência energética, chegando-se até mesmo a cogitar a viabilidade de se manter usinas nucleares em funcionamento.

### **5.5.2 Espanha**

É possível identificar a Espanha como um país muito desenvolvido, mesmo tendo sentido de forma significativa a crise que abalou o continente Europeu no período de 2008 a 2016.

A Espanha iniciou suas medidas e ações voltadas à eficiência energética na década de 1990. Desde 1994, os órgãos que promovem a eficiência energética assinam acordos voluntários para melhorar a economia de energia em nove setores industriais que representam cerca de 56% do consumo total no setor industrial espanhol. As ações realizadas, em termos energéticos, representam uma economia energética total de 641 ktep (equivalente: 4,5% do consumo industrial) (IEA, 2015b).

Em maio de 2000, entrou em vigor, a Lei de Requisitos de Construção (Lei 38/1999, de *Ordenación de Edificación*), que compreende ações para habitação eficiente em termos energéticos, como o isolamento geral do edifício, utilização da energia solar passiva, o uso de lâmpadas elétricas de baixo consumo, a avaliação das emissões de CO<sub>2</sub> e a avaliação de materiais de construção de acordo com as regiões (IEA, 2015 b).

A Estratégia de Eficiência Energética 2003-2012, cujo objetivo principal era melhorar a taxa de intensidade energética tinha como medidas:

- Realização de Auditorias Energéticas nos diferentes setores industriais;
- Criar projetos Empresariais de eficiência energética através de acordos voluntários; e
- Incentivar Programas de Ajudas Públicas, investimentos na eficiência energética (PIRES, DURÃO, FONSECA, 2015).

O Projeto Renove para Eletrodomésticos, adotado em 2006 e ainda em vigor, pretende reduzir o consumo de energia elétrica no setor doméstico substituindo eletrodomésticos por equipamentos rotulados de classe A ou superior no mercado espanhol. O Renove para Eletrodomésticos oferece ainda um subsídio para a compra de um aparelho novo de classe A ou peça de equipamento com rótulo superior, somente se o equipamento antigo e ineficiente tiver sido removido para reciclagem. Cerca de 1,8 milhão de aparelhos elétricos, entre 2006 e 2008, foram substituídos pelo programa (IEA, 2015 b).

As diretivas europeias impulsionaram o desenvolvimento de novas opções de desenvolvimento de energias renováveis na Espanha, ditadas pelo compromisso de diminuir as emissões de CO<sub>2</sub>, pelo interesse em reduzir a dependência externa de recursos energéticos e pelo objetivo de desenvolver a indústria doméstica de equipamentos relacionados à energia renovável.

Em 2014, o preço da eletricidade aos consumidores residenciais na Espanha foi o quarto mais elevado da União Europeia, 0,234 euros por kWh incluindo impostos e encargos. Esse valor é 15% mais elevado que a média da União Europeia. É preciso salientar que a Alemanha e a Dinamarca com maiores tarifas de eletricidade, possuem um padrão de vida mais elevado que o da Espanha.

Outra medida que está em efetivação é o novo esquema de cobrança dos consumidores finais. A partir de 1º de julho de 2014, os consumidores residenciais puderam optar por um sistema de cobrança horário, com preços diferenciados

conforme o preço do mercado atacadista. O objetivo do novo sistema de precificação é, basicamente, motivar o comportamento mais eficiente dos consumidores finais de pequeno porte, deslocando o consumo das horas de maior demanda (LOSEKANN, 2015).

Nota-se assim que os programas de eficiência energética na Espanha não possuem diferença com relação aos demais programas já implantados em diversas partes do mundo, incluindo o Brasil. Porém, deve-se aprender com os problemas enfrentados pela Espanha, que mesmo investindo em eficiência energética e fontes renováveis de energia, está enfrentando problemas de aumento do custo da eletricidade, o qual em países como o Brasil traria um grande impacto social.

### **5.5.3 Portugal**

Tradicionalmente, a produção de energia elétrica em Portugal era de origem predominante térmica, porém recentemente, tem aumentado a produção de energia a partir de fontes renováveis como: energia eólica, fotovoltaica, centrais mini hidrelétricas e centrais térmicas a partir da combustão de biomassa.

O país tem um grande interesse em fontes de energia renováveis, já que é caracterizado por não ter jazidas de gás natural, ou seja, não há produção de gás natural em território nacional. Isso faz com que o país fique dependente de outros países para geração de energia elétrica, oriundas dessas matérias prima, podendo prejudicar o avanço da economia.

O Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (PPEC), instituído em 2006 pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), em primeiro instante, relaciona-se com as metas de redução das emissões de GEE, especialmente o CO<sub>2</sub>, impostas pelo Protocolo de Kyoto, assinado por Portugal em maio de 2002. Também possui como objetivo reduzir a intensidade energética portuguesa e auxiliar na mudança de comportamento da população em geral (IEA, 2016 b).

Assim, para atingir a ambiciosa meta para a redução das emissões (27% de 2008 a 2012), o governo português deu início a uma série de medidas legislativas que auxiliam no cumprimento dos prazos estabelecidos. Como exemplo destas iniciativas, pode-se citar a criação do Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC).

No mesmo âmbito, em 2008 foi aprovado o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE), o qual abrange um conjunto de programas e medidas necessárias para o cumprimento da Diretiva N°2006/32/CE (União Europeia), subordinada ao estabelecido pelo Protocolo de Kyoto.

O principal objetivo do PNAEE é tornar mais eficiente os equipamentos eletrodomésticos e de iluminação via substituição direta.

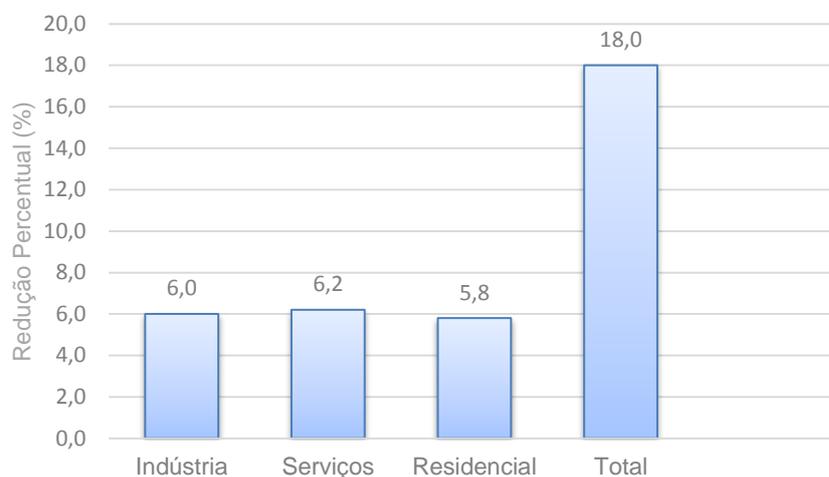
- **Substituição de Equipamentos:** incentivos financeiros para substituição de eletrodomésticos e financiamento para troca de lâmpadas e equipamentos de aquecimento térmico. Principal meta: substituição de 1 milhão de eletrodomésticos e remoção das lâmpadas incandescentes do mercado até 2015;
- **Desincentivo à aquisição de novos equipamentos ineficientes:** Instituiu uma taxa sobre lâmpadas ineficientes, restrição na comercialização de equipamentos de classes mais baixas. Principal meta: substituição de 5 milhões de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas até 2015;
- **Medidas de Reforma:** incentivo a utilização de janelas eficientes e adição de isolamentos térmicos tanto internos como externos em edifícios. Principal meta: instalação de janelas eficientes em 200 mil residências, isolamento térmico em 100 mil residências e aquecimento eficiente em 200 mil residências; e
- **Renovação de equipamentos de escritório:** amortizações fiscais para aceleração de aquisição de equipamentos de eficiência elevada. Também possui um programa de informações e divulgação de soluções eficientes. Principal meta a introdução de 10% de equipamentos de elevada eficiência em 2010 e 20% em 2015.

A dinâmica PPEC é dada pela proposição de medidas para promoção da eficiência energética, por entidades como empresas que comercializam energia elétrica, empresas operadoras da rede de transporte de energia, associações de consumidores de eletricidade, associações municipais, associações empresariais, agências de energia e instituições de ensino superior e pesquisa (ERSE, 2013).

Posteriormente, as proposições são encaminhadas à entidade reguladora portuguesa (ERSE), que tem como função selecionar através de avaliação técnica e econômica as medidas para eficiência energética submetidas a um concurso competitivo. A execução destas medidas é financiada pelo fundo programa PPEC, de acordo com as edições do programa.

Tais medidas são classificadas em medidas tangíveis (instalação de equipamentos mais eficientes) e intangíveis (conscientização da população).

Como resultado as medidas do PPEC, uma redução percentual significativa nas importações de eletricidade em 2011 é apresentada na Figura 7:

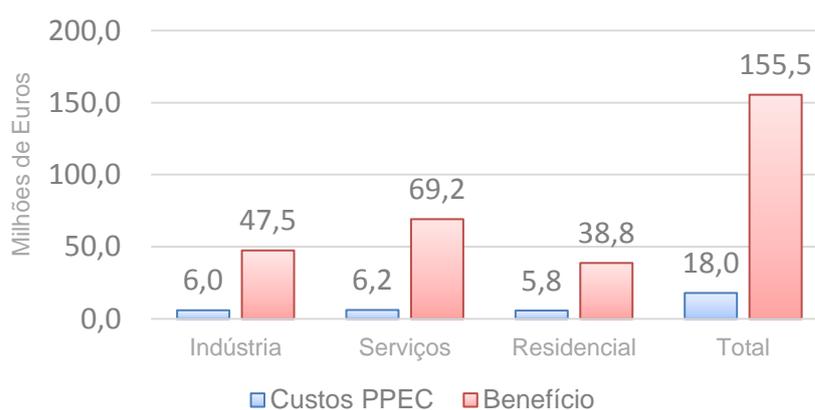


**Figura 7 - Redução Percentual nas Importações de Eletricidade (2011).**

Fonte: ERSE, 2013

Verifica-se, na Figura 7 que o setor residencial ou doméstico apresentou uma resposta satisfatória às medidas e políticas implementadas até o momento e executadas através do programa PPEC, com o segundo maior percentual de redução.

A Figura 8 apresenta os custos do PPEC e o benefício obtido para o ano de 2011-2012:



**Figura 8 - Custos PPEC e Benefícios (2011-2012).**

Fonte: elaborada pelo autor

Nota-se uma homogeneidade de custos entre os setores (entre 5,8 e 6,2 milhões de Euros) obtendo-se um total de 18 milhões de Euros investidos.

A Figura 9 apresenta o retorno do investimento obtido pelo PPEC



**Figura 9 - Retorno do Investimento PPEC (2011-2012).**

Fonte: elaborada pelo Autor

Apesar do investimento similar para cada setor, nota-se uma disparidade com relação ao retorno do investimento, sendo o melhor retorno no setor de Serviços (11,2 vezes) e a média de total de retorno do investimento está em 9 vezes.

A economia apresentada no ano de 2012 equivale a 1,2% do consumo nacional de Portugal e é esperada uma economia acumulada de 6.895 GWh desde o ano de 2002 até 2032 para o PPEC (ERSE, 2013).

Sendo assim, com relação a Portugal nota-se que o caráter de seus programas busca tornar o país menos dependente de importação de fontes de energia. Essa realidade não pode ser comparada ao Brasil, que atualmente é autossuficiente nas questões energéticas.

## 5.6 Brasil

Serão apresentados de forma detalhada, os principais programas de eficiência energética brasileiros, controlados pelos órgãos competentes.

### 5.6.1 Programa Conserve

O Conserve criado em 1981, foi o primeiro programa, no âmbito do Ministério da Indústria e Comércio, com o intuito de promover a conservação de energia no setor industrial, acelerar o desenvolvimento de novos produtos e processos

energeticamente eficientes e o estímulo à substituição de energéticos importados por fontes alternativas nacionais.

A crise econômica da década de 1980 impediu que o programa atingisse o seu objetivo inicial, sendo assim, foi aprovada em 1982 um conjunto de ações visando a conservação de energia e a substituição do uso de derivados do petróleo na matriz energética.

### **5.6.2 Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)**

Criado em 1984 com o protocolo firmado entre a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) e o Ministério da Indústria Comércio, com a Intervenção do Ministério de Minas e Energia, foi chamado de Programa de Conservação de Energia Elétrica em eletrodomésticos até 1992 (MME, 2011).

Coordenado pelo Inmetro iniciou-se de forma pioneira, uma discussão com a sociedade sobre a conservação de energia, com a finalidade de contribuir para a racionalização no seu uso no país, fornecendo informações aos consumidores sobre o consumo de energia do equipamento (INMETRO, 2012), possibilitando a escolha do produto com menor consumo de energia e maior eficiência energética, podendo reduzir investimentos do governo em novas instalações de geração.

São utilizadas as Etiquetas Nacionais de Conservação de Energia (ENCE), fixadas nos produtos de forma voluntária ou compulsória pelos fabricantes nacionais e internacionais, incentivando a melhoria contínua da diminuição do consumo de energia nos aparelhos eletrodomésticos. Dessa maneira, busca-se estimular a competitividade da indústria, incentivando a inovação e a evolução tecnológica dos produtos, estimulando a fabricação de aparelhos e equipamentos mais eficientes, promovendo o desenvolvimento tecnológico do país.

Inicialmente a adesão ao programa era voluntária, tornando-se obrigatória para alguns equipamentos a partir da Lei nº 10.295 de 2001, conhecidas como “Lei de Eficiência Energética” reforçando a importância do PBE para a estratégia energética do Brasil. Com esse fundamento, o Inmetro começou a fazer exigências compulsórias relacionadas ao desempenho dos produtos, baseando-se no estabelecimento de níveis mínimos de eficiência energética pelo Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética (CGIEE), que avalia a evolução do mercado e a relevância do produto na demanda por energia (ELETROBRAS, 2016).

