



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
CRIADA PELA LEI Nº 10.435, DE 24 DE ABRIL DE 2002.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA
ENERGIA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS
LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS COM REATOR
INTEGRADO PARTICIPANTES DO SELO PROCEL ELETROBRAS,
ENERGY STAR E EQUIPMENT ENERGY EFFICIENCY**

RAFAEL MEIRELLES DAVID

Orientador: Prof. JAMIL HADDAD, D.Sc.



ITAJUBÁ – MG

Dezembro de 2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
CRIADA PELA LEI Nº 10.435, DE 24 DE ABRIL DE 2002.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA
ENERGIA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS
LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS COM REATOR
INTEGRADO PARTICIPANTES DO SELO PROCEL ELETROBRAS,
ENERGY STAR E EQUIPMENT ENERGY EFFICIENCY**

RAFAEL MEIRELLES DAVID

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia da Energia.

Área de Concentração: Exploração do Uso Racional de Recursos Naturais e Energia

Orientador: Prof. Jamil Haddad, D.Sc.



ITAJUBÁ – MG
Dezembro de 2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste Trabalho, por qualquer meio convencional ou digital para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Rafael Meirelles David

Graduou-se em Engenharia de Produção na UFF (Universidade Federal Fluminense) em 2001; MBA em Gerência de Projetos pela FGV/RJ (Fundação Getúlio Vargas) em 2005; Especialista em Uso Racional da Energia pela UNIFEI (Universidade Federal de Itajubá) em 2010.

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –
Bibliotecária Margareth Ribeiro- CRB_6/1700

D249a

David, Rafael Meirelles

Análise comparativa da eficiência energética das lâmpadas fluorescentes compactas com reator integrado participantes do Selo Procel Eletrobras, Energy Star e Equipment Energy Efficiency / Rafael Meirelles David. -- Itajubá, (MG) : [s.n.], 2013.

108 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Jamil Haddad.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Eficiência energética. 2. Lâmpada fluorescente compacta. 3. Selo Procel Eletrobras. I. Haddad, Jamil, orient. II. Universidade Federal de Itajubá. III. Título.



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
 Criada pela Lei nº 10.435, de 24 de abril de 2002

A N E X O II

FOLHA DE JULGAMENTO DA BANCA EXAMINADORA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA

Título da Dissertação: "Análise comparativa da eficiência energética das lâmpadas fluorescentes compactas com reator integrado participantes do Selo Procel Eletrobras, Energy Star e Equipment Energy Efficiency"

Autor: **Rafael Meirelles David**

JULGAMENTO

Examinadores	Conceito	Rubrica
	A = Aprovado - R = Reprovado - I = Insuficiente	
1º	A	
2º	A	
3º	A	

Observações:

- (1) O Trabalho será considerado Aprovado se todos os Examinadores atribuírem conceito A.
 - (2) O Trabalho será considerado Reprovado se forem atribuídos pelo menos 2 conceitos R.
 - (3) O Trabalho será considerado Insuficiente (I) se for atribuído pelo menos um conceito R. Nesse caso o candidato deverá apresentar novo trabalho. A banca deve definir como avaliar a nova versão da Dissertação.
- Este documento terá a validade de 60 (sessenta) dias a contar da data da defesa da Dissertação.

Resultado Final: Conceito: A ou seja Aprovado

Observações: _____

Itajubá, 09 de dezembro de 2013.

Prof. Dr. Isac Roizenblatt
 1º Examinador – Belas Artes-SP

Prof. Dr. Rafael Balbino Cardoso
 2º Examinador – UNIFEI

Prof. Dr. Jamil Haddad
 3º Examinador (Orientador) - UNIFEI

Aos meus pais, esposa, filha, familiares, amigos e colegas de trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores D.Sc. Jamil Haddad e D.Sc. Luiz Augusto Horta Nogueira pela valiosa orientação, incentivo e apoio na elaboração deste trabalho.

Ao D.Sc Isac Roizemblatt, Ricardo Ficara, Rubens Rosado, pelas valiosas contribuições a esse trabalho.

Ao amigo Luiz Eduardo Menandro pelos ensinamentos diários e o incentivo ao desenvolvimento deste estudo acadêmico.

Aos demais amigos da Eletrobras, em especial, Moises Antônio dos Santos, Fernanda Rodrigues dos Santos, Karla K. Lepetitgaland, Emerson Salvador pelo apoio e contribuições.

Aos meus pais, irmãos e esposa pelo apoio, incentivo, compreensão, amor e principalmente pelo companheirismo, sempre estando ao meu lado.