Nos dias atuais o PBE é composto por Programas de Avaliação da Conformidade em diferentes fases de desenvolvimento, que englobam desde a etiquetagem de aparelhos domésticos, como fogões, refrigeradores, lavadoras de roupa e condicionadores de ar, até demandas mais recentes na área de recursos renováveis (aquecimento solar e fotovoltaico) e outras fases de desenvolvimento mais complexas e com grande potencial de economia de energia para o país, como as edificações e os veículos (ELETROBRAS, 2016).

Os programas do PBE que estão envolvidos com a eficiência energética dos aparelhos são coordenados em parcerias com o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet), realizando a etiquetagem em veículos e em aparelhos consumidores de derivados do petróleo e gás natural, e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), que certifica equipamentos elétricos e edificações, ambas as iniciativas são governamentais, operacionalizadas, respectivamente, pela Petrobras e pela Eletrobrás (ELETROBRAS, 2016).

Em geral, o PBE funciona da seguinte forma: os produtos são ensaiados em laboratórios e recebem etiquetas com faixas coloridas que os diferenciam. No caso da eficiência energética, a classificação vai da mais eficiente (A) para a menos eficiente (de C até G, dependendo do produto), onde se entende que os mais eficientes utilizam melhor a energia, têm menor impacto ambiental e custam menos para funcionar, pesando menos no bolso, dessa maneira no momento da compra, os consumidores podem escolher os produtos mais econômicos e, conseqüentemente, favorecer a fabricação dos mais eficientes.

O conteúdo das etiquetas é importante, pois ajuda a equilibrar a relação de consumo, diminuindo a assimetria de informação existente entre quem compra e quem vende. Os fornecedores, por sua vez, precisam que seus produtos sejam diferenciados no mercado, justificando, assim, o investimento que fazem na melhoria da qualidade dos produtos que oferecem.

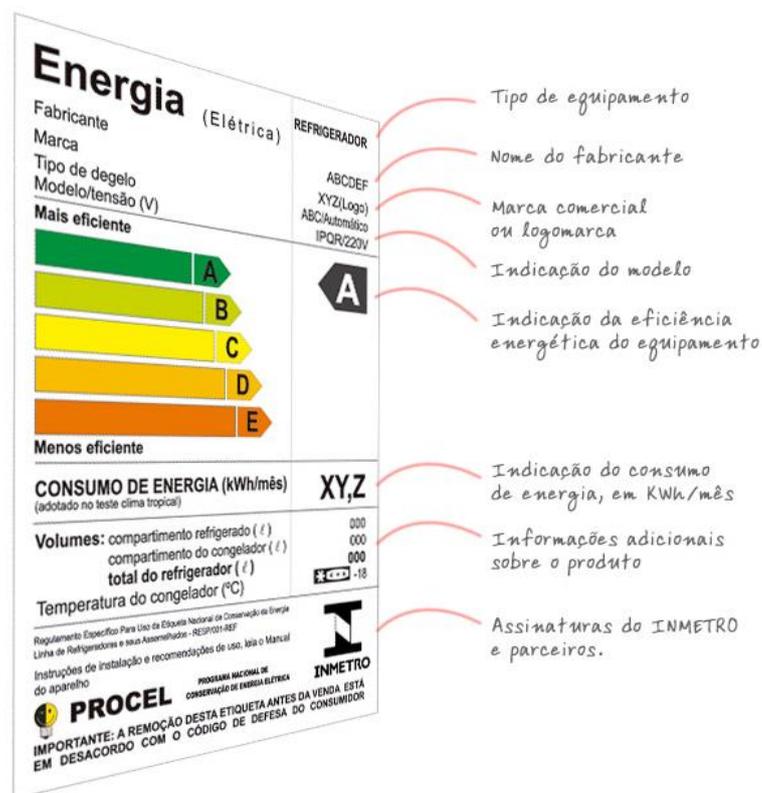
No caso específico dos programas de etiquetagem com foco na classificação de eficiência energética, sua importância está ligada às metas brasileiras de economia de energia. O Plano Nacional de Eficiência Energética (PF), recentemente publicado em 2016 para reforçar as diretrizes do Plano Nacional de Energia (PNE2030), que estabelece uma meta de 10% de redução no consumo energético

por meio de ações de eficiência energética, possui um capítulo dedicado ao PBE (ELETROBRAS, 2016).

### Dados apresentados na etiqueta

A Etiqueta é o Selo de Conformidade que evidencia o atendimento a requisitos de desempenho estabelecidos em normas e regulamentos técnicos, dependendo do critério de desempenho avaliado.

A Figura 10 apresenta as informações detalhadas da ENCE como:



**Figura 10 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.**

Fonte: Inmetro, 2012

A demanda pela etiquetagem de um produto surge através do comportamento da sociedade. Identificando-se a necessidade, o Inmetro realiza uma avaliação sobre a importância desta demanda e viabilidade técnica-econômica. Com a aprovação o Inmetro coordena a elaboração dos Requisitos Técnicos de Avaliação da Conformidade (RAC). A partir deste requisito, os fornecedores fazem ensaios e elaboram a Planilha de Especificação Técnica (PET), voluntariamente.

Após receber a PET, o Inmetro divulga a classificação do produto de acordo com seu nível de consumo, analisa as amostras para avaliar sua conformidade com

a PET, fiscaliza se os mesmo estão etiquetados no comércio e com as informações corretas e os reclassifica de acordo com a atualização dos índices mínimos de eficiência energética propostos pela CGEE (MME, 2011).

### **Fiscalização de Mercado**

A Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade (RBMLQ) é a responsável pela fiscalização no mercado, embasada em um plano que sofre uma revisão anual, onde são ajustadas as metas de acordo com critérios definidos.

Consideram-se normais os níveis de irregularidade menores que 5%, porém mesmo quando obtidos valores satisfatórios, o Inmetro faz uma análise da tendência como forma de se evitar que as irregularidades saiam do controle.

Nota-se que as políticas de controle e fiscalização do mercado configuram-se como de primordial importância para manterem-se as conquistas dos programas de eficiência energética.

#### **5.6.3 Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel)**

O Procel foi instituído em 30 de dezembro de 1985, pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio do Brasil, por meio da portaria Interministerial nº 1.877, gerido por uma secretaria executiva ligada à Eletrobrás.

Em 18 de julho de 1991, o Procel foi transformado em Programa de Governo, em decreto presidencial, tendo assim sua abrangência e responsabilidade ampliadas (ELETROBRAS, 2016).

O Procel é destinado a promover o uso da energia elétrica de forma eficiente, além de combater o seu desperdício. Os resultados energéticos obtidos pelos projetos do programa contribuem para a excelência dos bens e serviços, bem como possibilitam a continuidade dos investimentos no setor elétrico, reduzindo os impactos ambientais.

No ano de 2015 o programa atingiu uma economia de energia de aproximadamente 11,7 bilhões de kWh, equivalente a 2,5% de todo o consumo nacional de energia elétrica no mesmo ano (usando-se como referência o consumo anual de energia elétrica de aproximadamente 6,02 milhões de residências brasileiras). Essa energia economizada pode ser convertida em emissões evitadas

de 1,45 milhão tCO<sub>2</sub> equivalentes, o que corresponde às emissões proporcionadas por 499 mil veículos durante um ano (ELETROBRAS, 2016).

Em um ano, esse resultado também corresponde à energia fornecida, por uma usina hidrelétrica com capacidade de 2.801 MW.

A economia anual, devido aos resultados energéticos alcançados pelas ações do Procel no ano de 2015, foi de aproximadamente R\$ 1,623 bilhão. Em contra partida, os recursos financeiros aplicados no programa totalizaram R\$ 17,09 milhões, conforme apresentado na Tabela 6 (ELETROBRAS, 2016).

**Tabela 6 - Recursos Financeiros Aplicador no Procel em 2015.**

<b>Recursos Financeiros</b>	<b>Valor (milhões R\$)</b>
Investimento	2,08
Custo Operacional	15,01
<b>Total</b>	<b>17,09</b>

Fonte: ELETROBRAS, 2016.

Os resultados energéticos alcançados pelo programa se devem principalmente ao Selo Procel, mostrando o destaque que tem sido dado ao consumidor final, através da orientação e do estímulo à aquisição de equipamentos mais eficientes. Esse resultado atribuído ao Selo Procel engloba a contribuição da ENCE, cedida pelo Inmetro e também aos resultados da Lei de Eficiência Energética (10.295/2001), principalmente no referente ao processo de banimento das lâmpadas incandescentes.

O Selo Procel (apresentado na Figura 11) através dos anos vem colaborando para um aumento dos índices de eficiência energética de diversos equipamentos e, portanto, para uma redução significativa do consumo de energia elétrica no país.



**Figura 11 - Selo Procel.**

Fonte: Eletrobrás, 2016

A julgar pelos resultados acumulados do Procel no período de 1986 a 2015, a economia de energia total obtida foi da ordem de 92,2 bilhões de kWh.

Por fim, também deve ser ressaltado que em 2015, os resultados obtidos em economia de energia com a realização das ações do Procel, são 11,2% superior ao resultado do ano de 2014. Isso se deve a melhoria na eficiência energética dos equipamentos com Selo Procel, bem como através do aumento do uso de equipamentos eficientes pela sociedade (ELETROBRAS, 2016).

A Tabela 7 apresenta a evolução das categorias, fabricantes e modelos dos equipamentos que aderiram ao Selo Procel de 1994 a 2015.

**Tabela 7 - Evolução da Quantidade de Categorias, Fabricantes e Modelos.**

Ano	Categorias	Fabricantes	Modelos
1994	3	2	3
1995	3	2	6
1996	5	6	12
1997	6	6	24
1998	8	6	24
1999	8	8	58
2000	10	13	130
2001	12	29	312
2002	16	59	1.010
2003	17	69	1.268
2004	18	68	1.178
2005	18	64	1.164
2006	20	79	1.568
2007	21	115	2.265
2008	24	138	2.410
2009	28	160	3.054
2010	31	206	3.778
2011	32	209	3.784
2012	36	197	3.467
2013	36	187	3.748
2014	39	187	3.748
2015	39	190	3.640

Destaca-se também o portal Procel Info ([www.procelinfo.com.br](http://www.procelinfo.com.br)), no qual todos os usuários cadastrados recebem semanalmente os destaques da semana com relação à eficiência energética no Brasil e no mundo, configurando-se assim como o meio mais direto de conectar as pessoas ao mundo digital de forma a influenciá-las com relação conscientização sobre eficiência energética.

## **Subprogramas Procel**

O Procel dispõe de subprogramas que atuam diretamente na execução de ações e projetos nos segmentos público e privado sendo eles:

- Procel GEM - Gestão Energética Municipal: apoio administrativo na gestão e uso de energia em prédios públicos;
- Procel Sanear - Eficiência Energética no Saneamento Ambiental: ações para eficiência do uso de energia, recursos hídricos e universalização de saneamento ambiental;
- Procel Educação - Informação e Cidadania: difundir conceitos de eficiência energética nas escolas;
- Procel Indústria - Eficiência Energética Industrial: suporte à indústria em melhoria de desempenho energético;
- Procel Edifica - Eficiência Energética em Edificações: estimular medidas de eficiência energética nas edificações;
- Procel EPP - Eficiência Energética nos Prédios Públicos: redução de consumo de energia elétrica em prédios públicos;
- Procel Reluz - Eficiência Energética na Iluminação Pública e Sinalização Semafórica: efficientização da iluminação pública e semafórica;
- Selo Procel - Eficiência Energética em Equipamentos: classificação dos equipamentos elétricos de acordo com seu nível de eficiência energética; e
- Procel Info - Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética: divulgar e difundir notícias e afins sobre eficiência energética.

### **5.7 Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet)**

O Conpet é um programa do Governo Federal, criado em 18 de julho de 1991, vinculado ao Ministério de Minas e Energia, com apoio da Petrobras, para promover o desenvolvimento de uma cultura antidesperdício racionalizando o consumo dos derivados do petróleo e do gás natural e reduzindo a emissão de gases poluentes na atmosfera (CONPET, 2012).

O programa estimula a eficiência no uso final da energia em diversos setores, com ênfase nas residências, nas indústrias e nos transportes, além de desenvolver

ações de educação ambiental; também busca mobilizar a sociedade brasileira, contribuindo para o desenvolvimento econômico e o bem-estar social.

Com o uso eficiente de energia, o Brasil economiza divisas, garante sua autossuficiência e reduz os custos de produtos e serviços, além de elevar a produtividade e competitividade em diversos setores econômicos.

Na Figura 12 tem-se o Selo Conpet de eficiência energética que é concedido anualmente pela Petrobras e visa destacar, para o consumidor, aqueles modelos que atingem os graus máximos de eficiência energética na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia do Programa Brasileiro de Etiquetagem do Inmetro. O Selo é um estímulo à fabricação de modelos cada vez mais eficientes (CONPET, 2012).



**Figura 12 - Selo Verde (Esquerda) Etiqueta Conpet (Direita).**

Fonte: Conpet, 2012

## 5.8 Práticas do Programa de Eficiência Energética (PEE) - Aneel

O PEE foi instituído no ano de 2000, através da aprovação da Lei nº 9.991/2000. Porém, os contratos de concessão das distribuidoras que foram assinados a partir da criação da Aneel já antecipavam a obrigatoriedade de aplicar parte da Receita Operacional Líquida Anual destas empresas em projetos de eficiência energética. Sendo assim, desde 1998 a Aneel começou a regulamentar o Programa. Esses programas mostram-se no contexto das privatizações, quando o Governo Federal passou a exigir dos novos proprietários das concessionárias que não somente conservassem as usinas, linhas de transmissão e distribuição no estado de origem, mas também investissem na descoberta de novas tecnologias e em eficiência energética (SILVA, 2014).

O objetivo do PEE é promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia diminuindo a necessidade de investimento em infraestrutura.

Entre os anos de 1998 e 2007 em que ocorreu a primeira fase do programa, foram constatadas algumas falhas burocráticas e conceituais no programa, dentre elas, mudanças excessivas nos regulamentos, excesso de burocracia e controle de prazos, prioridade excessiva em projetos novos, ausência de uma análise sistemática dos resultados obtidos e a exclusão de programas de conscientização e gestão energética da lista de investimentos do PEE. Vigente desde 2008, a legislação atual, 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.

A Aneel contabilizou, de 2008 até junho de 2016, cerca de 1657 projetos de eficiência energética apresentados pelas concessionárias, com investimentos da ordem de R\$ 4,5 bilhões, gerando uma economia de energia da ordem de 4.557GWh no acumulado dos anos. Esses projetos englobam iniciativas relacionadas à substituição de equipamentos eletrônicos, como o chuveiro elétrico por aquecimento solar; lâmpadas incandescentes e refrigeradores antigos de consumidores de baixa renda e de motores nas indústrias. Os Projetos incluem também a implantação de sistemas de iluminação em túneis e semáforos; estrutura de gestão energética municipal em prefeituras; plantas de cogeração, entre outras ações de conservação de energia, englobando iniciativas inovadoras em conjunto com o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico (ANEEL, 2016 a).

A execução dos projetos resultou na redução da demanda no horário de ponta da ordem de 1.391 MW, o que colaborou por reduzir a necessidade de investimentos na expansão da oferta, transmissão e distribuição de energia. Entre os valores registrados pelas distribuidoras, pode-se destacar a substituição de:

- 1.289.518 refrigeradores;
- 16.597 aparelhos condicionadores de ar tipo janela;
- 42.688 aparelhos condicionadores de ar tipo Split;
- chuveiros por 136.356 sistemas de aquecimento solar;
- 26 milhões de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas;

- três milhões de fluorescentes tubulares por modelos mais eficientes;
- quatro milhões de lâmpadas fluorescentes compactas por lâmpadas LED; e
- 2.487 motores por modelos mais eficientes (ELETROBRAS, 2016).

De acordo com a Lei nº 9.991/2000, alterada pela Lei nº 13.280/2016, de forma anual, as distribuidoras devem aplicar, no mínimo 0,4% de sua receita operacional líquida direcionado às ações que objetivem o combate ao desperdício de energia elétrica, no âmbito do Programa de Eficiência Energética – PEE regulado pela Aneel.

As concessionárias também devem direcionar 0,1% às ações do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel, sendo voltadas para ações destinadas à eficiência energética em prédios comerciais e de serviços, instalações industriais e residenciais (desde que sejam acompanhados por avaliação preliminar); localidades rurais (ênfatizando os sistemas de irrigação, secagem e beneficiamento de grãos, iluminação de galpões e viveiros, entre outros); serviços públicos; poderes públicos; aquecimento solar para água e atendimento a comunidades de baixa renda.

O atendimento à comunidade deve representar à metade dos investimentos aplicados além de ser voltada para a promoção do uso eficiente e consciente da energia, por meio de programas educacionais desenvolvidos especialmente 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 mais eficientes (MME, 2014).

Ações empresariais que objetivem lucros, também são desencorajadas, como investimentos em indústrias, condomínios, prédios comerciais e de serviços públicos dirigidos por contratos de desempenho, onde as empresas de energia possam receber um retorno financeiro referente à 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, objetiva a inclusão social e a diminuição de barreiras para o acesso à energia elétrica (SILVA, 2014).

Os projetos do PEE podem ser apresentados à Aneel em qualquer momento através de arquivos eletrônicos. Os proponentes devem observar as diretrizes estabelecidas nos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (ProPEE) (ANEEL, 2016 a).

O ProPEE é um guia destinado às distribuidoras que determina os procedimentos para elaboração e execução do Programa de Eficiência Energética (PEE) regulado pela Aneel. Nele estão incluso a estrutura e a maneira de apresentação dos projetos, tipologias, os critérios de avaliação e de fiscalização e os tipos de projetos que podem ser realizados com recursos do PEE. O documento deve conter as normas para contabilização dos custos e a apropriação dos investimentos realizados (AMBIENTE ENERGIA, 2015).

Dessa maneira, o PEE é financiado por todos os consumidores que ao pagarem a sua conta de energia à concessionária, a expectativa é que esse custo inicial se torne um benefício para sociedade em um momento futuro à medida que são alcançados os benefícios das ações implementadas.

### **Tipologia de Projetos de eficiência energética.**

Para o levantamento de dados, análise e avaliações os PEEs foram classificados em diferentes tipologias, levando em consideração as características da ação implantada, forma de contratação, características especiais quanto à importância para o desenvolvimento da eficiência energética e também a maneira de prospecção dos projetos.

Têm-se as classificações de tipologia, incluindo conceitos e condições para classificação dos projetos:

- **Educacionais:** destinado a escolas e comunidades com consumidores de baixo poder aquisitivo;
- **Gestão Energética:** projetos dirigidos à gestão energética na administração pública federal, municipal e estadual;
- **Comércio e Serviços:** destinado ao comércio e serviços com ações de combate ao desperdício e melhoria da eficiência energética;
- **Industrial:** projeto destinado a processos e usos finais nas instalações industriais;
- **Baixa Renda:** projetos dirigidos a comunidades constituídas de unidades consumidoras de baixo poder aquisitivo, incluindo a substituição de equipamentos ineficientes, ações educacionais e atividades para combater o furto de energia e estimular o seu uso eficiente e seguro. Pequenos comércios localizados em comunidades de baixo poder aquisitivo poderão

ser incluídos nos projetos de baixa renda desde que haja recuperação de pelo menos 50% dos investimentos realizados com recurso do PEE, mediante pagamentos mensais (rebate);

- **Poder Público:** projetos realizados em instalações de responsabilidade de pessoa jurídica de direito público;
- **Residencial:** projetos destinados ao consumidor residencial, abrangendo o fornecimento para uso de prédios ou conjunto de edificações;
- **Rural:** substituição de bombas e motores por equipamentos de maior rendimento no setor rural;
- **Serviço Público:** melhoria da eficiência energética de sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, tração elétrica e demais serviços públicos;
- **Pelo Lado da Oferta:** projetos voltados à eficiência energética pelo lado da oferta, destinados à melhoria do fator de carga do sistema elétrico por meio de redução e/ou deslocamento da demanda de ponta e introdução de novas modalidades tarifárias que estimulem a mudança de hábito do consumidor;
- **Projeto Piloto:** projeto inovador ou inédito, sendo iniciador de tecnologias, buscando inovações para mais tarde ampliar seu andamento e escala de execução. Sendo excluídos nesses projetos valores de pesquisas ou desenvolvimento tecnológico;
- **Iluminação Pública:** consistem no uso de lâmpadas e equipamentos mais eficientes, podendo envolver a troca de reatores, ignitores, luminárias, relés fotoelétricos, fiação, braços, postes e demais elementos de fixação; e
- **Aquecimento Solar:** instalação de equipamentos (aquecedores, encanamentos, torneiras e chuveiros compatíveis) para substituição total ou parcial do uso da energia elétrica para aquecimento da água em residências e empresas.

## 5.9 Lei de Eficiência Energética

A principal meta regulatória das políticas de eficiência energética no Brasil aconteceu em outubro de 2001 com a promulgação da Lei nº 10.295, que ficou conhecida como Lei de Eficiência Energética que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. A lei determina:

Art. 2º O Poder Executivo estabelecerá níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes.

Foi idealizada sob o entendimento de que a conservação de energia deve ser finalidade da Política Energética Nacional, a lei incita o desenvolvimento tecnológico, a preservação ambiental e a introdução de produtos mais eficientes no mercado nacional. O Decreto nº 4.059/2001 de dezembro de 2001 regulamentou a Lei de Eficiência Energética e criou o CGIEE, com a finalidade, entre outras, de formular um Programa de Metas para consumo de energia dos equipamentos regulamentados, conforme o seu artigo 3º, parágrafo I, II e III:

Art. 3º Compete ao CGIEE:

I - elaborar plano de trabalho e cronograma, visando implementar a aplicação da Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001;

II - elaborar regulamentação específica para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia; e

III - estabelecer Programa de Metas com indicação da evolução dos níveis a serem alcançados para cada equipamento regulamentado.

O CGIEE iniciou suas medidas e ações em julho de 2002 e alcançou resultados concretos que se converteram em economia de energia significativa para o país no decorrer do tempo. Foram desenvolvidos, inicialmente, os seguintes produtos principais:

- Plano de Trabalho para execução da Lei;
- Regulamentação específica de motores; e
- Decreto Presidencial nº 4.508 de 11 de dezembro de 2002 que desfruta da regulamentação específica que define os níveis mínimos de eficiência energética de motores elétricos trifásicos de indução.

O motor elétrico trifásico, em função do expressivo consumo de energia – estimado em cerca de 30% do consumo total do país e 50% do consumo do setor industrial, foi o primeiro equipamento selecionado pelo CGIEE para ser objeto da regulamentação.

As concessionárias de distribuição de energia, embasando-se na regulamentação relacionada às eficiências mínimas de motores, investem esforços em programas de troca de motores industriais, como por exemplo, a CPFL e a AES-Eletropaulo, que oferecem bônus nas contas de energia para compensar a troca de equipamentos menos eficientes.

O estabelecimento da implementação da Lei Nacional de Eficiência Energética produzirá, como consequência, os seguintes fatos:

- Em médio e longo prazo, retirar do mercado, os equipamentos menos eficientes energeticamente;
- Também, em longo prazo, obter economia de energia;
- Promover o desenvolvimento tecnológico, através da fabricação de equipamentos energeticamente mais eficientes;
- Promover o aumento da competitividade industrial do país;
- Reduzir os gastos dos consumidores; e
- Contribuir para a redução dos impactos socioambientais através do uso de equipamentos que consomem menos energia.

Através desse dispositivo legal, as novas edificações da Administração Pública Federal e Autárquica e aquelas que vierem a sofrer *retrofit* devem sugerir projetos para que os edifícios atinjam o melhor desempenho energético possível, obedecendo às características da edificação (ELETROBRAS, 2016).

A implantação da Lei exige um grande esforço para a elaboração das Regulamentações Específicas e dos Programas de Metas, bem como de planejamento para a fiscalização e estudos de impacto para o acompanhamento sistemático do processo em geral. Nesse sentido, o processo de etiquetagem das edificações da administração pública federal irá exigir do poder executivo um significativo esforço de articulação e coordenação para tornar esta regulamentação uma realidade prática (ELETROBRAS, 2016).

O Decreto nº 4.059/2001 em seu Art. 9º estabelece ainda que: “O Inmetro será responsável pela fiscalização e pelo acompanhamento dos programas de

avaliação da conformidade das máquinas e aparelhos consumidores de energia a serem regulamentados".

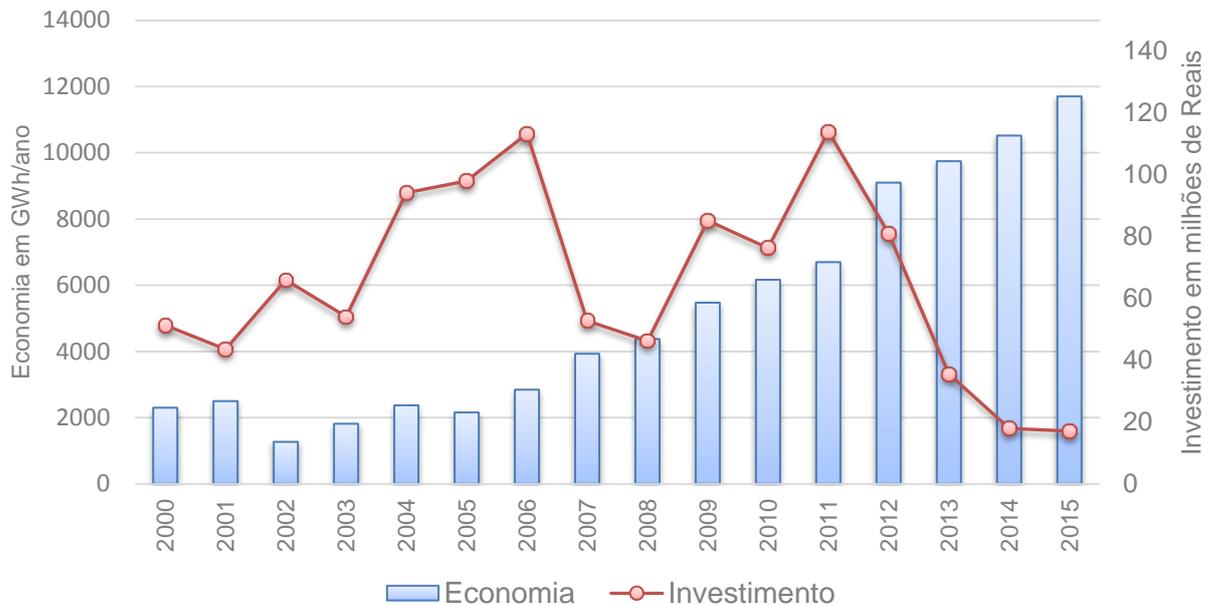
Consequentemente, a lei é um importante mecanismo de governança para a eficiência energética no Brasil.

Em relação ao Brasil foram apresentados os principais programas de eficiência energética, regulamentados pelos órgãos competentes, os quais tiveram início no ano de 1981 com o Programa Conserve. Nota-se que o Brasil possui uma grande diversidade de programas de eficiência energética nos mais variados setores, que vão desde programas educacionais até programas assistencialistas. Com grande destaque, o Programa de Etiquetagem consegue uma abrangência maior, tendo o consumidor como seu aliado na busca pela eficiência energética.

## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 6.1 Procel de 2000 até 2015

A Figura 13 exibe os dados de investimentos e economias geradas entre 2000 e 2015 para o Procel. É possível com base nesses dados traçar uma relação entre Retorno do Investimento, conforme apresentado na Figura 14:



**Figura 13 - Investimento e Economia Gerada (2000 até 2015).**

Fonte: elaborada pelo autor

A Figura 14 mostra o perfil de retorno de investimento ao longo dos anos.



**Figura 14 - Retorno do Investimento (2000 até 2015).**

Fonte: elaborada pelo autor

Com base no gráfico apresentado na Figura 14, observa-se que entre os anos de 2000 e 2011, o retorno obtido para cada milhão de Reais investidos ficou abaixo de 100 GWh/ano, apresentando uma melhora nos resultados a partir de 2007. Porém, a partir de 2012 é possível verificar uma crescente melhora nos índices, alcançando seu maior patamar em 2015 com economia gerada de 685 GWh/ano por milhão de Reais investidos.

Isso se deve a toda infraestrutura necessária estar preparada, conseguindo-se uma economia total de aproximadamente 700 GWh/ano por milhão de Reais investidos durante o ano de 2015.

## 6.2 Retorno Investimento PEE

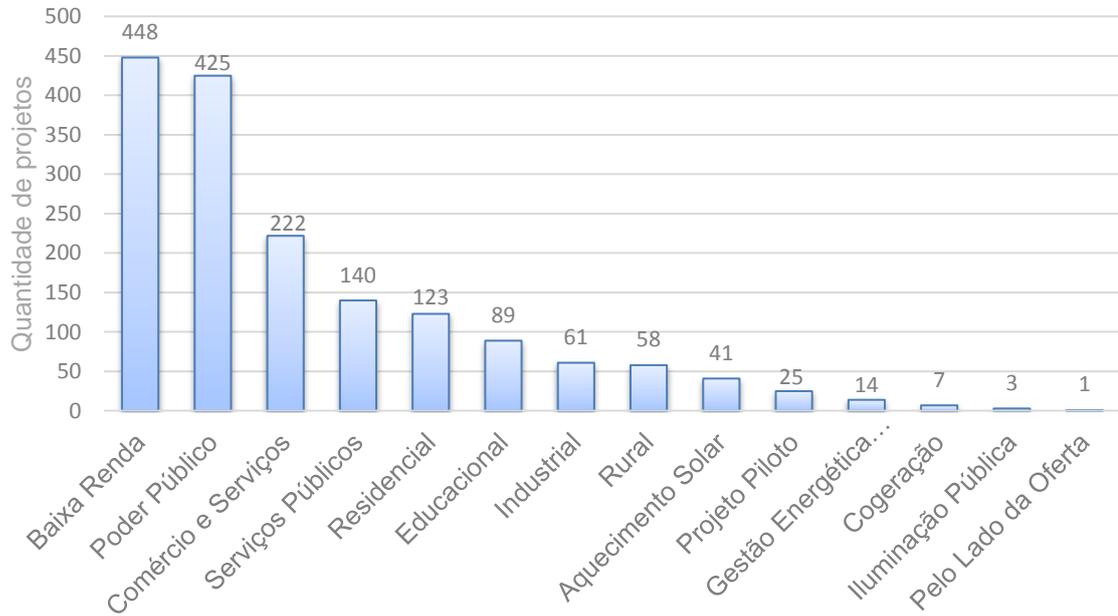
Na Tabela 8 têm-se os investimentos no PEE de 2008 até março de 2016 separados por tipologias:

**Tabela 8 - Investimento no PEE de 2008 até março de 2016.**

<b>Tipologia</b>	<b>Quantidade de Projetos</b>	<b>Energia Economizada (GWh/ano)</b>	<b>Demanda Retirada de Ponta (MW)</b>	<b>Investimento Total (M R\$)</b>
Aquecimento Solar	41	23,75	15,59	74,77
Baixa Renda	448	2.445,72	915,80	2.847,71
Cogeração	7	146,19	16,50	141,20
Comércio e Serviços	222	226,04	34,77	150,47
Educacional	89	6,05	1,82	232,29
Gestão Energética Municipal	14	0,00	0,00	9,63
Iluminação Pública	3	3,74	0,75	4,7
Industrial	61	168,16	11,47	100,50
Pelo Lado da Oferta	1	0,48	0,32	5,56
Poder Público	425	510,92	109,94	474,23
Projeto Piloto	25	117,08	21,09	70,91
Residencial	123	736,13	216,04	515,41
Rural	58	33,03	16,61	25,35
Serviços Públicos	140	139,34	30,08	150,36
<b>Total geral</b>	<b>1.657</b>	<b>4.557</b>	<b>1.391</b>	<b>4.803</b>

Fonte: Aneel (2016 b)

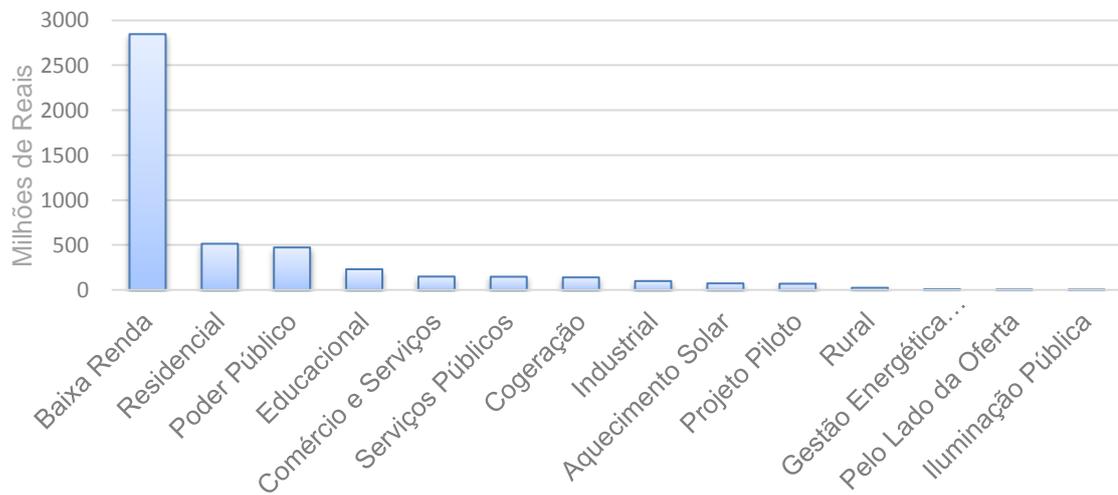
Na Figura 15 é apresentada a quantidade de projetos por tipologia:



**Figura 15 - Quantidade de Projetos.**

Fonte: Aneel (2016 b)

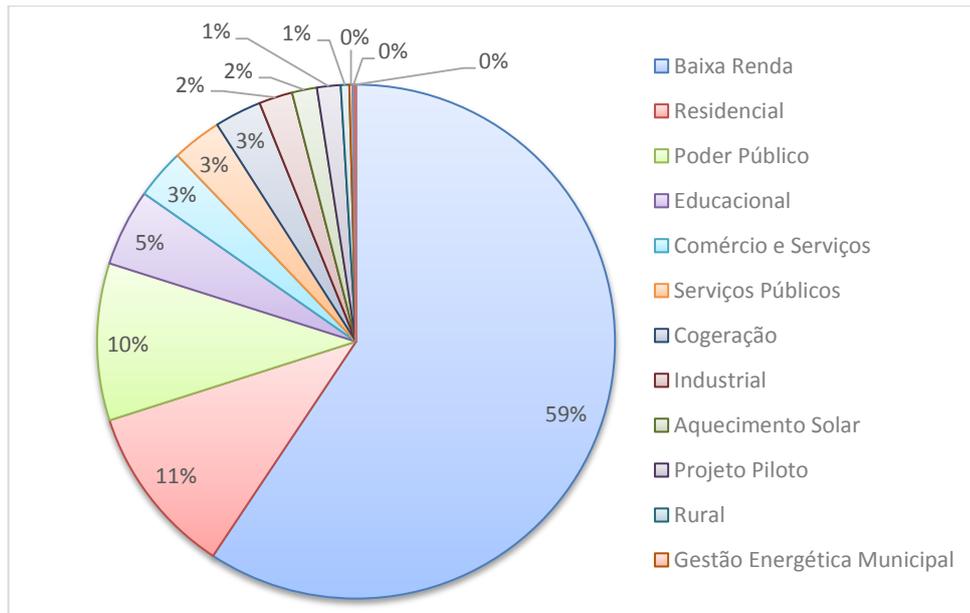
Na Figura 16 tem-se o investimento total nos projetos de PEE por tipologia:



**Figura 16 - Investimento Total por Tipologia.**

Fonte: Elaborado pelo autor

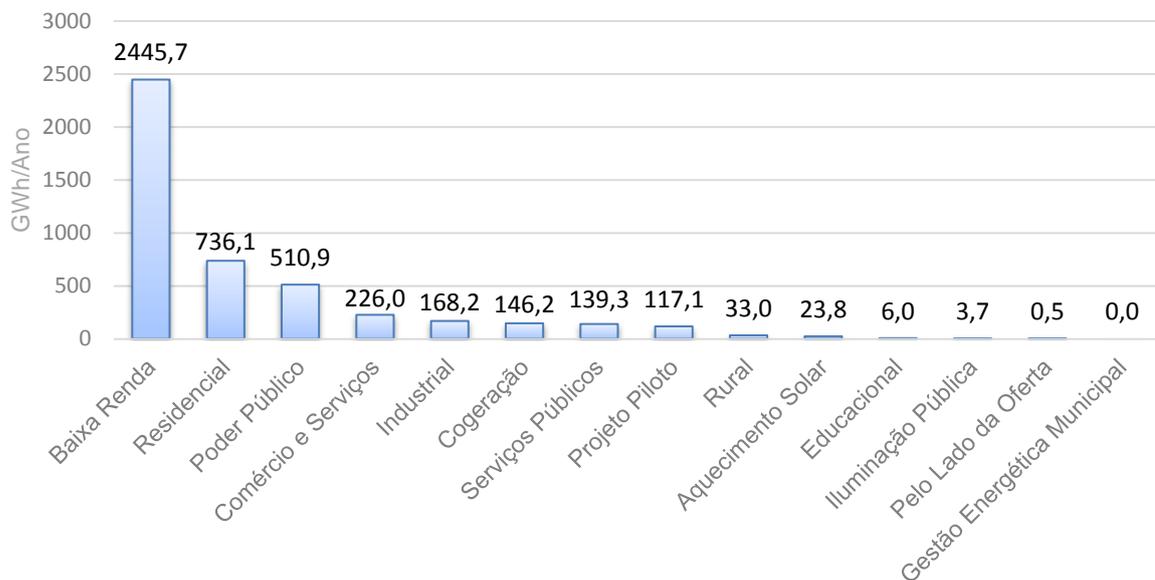
A Figura 17 mostra o percentual de investimento da distribuição dos 1.657 projetos aplicado em cada categoria. Nota-se que os investimentos concentram-se nos programas de Baixa Renda com 59% do investimento total, sendo o foco as ações de substituição de equipamentos ineficientes em residências de baixo poder aquisitivo. Esta tipologia também inclui regularização de consumidores clandestinos, ações educacionais, reformas/instalações nos padrões de entrada, entre outras.



**Figura 17 - Percentual de Investimento por Tipologia.**

Fonte: Aneel (2016 b)

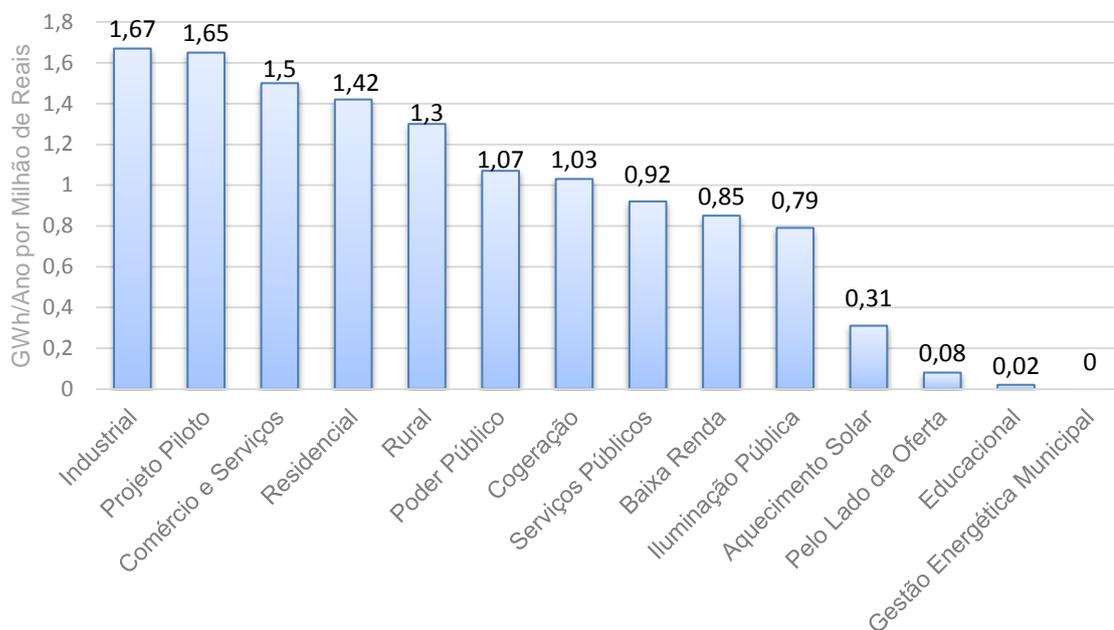
Na Figura 18 tem-se a Energia Economizada total nos projetos de PEE por tipologia:



**Figura 18 - Energia Economizada total por Tipologia.**

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 19 mostra-se o retorno do investimento medido em GWh/ano por milhão de Reais investido em suas respectivas tipologias.