RESUMO

DAVID, Rafael Meirelles. **Análise comparativa da eficiência energética das lâmpadas fluorescentes compactas com reator integrado participantes do Selo Procel Eletrobras, Energy Star e Equipment Energy Efficiency.** Dissertação de Mestrado. Ciências em Engenharia de Energia, Universidade Federal de Itajubá, Agosto de 2013. Orientador: Prof^o. Jamil Haddad.

Este estudo tem como objetivo apresentar uma comparação entre o desempenho energético das lâmpadas fluorescentes compactas – LFC contempladas pelo Programa do Selo Procel Eletrobras, e as LFC contempladas por outros dois programas de informação aos consumidores sobre o desempenho energético de equipamentos através de etiquetas/selos de endosso, o Norte Americano Energy Star e o Australiano Equipment Energy Efficiency – E3. Esse estudo se torna relevante uma vez que, somente no ano de 2011, o uso de LFC com o Selo Procel Eletrobras proporcionou ao País uma economia de energia da ordem de 1.900 milhões de kWh (PROCEL, 2012), o que corresponde a cerca de 30% de toda a energia economizada pelas ações do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel naquele ano.

Durante o estudo, identificou-se que desde o início do programa do Selo Procel Eletrobras, em 1999, até o ano de 2011, a média geral dos índices de eficiência energética das LFC evoluiu significativamente, saindo da marca de 49,2 lm/W para 61,0 lm/W nos modelos de 127V e de 49,1 lm/W para de 60,7 lm/W nos modelos de 220V.

Verificou-se também que, em 2011, as médias gerais dos índices de eficiência energética das lâmpadas contempladas pelos programas do Selo Procel Eletrobras, Energy Star e Equipment Energy Efficiency estavam muito próximas, com uma diferença máxima entre eles de 1,36%. O programa Energy Star foi o que apresentou as lâmpadas com a maior média geral de eficiência, com o índice de 61,64lm/W, seguido pelo E3, com 60,97 lm/W e pelo Selo Procel com 60,80lm/W. Essas informações indicam que não há necessidade atual de revisão de índices de eficiência energética visando o incremento das exigências para a concessão do Selo Procel Eletrobras para as LFC. Um incremento de exigências poderia de fato, ao invés de proporcionar o aumento na venda de modelos de LFC mais eficientes, estimular a procura por modelos menos eficientes, porém com menores custos.

Palavras-Chave: (1) Eficiência Energética; (2) Lâmpada Fluorescente Compacta; (3) Selo Procel Eletrobras; (4) Energy Star; (5) Equipment Energy Efficiency.

ABSTRACT

DAVID, Rafael Meirelles. **Comparative analysis of the energy efficiency of compact fluorescent lamps with integrated ballast participants of the Eletrobras Procel Seal, Energy Star and Equipment Energy Efficiency.** Masters Dissertation. Science in Energy Engineering. Federal University of Itajubá, May of 2012. Advisor: Prof. Jamil Haddad.

This study aims to compare the energy performance of Compact Fluorescent Lamps (CFLs) contemplated by Eletrobras Procel Seal and CFLs contemplated by two other programs whose purpose is to inform consumers about the energy performance of equipment through labels / endorsement seals: the North American Program, Energy Star and the Australian Program, Equipment Energy Efficiency – E3. This study is relevant since, only in 2011, the use of CFLs with Eletrobras Procel Seal provided for the country an energy saving of approximately 1,900 million kWh (PROCEL, 2012), which corresponds to about 30% of all the energy saved by the actions of the Brazilian Energy Conservation Program - Procel in that year.

During the study, it was identified that since the beginning of the Eletrobras Procel Seal program, in 1999, until 2011, the overall average of energy efficiency rates of CFLs increased significantly, from the mark of 49.2 lm/W to 61.0 lm/W for the 127V models and from 49.1 lm/W to 60.7 lm/W for the 220V models.

It was also indentified that in 2011 the overall average of energy efficiency rates of the bulbs contemplated by the Eletrobras Procel Seal, Energy Star and Equipment Energy Efficiency programs were very close, with a maximum difference of 1.36% among them. The Energy Star program presented the bulbs with the highest overall average efficiency, with the rate of 61.64 lm/W, followed by E3, with 60.97 lm/W and the Procel Seal with 60.80 lm/W. This information indicates that there is no current need for revision of the energy efficiency rates in order to increase the requirements for granting Eletrobras Procel Seal for CFLs. An increase of the requirements could in fact stimulate the demand for cheaper but less efficient models instead of providing an increase in the sales of the most efficient models of CFLs.