**Figura 19 - Retorno do Investimento Medido em GWh/ano por Milhão de Reais Investidos.**

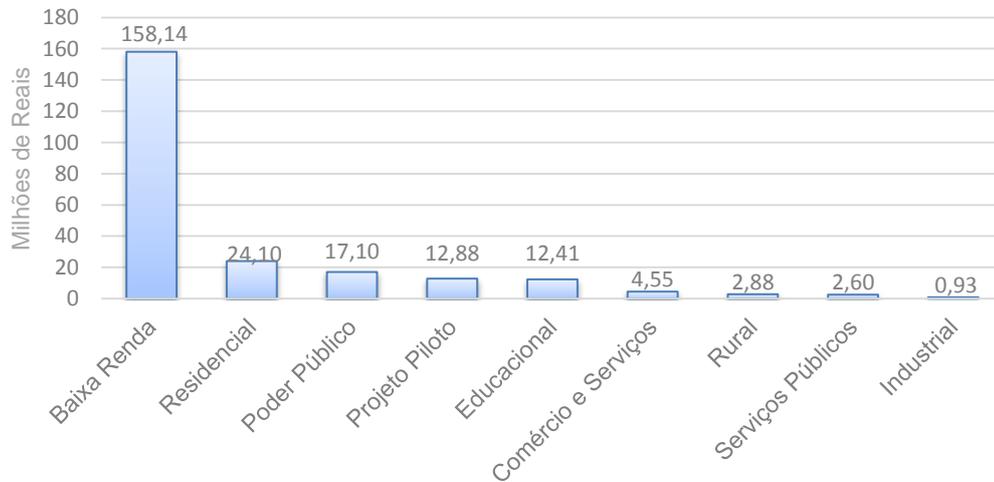
Fonte: elaborada pelo autor

Conforme exibido na Figura 19, nota-se que existem diferenças significativas entre o retorno de investimento medido em GWh/ano por milhão de Reais investidos entre cada um dos programas. Sendo assim, uma vez que os recursos investidos são limitados, uma análise mais racional na aprovação dos projetos poderia elevar o montante de GWh/ano economizados.

### 6.2.1 Análise e Sugestão de Investimento da Região Centro Oeste

A seguir são apresentados os gráficos relativos à Região Centro Oeste.

Na Figura 20 mostra-se o investimento por tipologia na Região Centro Oeste:

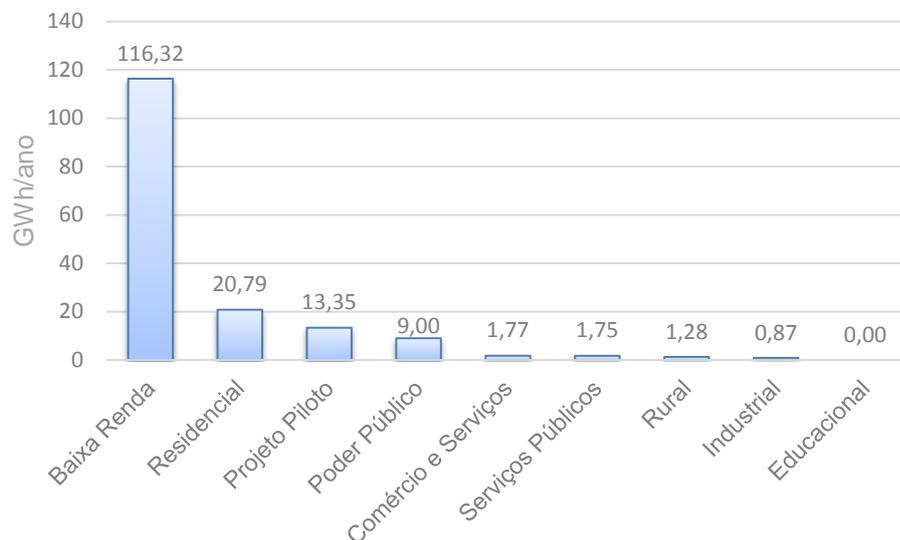


**Figura 20 - Investimento por Tipologia - Região Centro Oeste.**

Fonte: elaborada pelo autor

Analisando-se o investimento na Figura 20, nota-se uma total disparidade entre os investimentos de cada programa, com destaque para os projetos relacionados à Baixa Renda. O investimento em indústria ocupa a última posição.

Na Figura 21 mostra-se a energia economizada por tipologia na Região Centro Oeste:

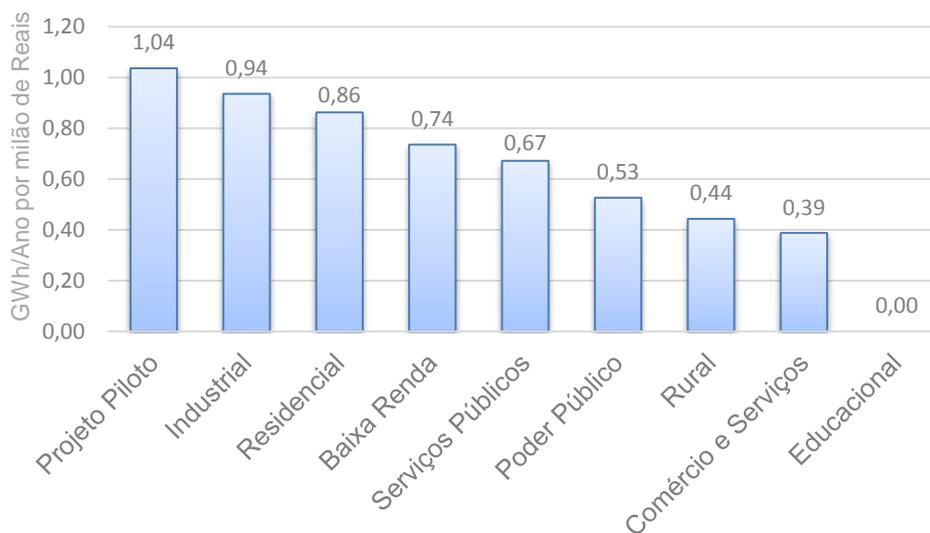


**Figura 21 - Energia Economizada por Tipologia - Região Centro Oeste.**

Fonte: elaborada pelo autor

Na Figura 21 ao que se refere ao total de energia economizada, pode-se notar que a baixa renda também ocupa a primeira posição, reflexo do maior investimento realizado nessa área. Apesar do investimento em educação estar na quinta posição não existe uma relação direta com a energia economizada, sendo assim, programas Educacionais ocupam a última posição.

Na Figura 22 com relação ao retorno do investimento, nota-se que os investimentos na tipologia Projeto Piloto obtêm o melhor retorno, porém o destaque está para o retorno dos programas industriais, que apesar de ocupar a última posição no ranking de investimentos ocupa a segunda posição no índice de retorno de investimento. Apesar das leis relacionadas a investimento de baixa renda, o retorno com esses programas ocupa somente o quarto lugar.



**Figura 22 - Retorno Investimento por Tipologia - Região Centro Oeste.**

Fonte: elaborada pelo autor

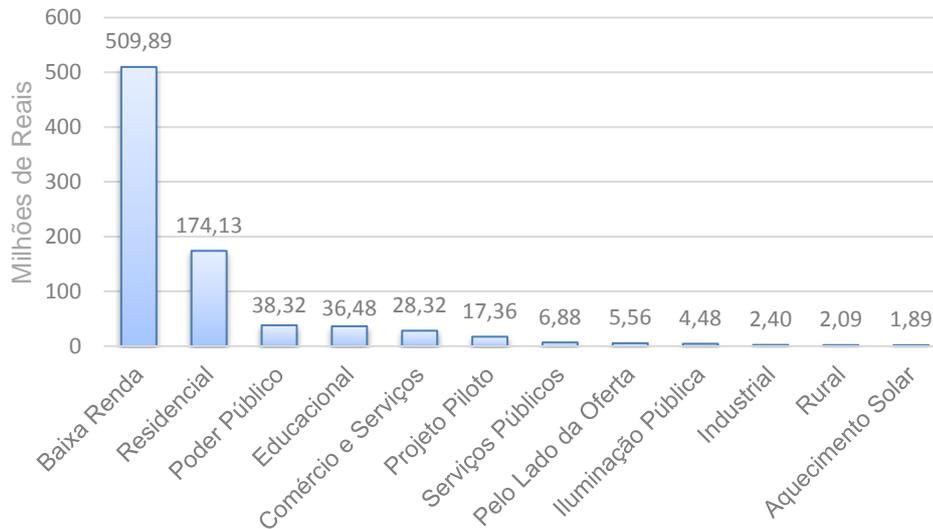
Sendo a economia da Região Centro Oeste fortemente ligada à agricultura, nota-se que o baixo retorno relacionado à tipologia “Rural” deve servir como alerta para que uma melhor análise dos investimentos nessa área seja efetuada, como forma de focar os investimentos em programas mais eficientes.

Baseado nessa análise nota-se que as políticas sociais que regem a coordenação dos investimentos nos Estados do Centro Oeste, deveriam ser revisadas com o objetivo de aumentar o investimento em programas que possuem maior retorno.

### 6.2.2 Análise e Sugestão de Investimento da Região Nordeste

A seguir são apresentados os gráficos relativos à Região Nordeste.

Na Figura 23 mostra-se o investimento por tipologia na Região Nordeste:

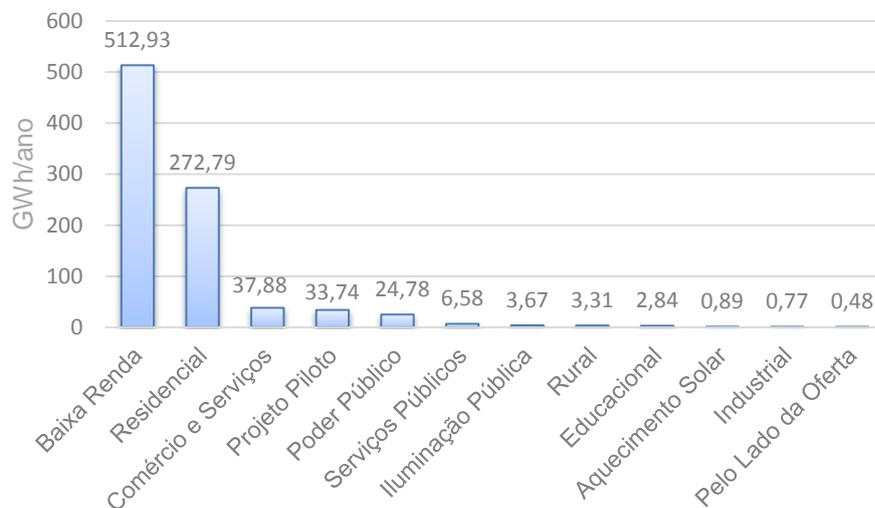


**Figura 23 - Investimento por Tipologia – Nordeste.**

Fonte: elaborada pelo autor

Analisando-se o investimento na Figura 23, nota-se uma concentração maior para as tipologias “Baixa Renda” e “Residencial”, com pouco investimento nos demais programas, sendo que as tipologias “Industrial” e “Rural”, as quais tendem a contribuir positivamente com a economia regional estão em antepenúltimo e penúltimo lugar. Nota-se também que apesar da grande capacidade que a Região Nordeste tem com relação à energia proveniente do sol, os programas relacionados a aquecimento solar ocupam a última posição no ranking de investimentos.

Na Figura 24 mostra-se a energia economizada por tipologia na Região Nordeste:

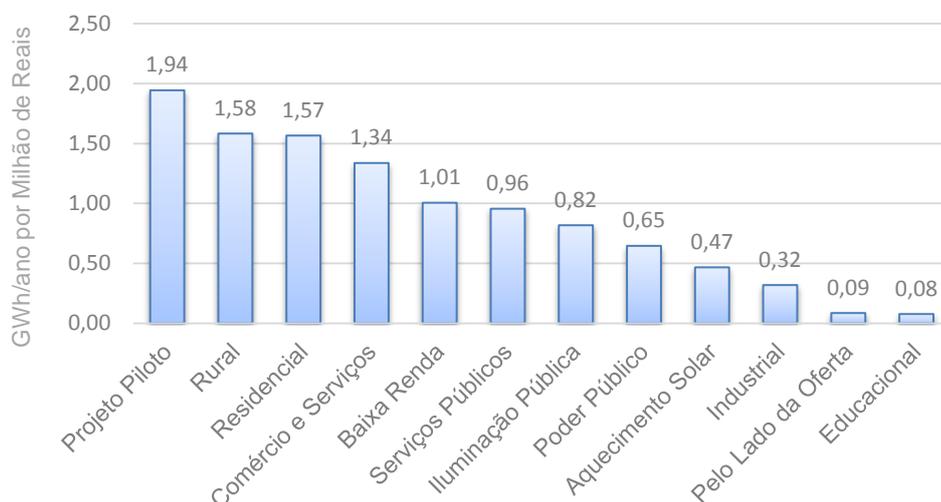


**Figura 24 - Energia Economizada por Tipologia – Nordeste.**

Fonte: elaborada pelo autor

Na Figura 24 ao que se refere ao total de energia economizada, pode-se notar que as tipologias “Baixa Renda” e “Residencial” também ocupam as primeiras posições, reflexo do maior investimento realizado nessa área. Com reflexo dos baixos investimentos, as tipologias “Rural”, “Industrial” e “Aquecimento Solar” também não possuem destaque com relação à economia de energia.

Na Figura 25 com relação ao retorno do investimento, nota-se que os investimentos na tipologia Projeto Piloto obtêm o melhor retorno, porém o destaque está para o retorno dos programas rurais, que apesar de ocupar a penúltima posição no ranking de investimentos ocupa a segunda posição no índice de retorno de investimento. Apesar das leis relacionadas a investimento de baixa renda, o retorno com esses programas ocupa somente o quinto lugar.



**Figura 25 - Retorno Investimento por Tipologia – Nordeste.**

Fonte: elaborada pelo autor

Sendo a Região Nordeste uma região com dificuldades naturais à expansão da agricultura, o bom desempenho dos programas voltados a essa tipologia devem servir como estímulo na determinação das políticas públicas relativas à agricultura na região.

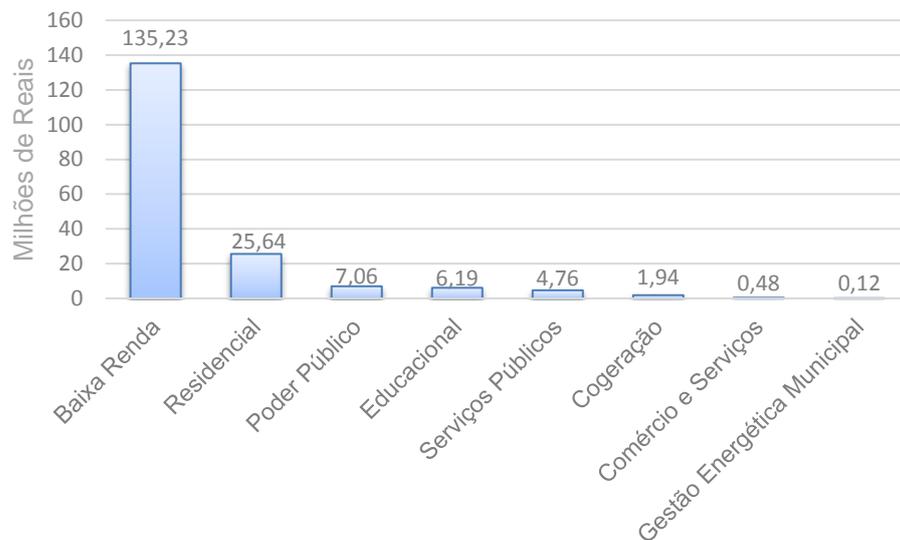
Uma vez que grande parte da economia agrícola do Nordeste advém da Agricultura Familiar, projetos de baixos investimentos (exemplo trabalhando com melhor a locação dos horários que serão utilizados os sistemas de irrigação sem necessidade de substituição de motores), poderiam-se configurar como um dos principais agentes sociais na região.

Um destaque negativo refere-se aos projetos de Aquecimento Solar, que ocupam somente a nona posição no índice de retorno do investimento, mesmo sendo a Região Nordeste amplamente conhecida pela alta incidência solar.

### 6.2.3 Análise e Sugestão de Investimento da Região Norte

A seguir são apresentados os gráficos relativos à Região Norte.

Na Figura 26 mostra-se o investimento por tipologia na Região Norte:



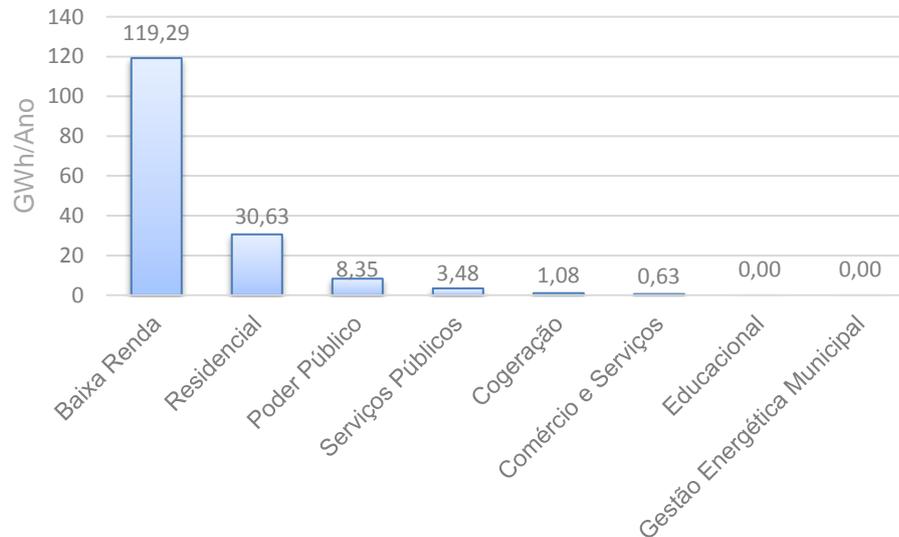
**Figura 26 - Investimento por Tipologia – Norte.**

Fonte: elaborada pelo autor

Analisando-se o investimento na Figura 26, nota-se a concentração para os programas de Baixa Renda, tendo-se em segundo lugar os programas residenciais e com pouco investimento nos demais programas.

Apesar de a Região Norte possuir a Zona Franca de Manaus, nota-se a ausência de investimentos em programas industriais.

Na Figura 27 mostra-se a energia economizada por tipologia na Região Norte:

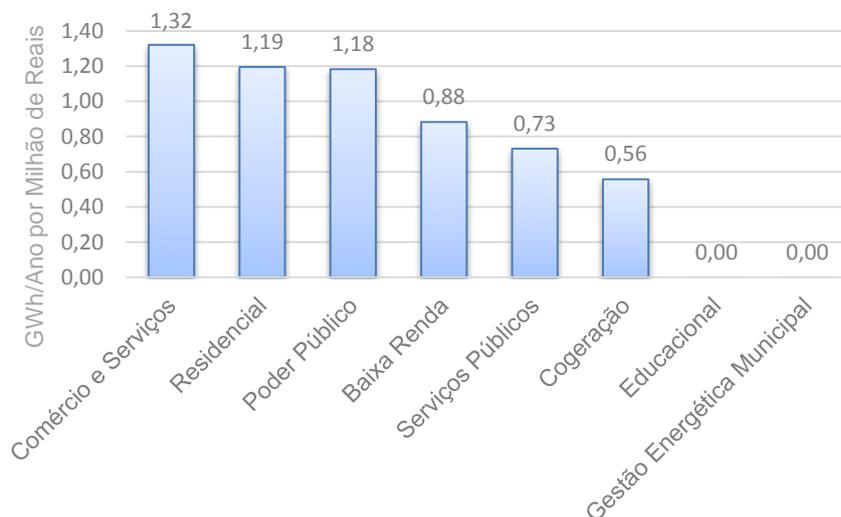


**Figura 27 - Energia Economizada por Tipologia – Norte.**

Fonte: elaborada pelo autor

Com relação à energia economizada na Figura 27, nota-se que as primeiras posições são ocupadas pelas tipologias que receberam maior investimento, porém os investimentos em educação não se refletem na economia de energia, sendo assim, essa tipologia ocupa o último lugar, juntamente com “Gestão Energética Municipal”.

Na Figura 28 apesar do investimento em “Comércio e Serviços” ocupar somente a sexta posição, essa tipologia ocupa a primeira posição no ranking de retorno de investimentos, seguida da tipologia “Residencial”. Destaca-se também o baixo retorno de investimento relativo aos programas de “Baixa Renda”.



**Figura 28 - Retorno Investimento por Tipologia – Norte.**

Fonte: elaborada pelo autor

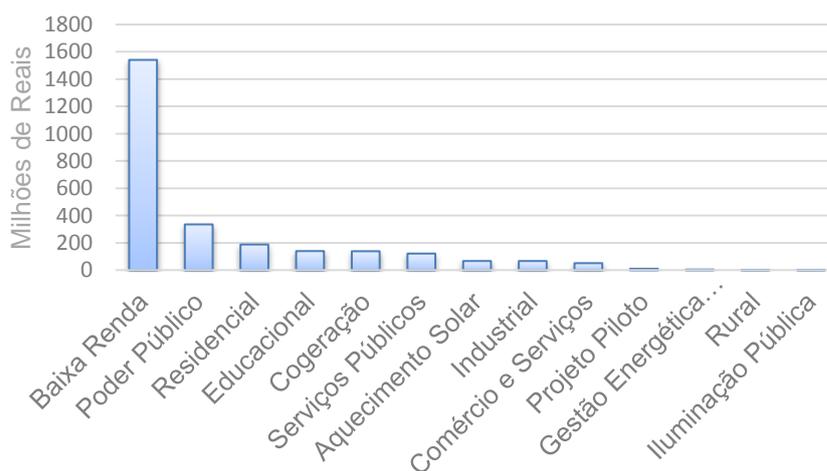
Com base nessas análises, nota-se também para a Região Norte, a necessidade de que as políticas públicas de investimento em programas de eficiência energética estejam voltadas para tipologias que apresentem melhor desempenho.

Com relação às políticas de incentivo as atividades industriais promovidas pela Região Norte, uma revisão se faz necessária, para incluir requisitos relacionados aos programas de eficiência energética, possibilitando-se assim maiores economias de energia para a região.

#### 6.2.4 Análise e Sugestão de Investimento da Região Sudeste

A seguir são apresentados os gráficos relativos à Região Sudeste.

Na Figura 29 mostra-se o investimento por tipologia na Região Sudeste:



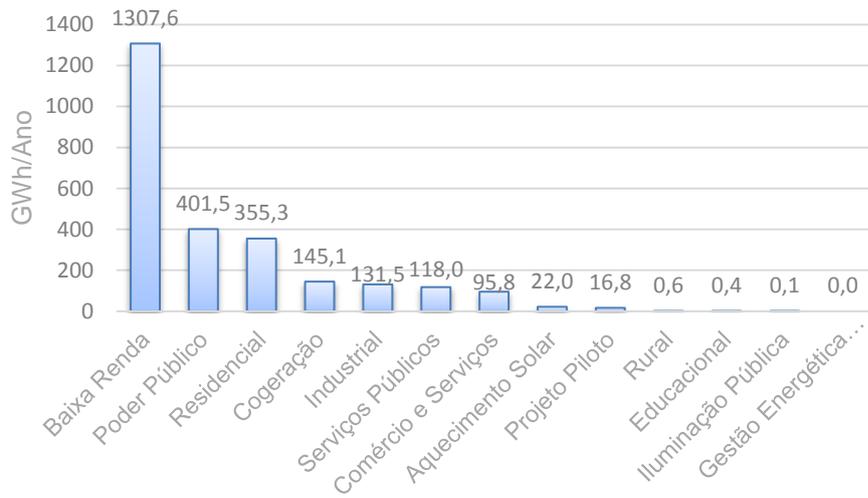
**Figura 29 - Investimento por Tipologia – Sudeste.**

Fonte: elaborada pelo autor

A Região Sudeste, possui a maior concentração da população do país e também as maiores contribuições econômica de diversos setores, possui também o maior volume em investimentos quando comparado com as demais regiões do Brasil.

Analisando-se o investimento, nota-se a concentração para os programas de Baixa Renda, seguida dos programas relativos ao poder público. Pouco investimento se faz presente nas tipologias “Rural” e “Iluminação Pública”.

A Figura 30 mostra a energia economizada por tipologia na Região Sudeste:

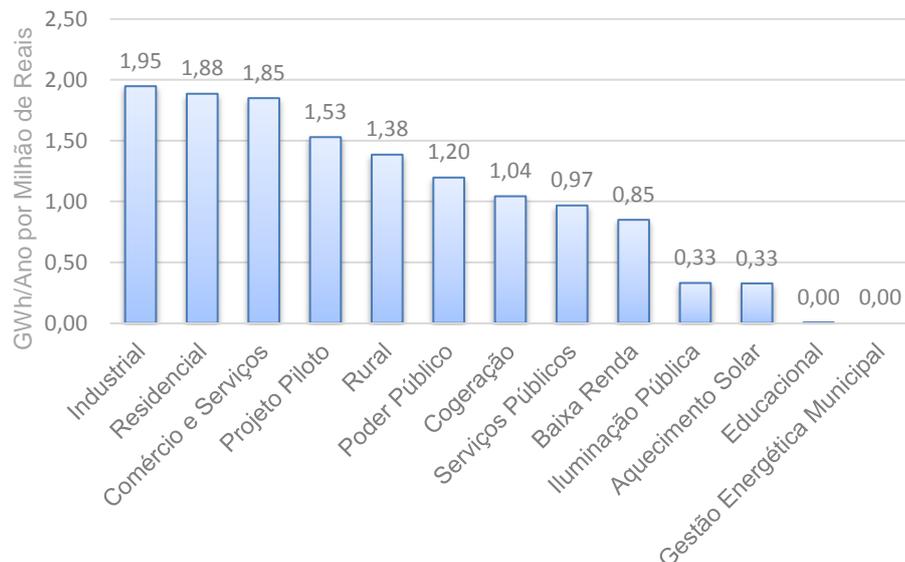


**Figura 30 - Energia Economizada por Tipologia – Sudeste.**

Fonte: elaborada pelo autor

Na Figura 30 tem-se que o total economizado pela Região Sudeste também se destaca quando comparado com as demais regiões, notando-se uma equivalência entre o montante investido e o total economizado para as três primeiras posições (Baixa Renda, Poder Público e Residencial).

Com relação ao retorno de investimento na Figura 31, o setor industrial se destaca em primeiro lugar, apesar do baixo investimento. Isso se deve a maior maturidade das empresas em investir internamente em programas cujos benefícios são melhores avaliados. As tipologias “Residencial” e “Comércios e Serviços” também se destacam com relação ao retorno.