Keywords: (1) Energy Efficiency; (2) Compact Fluorescent Lamps; (3) Eletrobras Procel Seal; (4) Energy Star; (5) Equipment Energy Efficiency;

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2-1-ETIQUETA AMERICANA.....	9
FIGURA 2-2- ETIQUETA IRLANDESA.....	9
FIGURA 2-3- ETIQUETA CHINESA	9
FIGURA 2-4- ETIQUETA TAILANDESA POR CATEGORIA	10
FIGURA 2-5- ETIQUETA DA U.E. POR CATEGORIA	10
FIGURA 2-6- ETIQUETA JAPONESA POR CATEGORIA.....	10
FIGURA 2-7- ETIQUETA AMERICANA - CONTINUA	11
FIGURA 2-8- ETIQUETA CANADENSE -CONTINUA.....	11
FIGURA 2-9- ETIQUETA DA FILIPINAS - INFORMATIVA.....	11
FIGURA 2-10– MODELO DE ENCE PARA REFRIGERADORES	13
FIGURA 2-11- SELO PROCEL ELETROBRAS DE ECONOMIA DE ENERGIA.....	15
FIGURA 2-12: CATEGORIAS DE EQUIPAMENTOS ABRANGIDAS PELO SELO PROCEL ELETROBRAS ANUALMENTE	16
FIGURA 2-13: QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS CONTEMPLADOS COM O SELO PROCEL ELETROBRAS	16
FIGURA 2-14- PARTICIPAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA RESIDÊNCIA TÍPICA	17
FIGURA 2-15- SELO CONPET DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	19
FIGURA 2-16. DISTRIBUIÇÃO DAS VENDAS DE UM EQUIPAMENTO ENERGÉTICO GENÉRICO COMO FUNÇÃO DE SUA EFICIÊNCIA.....	20
FIGURA 2-17. DISTRIBUIÇÃO DAS VENDAS DE UM EQUIPAMENTO ENERGÉTICO GENÉRICO NA SITUAÇÃO ORIGINAL E COM A INTRODUÇÃO DE ETIQUETA CLASSIFICATÓRIA	21

FIGURA 2-18 - DISTRIBUIÇÃO DAS VENDAS DE UM EQUIPAMENTO ENERGÉTICO GENÉRICO NA SITUAÇÃO ORIGINAL E COM A INTRODUÇÃO DE ETIQUETA CLASSIFICATÓRIA E SELO DE ENDOSSO.	21
FIGURA 3-1 - DISTRIBUIÇÃO DAS VENDAS DE UM EQUIPAMENTO ENERGÉTICO GENÉRICO NA SITUAÇÃO ORIGINAL E COM A INTRODUÇÃO DE ETIQUETA CLASSIFICATÓRIA, SELO DE ENDOSSO E ÍNDICE MÍNIMO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	29
FIGURA 4-1 - FLUXO LUMINOSO.....	30
FIGURA 4-2 - ILUMINÂNCIA	31
FIGURA 4-3 – LÂMPADAS INCANDESCENTES.....	33
FIGURA 4-4 – MODELOS DE LFC	34
FIGURA 4-5 – EVOLUÇÃO DAS IMPORTAÇÕES DE LÂMPADAS FLUORESCENTES DE 1996 ATÉ 2011	35
FIGURA 4-6 - POSSE MÉDIA DE LÂMPADAS INCANDESCENTES E FLUORESCENTES NAS RESIDÊNCIAS DO BRASIL EM 1988, 1997 E 2005 E POSSE MÉDIA DE LÂMPADAS INCANDESCENTES E FLUORESCENTES NAS RESIDÊNCIAS DO PARINTINS EM 2011	36
FIGURA 4-7- MÉDIA DO TIPO DE LÂMPADAS POR DOMICÍLIO DE PARINTINS EM 2011	37
FIGURA 4-8 - EVOLUÇÃO DO PREÇO DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES DE 1996 ATÉ 2011	38
FIGURA 4-9 - QUANTIDADE DE MODELOS DE LFC PARTICIPANTES DO PBE, POR TEMPERATURA DE COR, EM 2011	39
FIGURA 4-10 - DISTRIBUIÇÃO DE LFC POR TIPO DE BULBO, EM 2011	40
FIGURA 4-11 - SELO PROCEL INMETRO DE DESEMPENHO	42
FIGURA 4-12 - ENCE DE LFC	42
FIGURA 4-13 - ESFERA INTEGRADORA ADQUIRIDA NO PROJETO	44
FIGURA 5-1 – EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE FORNECEDORES DE LFC PARTICIPANTES DO PBE	53

FIGURA 5-2 – EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE MODELOS COM O SELO PROCEL E ETIQUETADOS PELO PBE	54
FIGURA 5-3 – EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE MODELOS COM O SELO PROCEL E ETIQUETADOS PELO PBE – 127V.....	54
FIGURA 5-4 – EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE MODELOS COM O SELO PROCEL E ETIQUETADOS PELO PBE – 220V.....	55
FIGURA 5-5 – EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC 127V COM O SELO PROCEL E ETIQUETADAS PELO PBE.....	57
FIGURA 5-6 – EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC 220V COM O SELO PROCEL E ETIQUETADAS PELO PBE.....	59
FIGURA 5-7 – POSSE MÉDIA POR RESIDÊNCIA DE LFC EM PARINTINS EM 2011.....	62
FIGURA 5-8 – EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC DE 9W E 127V	63
FIGURA 5-9 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC DE 9W E 220V	64
FIGURA 5-10 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC DE 11W E 127V .	65
FIGURA 5-11 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC DE 11W E 220V .	66
FIGURA 5-12 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC DE 13W E 127V .	67
FIGURA 5-13 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC DE 13W E 220V .	68
FIGURA 5-14 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC DE 15W E 127V .	69
FIGURA 5-15 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC DE 15W E 220V .	70
FIGURA 5-16 - EQUIVALÊNCIA DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS DE 15W-127V ETIQUETADAS PELO PBE ÀS INCANDESCENTES.....	71
FIGURA 5-17 - EQUIVALÊNCIA DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS DE 15W-220V ETIQUETADAS PELO PBE ÀS INCANDESCENTES.....	72
FIGURA 5-18 - EQUIVALÊNCIA DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS DE 15W-127V ÀS INCANDESCENTES – MODELOS COM O SELO PROCEL.....	74

FIGURA 5-19 - EQUIVALÊNCIA DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS DE 15W-220V às INCANDESCENTES – MODELOS COM O SELO PROCEL	74
FIGURA 5-20 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC DE 20W E 127V .	75
FIGURA 5-21 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC DE 20W E 220V .	76
FIGURA 5-22 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC OSRAM 127V	78
FIGURA 5-23 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC PHILISPS 127V ...	79
FIGURA 6-1 – ENERGY RATING, SELO DO PROGRAMA E3.....	82
FIGURA 6-2 – SELO ENERGY STAR	83
FIGURA 6-3 – QUANTIDADE DE MODELOS DE LFC COM O SELO PROCEL, ENERGY STAR E E3 EM 2011	86
FIGURA 6-4 – MÉDIA DAS EFICIÊNCIAS DAS LFC COM O SELO PROCEL, ENERGY STAR E E3 EM 2011	88
FIGURA 6-5 – MÉDIA DAS POTÊNCIAS DAS LFC COM O SELO PROCEL, ENERGY STAR E E3 EM 2011	89
FIGURA 6-6 – MÉDIA DAS EFICIÊNCIAS DAS LFC DE 9W, COM O SELO PROCEL, ENERGY STAR E E3 EM 2011	90
FIGURA 6-7 – MÉDIA DAS EFICIÊNCIAS DAS LFC DE 11W, COM O SELO PROCEL, ENERGY STAR E E3 EM 2011	90
FIGURA 6-8 – MÉDIA DAS EFICIÊNCIAS DAS LFC DE 13W, COM O SELO PROCEL, ENERGY STAR E E3 EM 2011	91
FIGURA 6-9 – DISTRIBUIÇÕES DAS LÂMPADAS INCANDESCENTES EQUIVALENTES AS LFC DE 13W COM O SELO PROCEL ELETROBRAS EM 2011	92
FIGURA 6-10 – DISTRIBUIÇÕES DAS LÂMPADAS INCANDESCENTES EQUIVALENTES AS LFC DE 13W COM O ENERGY STAR EM 2011	92

FIGURA 6-11 – DISTRIBUIÇÕES DAS LÂMPADAS INCANDESCENTES EQUIVALENTES AS LFC DE 13W COM O E3 EM 2011.....	93
FIGURA 6-12 – MÉDIA DAS EFICIÊNCIAS DAS LFC DE 15W, COM O SELO PROCEL, ENERGY STAR E E3 EM 2011.....	94
FIGURA 6-13 – DISTRIBUIÇÕES DAS LÂMPADAS INCANDESCENTES EQUIVALENTES AS LFC DE 15W COM O SELO PROCEL ELETROBRAS EM 2011.....	94
FIGURA 6-14 – DISTRIBUIÇÕES DAS LÂMPADAS INCANDESCENTES EQUIVALENTES AS LFC DE 15W COM O ENERGY STAR EM 2011	95
FIGURA 6-15 – DISTRIBUIÇÕES DAS LÂMPADAS INCANDESCENTES EQUIVALENTES AS LFC DE 15W COM O E3 EM 2011.....	95
FIGURA 6-16 – MÉDIA DAS EFICIÊNCIAS DAS LFC DE 20W, COM O SELO PROCEL, ENERGY STAR E E3 EM 2011.....	96
FIGURA 6-17 – RESUMO DAS COMPARAÇÕES DAS LFC COM O SELO PROCEL, ENERGY STAR E E3 EM 2011.....	97