**Figura 31 - Retorno Investimento por Tipologia – Sudeste.**

Fonte: elaborada pelo autor

Apesar da grande divulgação que tanto os governos locais quanto as Concessionárias de Energia fazem a respeito dos projetos de iluminação pública, essa tipologia ocupa somente a décima posição, sendo-se assim necessária uma melhor avaliação sobre quais medidas devem ser tomadas para que os programas atuais deem em um retorno maior.

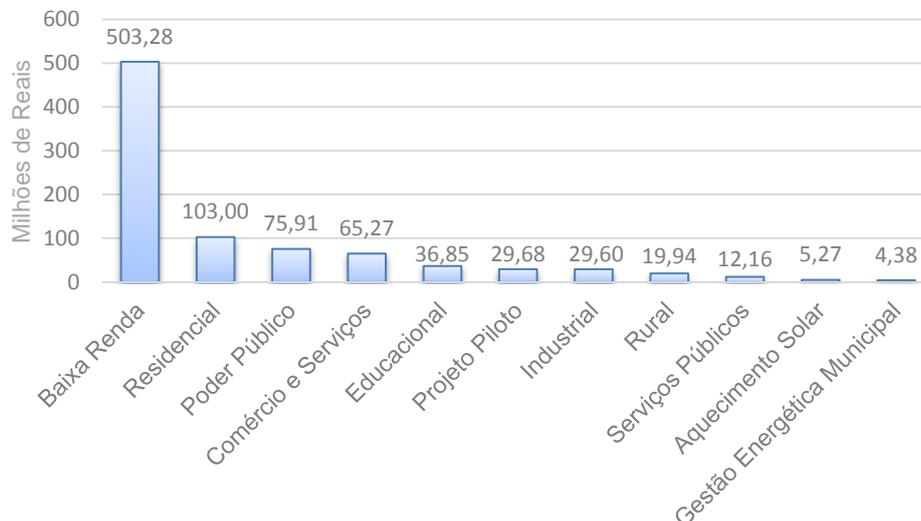
Outra tipologia que deve ser melhor avaliada é a de “Baixa Renda”, que possui o maior investimento e a maior economia gerada, porém somente ocupa a nona posição com relação ao retorno.

Sendo assim, as políticas públicas que regem os investimentos na Região Sudeste também devem ser revistas como forma de maximizar as economias atualmente obtidas.

### 6.2.5 Análise e Sugestão de Investimento da Região Sul

A seguir são apresentados os gráficos relativos à Região Sul.

Na Figura 32 mostra-se o investimento por tipologia na Região Sul:

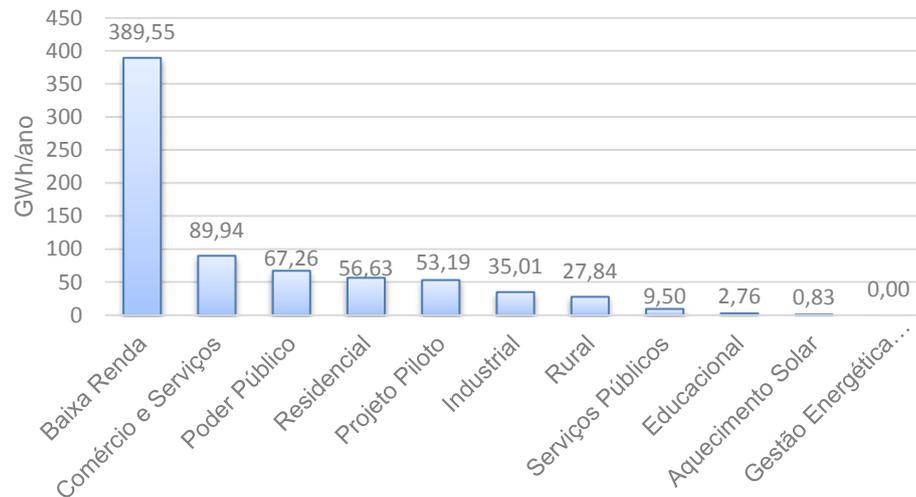


**Figura 32 - Investimento por Tipologia – Sul.**

Fonte: elaborada pelo autor

Analisando-se o investimento na Região Sul na Figura 32, nota-se a concentração para os programas de Baixa Renda, tendo-se em segundo lugar os programas residenciais. Ficando o setor de Comércio e Serviços, Educacional e Projeto Piloto em quarto, quinto e sexto dos maiores investimentos respectivamente.

Na Figura 33 mostra-se a energia economizada por tipologia na Região Sul:

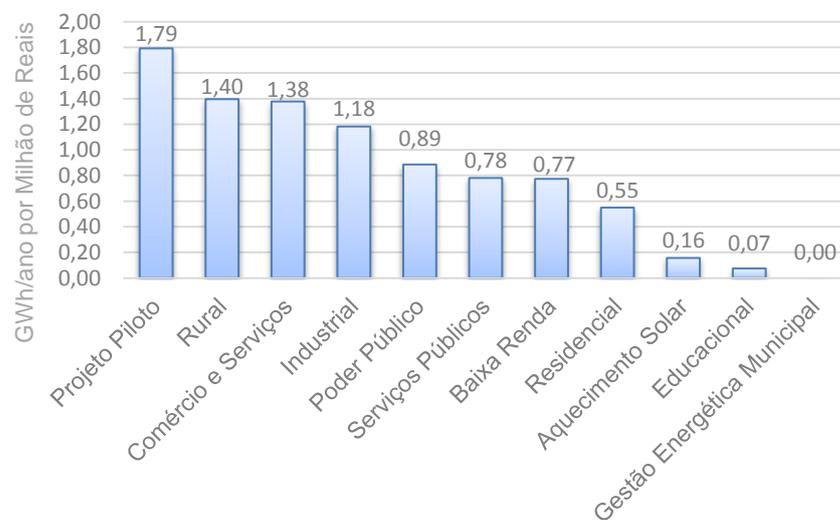


**Figura 33 - Energia Economizada por Tipologia – Sul.**

Fonte: elaborada pelo autor

Ao que se refere ao total de energia economizada na Figura 33, pode-se notar que a tipologia Baixa Renda continua na primeira posição e que a segunda posição ficou para o setor de Comércio e Serviços, passando o residencial e o Projeto Piloto para a quarta e quinta posição.

Na Figura 34 tem-se o retorno do investimento por tipologia na Região Sul que apesar do investimento em “Projeto Piloto” ocupar somente a sexta posição, essa tipologia ocupa a primeira posição no ranking de retorno de investimentos, seguida da tipologia “Rural”. Destaca-se também o baixo retorno de investimento relativo aos programas de “Baixa Renda”.



**Figura 34 - Retorno Investimento por Tipologia – Sul.**

Fonte: elaborada pelo autor

Levando-se em conta que a Região sul, destaca-se atualmente como a segunda região mais rica do país, com forte potencial industrial e agrícola, maiores investimentos nessas áreas deveriam ser objetivo das políticas públicas. Nota-se também que as tipologias onde os investimentos se concentram possuem baixo retorno, sendo necessária uma revisão mais apurada de quais programas devem receber tais investimentos.

Na Tabela 9 mostra-se o posicionamento do retorno do investimento por região e tipologia.

**Tabela 9 - Posicionamento do Retorno do Investimento por Região e Tipologia.**

	Centro Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul
Baixa Renda	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>
Residencial	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>
Poder Público	6 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>
Educacional	9 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Comércio e Serviços	8 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
Serviços Públicos	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>
Cogeração	-	-	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	-
Industrial	2 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	-	1 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
Aquecimento Solar	-	9 <sup>a</sup>	-	11 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>
Projeto Piloto	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	-	4 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>
Rural	7 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	-	5 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>
Gestão Energética Municipal	-	-	8 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>
Pelo Lado da Oferta	-	11 <sup>a</sup>	-	-	-
Iluminação Pública	-	7 <sup>a</sup>	-	10 <sup>a</sup>	-

Fonte: Elaborada pelo autor

Foram detalhados os resultados obtidos com o PEE da Aneel, através da análise sobre investimento e seu retorno, para cada tipologia e região do país. Nota-se que o PEE possui investimentos concentrados em programas de Baixa Renda, porém com baixo retorno, classificando-se assim esses investimentos como sendo ineficientes e em muitos casos de caráter assistencialista. Outro fator salientado é a questão de que muitas tipologias que possuem impacto econômico mais intenso, apesar de possuírem baixos investimentos, conseguem os melhores retornos de investimento. Dessa forma, o PEE poderia ser readequado como forma de alterar o seu caráter atual conseguindo-se ainda maiores contribuições com relação à eficiência energética.

### **6.3 Conclusões dos Programas de Eficiência energética no Brasil.**

O Conserve foi o primeiro programa, com o intuito de promover a conservação de energia no setor industrial, acelerar o desenvolvimento de novos produtos e processos energeticamente eficientes e o estímulo à substituição de energéticos importados por fontes alternativas nacionais. A Crise da década de 1980 impediu o programa de atingir seu objetivo inicial, aprovando assim em 1980 um conjunto de ações a conservação de energia e a substituição do uso de derivados do petróleo na matriz energética.

O PBE tem como finalidade social permitir aos consumidores uma melhor escolha dos produtos, ao informar sobre sua eficiência, estimulando-se assim uma compra com menor impacto no consumo de energia residencial. Como finalidade técnica, habilita o Inmetro, através de investimentos em equipamentos e laboratórios, a qualificar os equipamentos com níveis mínimos de eficiência energética apresentados na etiqueta.

O Procel possui como perfil, o estímulo de ter o consumidor como aliado e agente fiscalizador fornecendo os dados necessários para que o consumidor tome a decisão na hora da compra. No início foi investido em capacitação técnica, montagem de laboratório etc. Atualmente, com sua infraestrutura já apta aos requerimentos do programa atua somente nos princípios previamente estabelecidos, obtendo-se o retorno do investimento. Porém, se o ritmo de investimentos fosse mantido nos mesmos patamares previamente estabelecidos, poderia-se aumentar a infraestrutura, capacitar ainda mais sua equipe técnica, possibilitando-se uma expansão do conhecimento adquirido e também o compartilhamento de tal conhecimento com empresas de pequeno e médio porte. Dessa forma, teria uma atuação técnica mais abrangente, incentivando de forma mais atuante o desenvolvimento de produtos mais eficientes.

O Conpet é voltado à conscientização dos consumidores sobre a importância do uso racional de energia para o desenvolvimento sustentável e melhor qualidade de vida, tendo sua parte social a criação de uma cultura antidesperdício em alunos do 6º ao 9º ano nas escolas e aos motoristas.

Juntamente com o racionamento de energia elétrica, criou-se em 2000 a lei de obrigatoriedade para que as concessionárias destinem parte do ROL ao setor elétrico para a pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética e PEE por meio

de projetos, promovendo o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia, estimulando a criação de hábitos e práticas racionais de uso de energia elétrica tanto para o consumidor residencial quanto indústrias, comércio, entre outros. Sendo o PEE o programa mais amplo atualmente no Brasil.

Com base nas carências sociais, o PEE possui maior parte de seus investimentos voltados para os programas assistencialistas de Baixa Renda, que apesar de terem seus aspectos sociais como maior motivação não possui uma grande atenção quanto aos desenvolvimentos técnicos. Exemplo disso são os projetos de baixa renda voltados somente para a troca de equipamentos, como lâmpadas incandescentes para lâmpadas LED, que não levam em conta os critérios de qualidade de energia que serão impactados ao se adicionar distorções harmônicas na rede.

Nota-se em todos os programas apresentados a ausência de medidores de impactos mundialmente aceitos, como por exemplo, a quantidade de emissão de carbono evitada com cada programa. Sendo assim, espera-se que os programas brasileiros equiparem-se com os de outros países, permitindo-se comparações que possibilitem a verificação de conformidades com os protocolos ambientais atualmente assinados.

Os recursos desse programa poderiam ser utilizados com a estratégia de alavancarem outros recursos do próprio mercado, propiciando uma oportunidade para programas mais ambiciosos e com contrapartidas do mercado e setor privado (Jannuzziet al., 2001), mas não existem ainda indicações nessa direção. Ainda, os programas de baixa renda poderiam ser acoplados a uma estratégia de minimizar os subsídios atualmente oferecidos à tarifa social, destinada a consumidores de baixa renda (Jannuzzi, 2010).

## 7 CONCLUSÕES

### 7.1 Conclusões Gerais

Este trabalho assumiu como objetivo analisar os impactos dos programas de eficiência energética, propondo as alterações que os programas brasileiros poderiam sofrer, baseados nos programas mundiais, como forma de melhorar o retorno de investimento tendo-se como base as particularidades regionais.

Inicialmente foram exibidos os conceitos gerais envolvendo eficiência energética. Em seguida, foram apresentados detalhamentos dos programas para os Estados Unidos, Rússia, China, Japão, União Europeia (com enfoque para Alemanha, Espanha e Portugal) e Brasil. Sendo assim, baseando-se nos bons resultados obtidos pelos demais países, analogias podem ser traçadas com os programas brasileiros.

Com relação aos Estados Unidos, o Brasil poderia maximizar o retorno dos investimentos inspirando-se nas parcerias público-privado, desenvolvendo junto com as empresas soluções em eficiência energética. Nota-se também que baseando-se na sua capacidade de exportar normas e padrões consegue através do programa *Energy Star* contribuir com a eficiência energética não somente de sua nação, mas também para economia de energia em diversos países importadores dos seus produtos, incluindo o Brasil.

A Rússia, em contrapartida é considerada uma das nações com maior potencial para economizar energia pelo fato de possuir sua estrutura industrial instalada há décadas, sem sofrer grandes renovações. Dessa forma, nações que dispõem de limitações industriais como o Brasil podem-se espelhar em programas que surtam efeitos positivos na Rússia e até mesmo iniciar parcerias para desenvolvimento de tecnologias que atendam tanto as necessidades russas quanto as necessidades brasileiras, para os demais programas e analogias não é possível uma vez que o clima e matriz energética russa são diferentes do Brasil.