LISTA DE TABELAS

TABELA 2-1 - EVOLUÇÃO DA ETIQUETAGEM ENERGÉTICA.....	8
TABELA 2-2 - RESULTADOS ENERGÉTICOS DO SELO PROCEL ELETROBRAS EM 2011 E 2012.....	18
TABELA 3-1 - HISTÓRICO DE REGULAMENTAÇÕES ESPECÍFICAS	28
TABELA 4-1 – EFICIÊNCIA DAS LÂMPADAS	31
TABELA 4-2 - ÍNDICES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EXIGIDOS PELA ENCE E PELO SELO PROCEL ANTES DA REGULAMENTAÇÃO ESPECÍFICA DE LFC.	43
TABELA 4-3 - NÍVEIS MÍNIMOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA LFC A 100 HORAS	46
TABELA 4-4 - ÍNDICES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EXIGIDOS PELA ENCE E PELO SELO PROCEL APÓS A REGULAMENTAÇÃO ESPECÍFICA DE LFC.....	47
TABELA 4-5 - NÍVEIS MÍNIMOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ESTABELECIDOS PELA PORTARIA INTERMINISTERIAL 1008 DE 2010.....	48
TABELA 4-6 – NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EXIGIDOS PELA ENCE E PELO SELO PROCEL APÓS A PUBLICAÇÃO DO PROGRAMA DE METAS.	49
TABELA 5-1 - EVOLUÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC COM SELO PROCEL - 127 V ..	58
TABELA 5-2 - EVOLUÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC COM ENCE - 127 V.....	58
TABELA 5-3 - EVOLUÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC COM SELO PROCEL - 220 V ..	61
TABELA 5-4 - EVOLUÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LFC COM ENCE – 220 V	60
TABELA 5-5 – LÂMPADA INCANDESCENTE EQUIVALENTE	73
TABELA 5-6 – COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DAS EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA DAS LFC OSRAM E PHILIPS COM A MÉDIA GERAL DAS LFC COM O SELO PROCEL ELETROBRAS E PBE – 127V	79
TABELA 6-1 – COMPARAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS MÍNIMOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EXIGIDOS PELO PROCEL E EPA.....	83

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ABILUMI	Associação Brasileira dos Importadores de Produtos de Iluminação
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AcP	Acompanhamento da Produção
AEE	Agence pour les économies d'énergie
ALICE WEB	Sistema de análise das informações de comércio exterior
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustível
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores e de Níveis de Eficiência Energética
CLASP	Collaborative Labeling and Appliance Standards Program
CONPET	Programa Nacional da Racionalização do Uso Dos Derivados do Petróleo e Gás Natural
CT	Comitê técnico
DOU	Diário Oficial da União
EECJ	Energy Conservation Center of Japan
ELETROBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
EPA	Environmental Protection Agency
E3	Equipment Energy Efficiency
GT	Grupo de Trabalho
IDEA	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
IMEE	Índices Mínimos de Eficiência Energética
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INTERNET	Rede Mundial de Computadores