Esforços mais intensos deveriam estar presentes no setor industrial do Brasil. Nota-se a ausência de investimentos em eficiência energética, por exemplo, na Zona Franca de Manaus, polo tecnológico e industrial que mereceria mais atenção.

Ainda, relativo a eficiência energética no setor industrial, dois países se destacam: Japão e China, uma vez que o Japão possui uma capacidade de inovação tecnológica atualmente buscando-se eficiência energética também nos

desenvolvimentos de tecnologias digitais e a China que nas últimas décadas configura-se como uma potência industrial e que também possui programas de eficiência energética voltados exclusivamente para o setor.

No caso dessas duas nações, nota-se que a gestão energética industrial é particularmente regida por normas que exigem a atuação de gestores de energia, os quais devem prestar contas sobre as implementações e realizações em seu ambiente de trabalho.

Destaca-se a implantação da ISO 50001 pelo Japão, a qual também vem sendo implementada por diversas empresas ao redor do mundo, incluindo o Brasil. Novamente nações com limitações de investimentos industriais deveriam atentar-se ao modelo proposto pelos asiáticos como forma de maximizar a obtenção de benefícios com soluções que muitas vezes podem ser criadas e desenvolvidas internamente nas indústrias.

A objetividade da China ao estabelecer metas e nomear diretamente as empresas deveriam ser implementadas nos programas brasileiros, com a possibilidade de aumentar os ganhos com os programas industriais.

Para o Japão em especial, nota-se também uma alta difusão da cultura da eficiência energética entre toda população, principalmente induzida pelos altos custos das distribuidoras de energia e pelos períodos de escassez que o país viveu em momentos pós-guerra. Para esse quesito, apesar do avanço obtido pelo Brasil nas últimas décadas com relação à conscientização da população, ainda se torna difícil traçar um paralelo devido a grande abundância de recursos naturais e energético.

Com relação à União Europeia, nota-se que além de possuir interesses econômicos, também atua fortemente no que diz relação aos aspectos ambientais. Sua Diretiva de 20/20/20 é a responsável por grandes avanços por toda Europa. Essa estratégia também poderia ser adaptada para as necessidades brasileiras e dos países latino-americanos membros do MERCOSUL. Sendo assim, o Brasil como um dos líderes do grupo, poderia beneficiar-se da possibilidade de exportação de tecnologia que fosse capaz de auxiliar os demais países a alcançar suas metas de eficiência energética.

A preocupação da Alemanha em alinhar seus programas de eficiência energética com as questões ambientais deveriam ser tomadas como exemplo pelos demais países, incluindo o Brasil.

Porém também pode-se notar que com relação a Portugal e Espanha, o Brasil já possui vantagens conquistadas pelo fato de não ser dependente energeticamente de outros países, porém, um alerta deve ser emitido ao fato de que a Espanha estar em transição para fontes renováveis, sem conseguir ao mesmo tempo reduzir os seus custos, o que analogicamente ao Brasil traria impactos sociais.

Com relação ao Brasil, foram exibidos os principais programas de eficiência energética atualmente ativos, possibilitando uma melhor análise das diferenças de cada programa e subprograma, tal como também a motivação e incentivo governamental que apoia cada iniciativa.

Neste contexto, nota-se que o PBE e o Conpet possuem uma abordagem mais voltada ao consumidor final, aliando-se a este como agente fiscalizador sem influir diretamente na origem dos problemas de desperdícios. Porém mesmo possuindo aspecto instrutivo, os programas ainda não alcançaram total capacidade de influenciar e alterar a mentalidade da população como já foi alcançado pelo Japão.

Para o Procel, nota-se uma abordagem mais ampla, voltando-se tanto para o consumidor final quanto para os setores responsáveis pelo desenvolvimento de produtos, construção de moradias, entre outros.

Também relacionado ao Procel, nota-se uma variação de investimento entre 2000 e 2011, porém mantendo-se em patamares superiores aos alcançados a partir de 2012, ano no qual se iniciou uma diminuição contínua dos investimentos nos programas do Procel. Essa diminuição do investimento explica-se devido ao fato de que toda infraestrutura necessária para a execução dos programas já estava pronta.

Em contrapartida, os retornos do investimento alcançado nos programas a partir de 2012 também se mostraram em uma tendência positiva, possibilitando obter uma considerável economia de energia dos programas do Procel.

Este trabalho também apresentou os detalhes do PEE, o qual está presente em todos os setores da economia brasileira, destacando-se dos demais programas de eficiência energética, por também apresentar incentivos financeiros com relação ao desenvolvimento de novas tecnologias.

Baseado nos dados apresentados pelo PEE, uma relação entre o investimento e a economia gerada foi realizada, obtendo dados relevantes sobre o retorno do investimento para cada região do Brasil.

Apesar de que a maioria dos programas brasileiros serem triviais, nota-se uma abordagem original com relação aos programas de Baixa Renda devido à obrigatoriedade impostas às concessionárias de desenvolverem programas sociais, porém o retorno de investimento para tais programas não se destaca em nenhuma das regiões, configurando-se assim esses programas como simples agentes sociais ao invés de serem gerenciados como oportunidades de desenvolvimento das comunidades mais carentes, no âmbito econômico.

Outra característica marcante dos projetos do PEE é a falta de alinhamento entre a natureza econômica de cada região e os principais programas investidos. Nesse aspecto, permanecem carentes programas como os relacionados a indústria e agricultura, impossibilitando que os investimentos impactem positivamente na economia dessas regiões. Como já comentado, outros países já possuem programas industriais como prioridade, fornecendo todo apoio financeiro e tecnológico.

Sendo assim, levanta-se o questionamento para futuras investigações sobre quais alterações nos programas atuais poderiam melhorar o retorno do investimento de cada setor; o que pode ser feito para que os programas de baixa renda não sejam apenas programas de auxílio, mas sim, programas que alterem o padrão de consumo das comunidades afetadas; e qual a oportunidade de economia de energia elétrica está sendo perdida ao investir-se em programas com baixo retorno.

## 7.2 Trabalhos Futuros

Apesar dos cálculos apresentados sobre retorno de investimento possibilitar uma comparação sobre quais programas poderiam ser mais amplamente difundidos, uma análise mais profunda levando-se em conta aspectos técnicos e operacionais também se faz necessária.

Sendo assim, propõe-se como futuras pesquisas, a comparação técnica dos programas de eficiência energética brasileiros que possuem maior retorno de investimento com os programas de maior sucesso em outros países como forma de permitir uma abordagem que busque remodelar os atuais programas aplicados no Brasil.

Um aprofundamento nos programas de Baixa Renda, verificando-se sua abrangência social poderia permitir levantar ganhos que não são mensuráveis atualmente, melhorando-se assim a visão de que os programas possuem somente cunho assistencialista. Portanto, nessa área futuras pesquisas poderiam ser realizadas através de entrevistas *“in loco”*, analisando-se o nível de impacto nas famílias de baixa renda, tanto quanto se refere à economia de energia quanto para ao aumento de conhecimento e consciência sobre a importância da eficiência energética.

## REFERÊNCIAS

ABB. Asea Brown Boveri. **China Energy Report.Zurique**, 2013.

ACEEE. American Council for an Energy-Efficiency Economy. **The 2014 International Energy Efficiency Scorecard**, 2014.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Eficiência Energética gera economia de 4,6 TWh 2016. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/eficiencia-energetica-gera-economia-de-4-6-gwh/656877?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/eficiencia-energetica-gera-economia-de-4-6-gwh/656877?inheritRedirect=false)>. Acesso em: 29 de Dez.2016.a

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Relação de Projetos de Eficiência Energética cadastrados na ANEEL. Disponível em: <[www2.aneel.gov.br/arquivos/Excel/PEE%20Projetos.xls](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/Excel/PEE%20Projetos.xls)> Acesso em: 29 de Dez.2016 b

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética 2008**.

AMBIENTE ENERGIA. Aneel lança manual de procedimentos do Programa de Eficiência Energética 2015. Disponível em: <<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2015/01/aneel-lanca-manual-de-procedimentos-programa-de-eficiencia-energetica/25334>>. Acesso: 29 de Dez.2016.

CIA. Central Intelligence Agency. The world Factbook. Países 2016. Disponível em: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html>. Acesso: 20 de Jan 2017.

CONPET. Conpet Ação Local Benefício Global 2012. Disponível em: <[http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt\\_br/conteudo-gerais/conpet.shtml](http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/conteudo-gerais/conpet.shtml)>. Acesso em: 29 de Dez.2016.

ELETROBRAS. **Resultados Procel 2016 – Ano Base 2015**.

ENERGY GOV. **Office of Energy Efficiency & Renewable Energy**, 2010.

ENERGY STAR. **Office of Atmospheric Programs Climate Protection Partnerships 2014 Annual Report**. EPA 2014.

EPE. Empresa de Pesquisa e Energética. **Balanco Energético Nacional 2016: Ano base 2015**. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro: EPE, 2016.

ERSE. Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. O PPEC e a promoção da eficiência energética. O Papel dos Comportamentos na Utilização Racional de Energia Pedro Verdelho, 19 de Novembro de 2013.

GELLER, H. **Relatório sobre a avaliação de Economia de Energia**. Procel/Eletronbras, 2005.

HOLLANDA, J.B. ; ERBER, P. **Energy Efficiency in Brazil. Trade and Environmental Review 2009/2010**, Geneva, p. 68-77,2009.

IEA. International Energy Agency Energy. **Policies of IEA Countries: Japan 2016 Review**. a

IEA. International Energy Agency Energy. **Policies of IEA Countries: Portugal 2016 Review** b.

IEA. International Energy Agency - Energy Efficiency. **Policies and Measures Databases. China 2015**. Disponível em :<<https://www.iea.org/policiesandmeasures/energyefficiency/?country=China>>. Acesso 24 de abril 2017 a.

IEA. International Energy Agency Energy. **Policies of IEA Countries: Spain 2015 Review** b.

IEA. International Energy Agency. **Market Trends and Medium-Term Prospects, Energy Efficiency - Market Report 2015**. IEA, 2015 c.

IEA. International Energy Agency Energy. **Policies of IEA Countries: United States 2014 Review**.

IEA. International Energy Agency Energy. Policies and Measures Databases. Russia 2013. Disponível em : <<https://www.iea.org/policiesandmeasures/energyefficiency/?country=Russia>>. Acesso em: 24 de abril 2017 a.

IEA. International Energy Agency Energy. **Policies of IEA Countries: Germany 2013 Review** c

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Programa brasileiro de etiquetagem**. Rio de Janeiro, INMETRO, 2012.

JANNUZZI, G. M.; KOZLOFF, K.; MIELNIK, O.; COWART, R. **Energia. Recomendações para uma estratégia nacional de combate ao desperdício**, Energy Technology Innovation Project. 2001. Brasília: USAID

JANNUZZI, G. M. **Avaliação da institucionalidade dos programas nacionais de EE e sua efetividade para alcançar os objetivos de política de eficiência energética: o caso do Brasil.** 2010.

KIMURA, O. **Japanese Top Runner Approach for Energy Efficiency Standards.** Tóquio: CRIEPI, 2010.

LO K.; WANG M. Y. **Energy conservation in China's Twelfth Five-Year Plan period: Continuation or paradigm shift?**, Renewable & Sustainable Energy Reviews, n.18, p. 499-507, 2012.

LOSEKANN, L. Setor elétrico na Espanha: pagando o preço do pioneirismo. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/2015/08/03/setor-eletrico-na-espanha-pagando-o-preco-do-pioneirismo/>> Acesso: 31 de mar. 2017

MENKES M. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade.** 277 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). UnB. DF. 2004.

MERF – Ministry of Energy of the Russian Federation. **Energy Strategy of Russia for the period up to 2030**, 2009.

METI – Ministry of Economy, Trade and Industry, **Developing the World's Best Energy Efficient Appliance and More.** Japan March 2015.

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.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Eficiência Energética: Premissas e Diretrizes Básicas.** Brasília: MME, 2011.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2023.** Brasília: MME, 2014

O'CONNOR, P. A. Energy Transitions. **The Pardee Pappers.**Boston, n. 12, nov.2010.

PIRES P., DURÃO H.,FONSECA A. **Benchmarking de Energia. Efinerg - Eficiência Energética na Industria.Plano Setorial de Melhoria de Eficiência Energética na Industria em PME - AEP - Associação Empresarial de Portugal.** 2015

SILVA, H. R. F. **Estudo das Principais Políticas para Melhoria da Eficiência Energética no setor elétrico.** UNESP 2014.

TELETSKY, 2012 Follow up on Russian energy conservation policies. Russia is putting a lot of effort into pretending to conserve resources. Disponível: <https://energyindemand.com/2012/04/27/follow-up-on-russian-energy-conservation-policies/> Acesso em: 01 Jan. 2017

US Report of the National Policy Development Group. "Using energy wisely. Increasing Energy Conservation and Efficiency". In: **Reliable affordable and environmentally sound energy for the American Future**. Washington, may, 2001

VENTURA FILHO, A. **O Brasil no Contexto Energético Mundial**. Vol.6, São Paulo: NAIPPE/USP,2009

VIANA, A. N. C. et al. **Eficiência energética: Fundamentos e aplicações**. 1 ed. Campinas: ELEKTRO, 2012.

WEC. World Energy Council. **Energy efficiency policies: What works and what does not**. London: WEC, 2013.

WEC. World Energy Council. **Energy Efficiency Policies and Measures**. Londres, 2015.

YERGIN, D. **Ensuring energy security**. *Foreign Affairs*, v. 85, n. 2, 2006.

ZAGO M. G. **Avaliação da Eficiência Energética Usando Análise Envoltória de Dados**:Aplicação aos Países em Desenvolvimento. São Paulo: USP, 2012. 177p.