LABELO	Laboratórios Especializados Em Eletro-Eletrônica, Calibração e Ensaio
LACTEC	Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento
LFC	Lâmpada Fluorescente Compacta Com Reator Integrado
MCTI	Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma Brasileira
OMC	Organização Mundial do Comércio
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S.A.
PPH	Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PUC	Pontifícia Universidade Católica
RAC	Requisito de Avaliação da Conformidade
UFF	Universidade Federal Fluminense
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO	3
1.2. MOTIVAÇÃO	3
1.3. METODOLOGIA	4
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	5
2. PROGRAMAS DE INFORMAÇÃO AOS CONSUMIDORES SOBRE O DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EQUIPAMENTOS	6
2.1. HISTÓRICO	6
2.2. PROGRAMAS BRASILEIROS	12
2.3 RESULTADOS ESPERADOS PELA INTRODUÇÃO DE UM PROGRAMA DE INFORMAÇÃO AOS CONSUMIDORES SOBRE O DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EQUIPAMENTOS	20
3. LEI DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	22
3.1. A LEI Nº 10.295/2001	22
3.2 DECRETO Nº 4.059 DE 2001	23
3.3. PROCESSO PARA DEFINIÇÃO DE UMA REGULAMENTAÇÃO ESPECÍFICA	25
3.4 PRODUTOS E EQUIPAMENTOS REGULAMENTADOS	26
3.5 OS BENEFÍCIOS ESPERADOS PELA IMPLEMENTAÇÃO DA LEI	29
4. PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS COM REATOR INTEGRADO – LFC	30
4.1. CONCEITOS RELACIONADOS À ILUMINAÇÃO	30
4.2. CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE O MERCADO BRASILEIRO DE LFC	32
4.3 PROGRAMAS E MECANISMOS BRASILEIROS PARA A PROMOÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM LFC	41
5. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DE LFC NO BRASIL	51
5.1. METODOLOGIA UTILIZADA	51
5.2. EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE FORNECEDORES E MODELOS DE LFC	52
5.3. EVOLUÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS	55
6. COMPARATIVO ENTRE AS LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS PARTICIPANTES DOS PROGRAMAS DO SELO PROCCEL ELETROBRAS, EQUIPMENT ENERGY EFFICIENCY - E3 E ENERGY STAR	80
6.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	80
6.2. METODOLOGIA UTILIZADA PARA A COMPARAÇÃO	85
6.3. COMPARAÇÃO DA QUANTIDADE DE MODELOS E ORIGEM DE FABRICAÇÃO DAS LFC PARTICIPANTES DE CADA PROGRAMA	85

6.4. COMPARATIVO DAS EFICIÊNCIAS ENERGÉTICAS DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS DE CADA PROGRAMA	87
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	99
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim”.

(Chico Xavier)

1. Introdução

De acordo com CARDOSO (2012) entre os anos de 1975 e 2001 o Brasil apresentou um aumento de 250% no consumo de energia enquanto que o consumo *per capita* aumentou 60%, principalmente devido ao grande crescimento industrial, urbanização e ao aumento do nível de uso de energia nos setores residencial e comercial.

O aumento do consumo energético pela sociedade brasileira criou um grande potencial para as ações de eficiência energética no país. O Brasil foi capaz de promover iniciativas bem sucedidas através da criação de leis relacionadas com alguns programas de eficiência energética e seu financiamento, programas específicos de conservação instituídos por decretos presidenciais, regulamentos e mecanismos modernos que procuram avançar na introdução de melhores tecnologias e práticas para uso eficiente de energia (BATISTA, 2011).

Dentre essas iniciativas, destacam-se dois programas que visam estimular a fabricação e o uso de máquinas e equipamentos mais eficientes, o Programa Brasileiro de Etiquetagem, iniciado em 1984, e o Programa do Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia, criado em 1993.

Tais programas foram complementados pela Lei nº 10.295 de 17 de outubro de 2001, também conhecida como Lei de Eficiência Energética, que indica que o Poder Público deverá estabelecer níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de todas as máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País.

No caso específico de lâmpadas fluorescentes compactas com reator integrado - LFC, em 1998, através da celebração de um convênio entre a Eletrobras/Procel, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro e Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPTEL, foram iniciados os trabalhos para concessão do Selo Procel Inmetro de Desempenho (DAVID, 2010). Em 2006, através da Portaria Interministerial (MME, MCT e MDIC) nº 132 foram aprovados níveis mínimos de eficiência energética compulsórios para as LFC, níveis esses que em 2010, através da Portaria Interministerial (MME, MCT e MDIC) nº 1008, foram atualizados, ficando ainda mais exigentes.

Com o intuito de obter uma clara sinalização do desempenho energético das lâmpadas fluorescentes compactas – LFC contempladas pelo Programa do Selo Procel Eletrobras a nível internacional, foi realizado um estudo comparativo entre as LFC contempladas com o Selo Procel com as LFC contempladas por outros dois importantes programas de informação

aos consumidores sobre o desempenho energético de equipamentos através de etiquetas/selos, o Energy Star, concedido nos Estados Unidos da América e o Equipment Energy Efficiency - E3, concedido na Austrália.

Esse estudo foi precedido da análise da evolução, de 1999 a 2011, da eficiência energética das LFC contempladas com o Selo Procel Eletrobras e a ENCE, análise esta que possibilitou o levantamento de importantes subsídios para a comparação.

1.1. Objetivo geral e específico

O objetivo desse trabalho é apresentar uma comparação entre o desempenho energético das lâmpadas fluorescentes compactas – LFC contempladas pelo Programa do Selo Procel Eletrobras, e as LFC contempladas por outros dois programas (Energy Star e Equipment Energy Efficiency - E3), com reconhecimento internacional de informação aos consumidores sobre o desempenho energético de equipamentos através de etiquetas/selos de endosso. Dessa forma procurou-se indicar a conveniência de se executar novas ações que possibilitem a evolução da eficiência das LFC contempladas com o Selo Procel Eletrobras.

Para tanto foram definidos os objetivos específicos a seguir:

- 1- Apresentar uma contextualização sobre o uso da iluminação no País e os principais mecanismos brasileiros para promoção da eficiência energética em LFC;
- 2- Analisar a evolução, de 1999 até 2011, da eficiência energética das LFC comercializadas no Brasil e comparando-a com as LFC comercializadas nos Estados Unidos e na Austrália.

1.2. Motivação

Grande parte da energia elétrica consumida no mundo é utilizada para iluminação. No Brasil, a iluminação consome aproximadamente 14% do total de eletricidade utilizada no setor residencial (PROCEL, 2007).

Somente em 2010, foram importadas para o Brasil mais de 360 milhões de lâmpadas fluorescentes (ALICE WEB/MDIC, *s/d*), de acordo com estimativas do Procel, cerca de 70% desse total é relativo às LFC. Dessa forma, Pesquisas de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso realizadas a nível regional já indicam maior incidência de posse de LFC do que lâmpadas incandescentes nas residências brasileiras.

Com o objetivo de aumentar a eficiência das LFC e assim economizar energia elétrica, programas de informação ao consumidor sobre o desempenho energético desses equipamentos foram desenvolvidos no Brasil, sendo posteriormente complementados por níveis mínimos compulsórios de eficiência energética. Apesar de alguns estudos abordarem esse tipo de tema, poucos se referem a lâmpadas fluorescentes compactas, principalmente, no tocante a evolução da eficiência energética ao longo dos anos e também comparações com programas de grande reconhecimento no mundo.

Com a publicação da Portaria Interministerial 1007 de 2010 foram estabelecidos níveis mínimos de eficiência energética compulsórios para as lâmpadas incandescentes. A

comercialização desses equipamentos no Brasil deve ser proibida a partir 2016, uma vez que a atual tecnologia de lâmpadas incandescentes não consegue atender aos níveis de eficiência estabelecidos. Dessa forma, espera-se que aumente ainda mais a posse e o uso das LFC, principalmente no setor residencial.

Com a compilação dessa dissertação de estudo pretende-se trazer mais dados e informações a tona, além de subsidiar os gestores do Selo Procel Eletrobras no aperfeiçoamento desse programa.

1.3. Metodologia

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho consistiu, principalmente, na análise e tratamento de dados e informações coletados junto as principais instituições e órgãos envolvidos com a eficiência energética no Brasil, Estados Unidos e Austrália. Esta coleta de dados abrangeu desde o banco de dados da Eletrobras/Procel a informações disponíveis em sites da internet a acervos bibliográficos, como, por exemplo, dissertações e outros estudos realizados por instituições de grande reconhecimento. Destaca-se que também foram coletados dados e informações em normas técnicas, regulamentos específicos e junto a especialistas do setor de iluminação, como fabricantes, importadores, associações de classe e técnicos de laboratórios de ensaios.

Para a seleção dos programas internacionais a serem comparados com o Programa do Selo Procel Eletrobras foram estabelecidos os seguintes critérios:

- Importância e representatividade do programa em seu país;
- Reconhecimento internacional;
- Disponibilidade dos dados necessários para o estudo.

Para a comparação do desempenho das LFC definiu-se a eficiência energética como a relação entre a quantidade de luz emitida pela lâmpada dividida pela potência ativa consumida pela mesma. Vale destacar que os dados de eficiência energética utilizados nesse estudo foram declarados pelos fornecedores das LFC.

Os valores de eficiência energética média dos três programas foram calculados através da razão entre o somatório de todos os valores de eficiência (geral e/ou por potência) e a quantidade de amostras (geral e/ou por potência, independente da tensão de operação da lâmpada).

1.4. Estrutura do Trabalho

O presente estudo foi estruturado da seguinte forma:

A primeira parte, apresentada anteriormente, conta com a introdução da dissertação, na qual há as considerações iniciais, o objetivo, as motivações, a metodologia de trabalho, bem como a estrutura agora.

Na segunda parte, o desenvolvimento está dividido conforme os capítulos abaixo:

Capítulo 2- Programas de Eficiência Energética para Equipamentos: visa contextualizar a respeito dos programas de informação aos consumidores sobre o desempenho energético de equipamentos no mundo para, em seguida, focar os programas brasileiros: o Programa Brasileiro de Etiquetagem, Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia e Selo Conpet de Eficiência Energética.

Capítulo 3- Lei de Eficiência Energética: apresenta um breve histórico que levou a assinatura dessa Lei; a Lei 10.295 de 2001; o Decreto 4.059 de 2001 que regulamentou a Lei; os principais passos para definição de uma regulamentação específica e, ainda, os equipamentos já regulamentados;

Capítulo 4- Programas de eficiência energética para Lâmpadas Fluorescentes Compactas com Reator Integrado: apresenta uma contextualização sobre o uso da iluminação no país; o processo para a concessão do Selo Procel Eletrobras, a Ence, e da regulamentação específica de LFC. Neste capítulo também são apresentados os níveis mínimos mais recentes de eficiência energética aprovados no Programa de metas para LFC;

Capítulo 5 - Apresentação e análise crítica da evolução, de 1999 até 2011, da eficiência energética das lâmpadas fluorescentes compactas comercializadas no Brasil;

Capítulo 6- Apresentação e análise crítica da comparação entre o desempenho energético das lâmpadas fluorescentes compactas – LFC contempladas pelo Programa do Selo Procel Eletrobras com as LFC contempladas pelo Energy Star e o E3;

Por fim, na última parte do Trabalho estão, no Capítulo 7, as principais conclusões e recomendações e, no Capítulo 8, as referências bibliográficas.

2. Programas de Informação aos Consumidores sobre o Desempenho Energético de Equipamentos

Este capítulo é destinado a fornecer informações gerais a respeito dos Programas de informação aos consumidores do desempenho energético de máquinas e equipamentos desenvolvidos no Brasil e no mundo.

Dessa forma, será apresentado uma contextualização e um breve histórico sobre o aparecimento dos primeiros programas desse tipo, assim como serão apresentados e exemplificados diversos tipos/modelos de etiquetas informativas utilizados no mundo.

Em seguida, os programas brasileiros de informação ao consumidor sobre o desempenho energético de equipamentos terão papel de destaque neste capítulo, uma vez que, segundo CARDOSO e NOGUEIRA (2011), o Programa Brasileiro de Etiquetagem e o Programa do Selo Procel Eletrobras são os principais programas indutores da eficiência energética para equipamentos neste país.

Para concluir este capítulo serão descritos, de uma forma sintética, os resultados esperados nas vendas de um determinado equipamento pela implementação de programas de informação como esses.

2.1. Histórico

As crises do petróleo dos anos setenta, o crescimento econômico acelerado e a expansão da urbanização aumentaram as preocupações com relação à eficiência energética e vários países organizaram políticas e projetos de eficiência energética e fontes renováveis de energia, com o intuito de assegurar o suprimento de energia, diminuir a dependência do petróleo e seus derivados assim como retardar o processo de aquecimento global (GELLER, 2006).

Os primeiros programas nacionais de fomento à eficiência energética surgiram nas décadas de setenta e oitenta, principalmente devido às crises energéticas ocorridas naqueles períodos e em função do crescimento da consciência de que é necessário orientar os consumidores a usar corretamente a energia (CARDOSO; NOGUEIRA, 2011).

Nesse sentido, foram criadas agências públicas e programas de eficiência energética em diversos países, entre os quais podem ser destacadas como instituições pioneiras, ainda em atuação:

- Agence pour les économies d'énergie - AEE (França) criada em 1974, foi convertida em 1992 na Agence de l'Environnement et la Maitrise de Energie - ADEME.
- Energy Conservation Center of Japan - EECJ (Japão) criado em 1978.

Centro de Estudios de Energía (Espanha) criado em 1974, foi convertido em 1984 no Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – IDEA (CARDOSO; NOGUEIRA, 2011).

De um modo geral, os programas de promoção à eficiência energética foram implementados inicialmente nos países industrializados da Europa, América do Norte e Ásia, que apresentam consumos energéticos mais elevados, entretanto, ao longo do tempo outros países passaram a adotar iniciativas governamentais nesse sentido. O Brasil e México foram os precursores nesse campo no contexto latino-americano, que na atualidade conta com programas nacionais de eficiência energética na maioria dos países (CARDOSO, 2012)

A principal ação adotada pelos programas de eficiência energética tem sido os programas de etiquetagem energética, que apresentam para o consumidor informações quanto ao desempenho energético dos equipamentos. Dessa forma, pretende-se estimular o consumidor a adquirir os produtos mais eficientes e conseqüentemente a fabricação e/ou importação de equipamentos de melhor desempenho energético (CARDOSO; NOGUEIRA, 2011).

A Tabela 2.1 apresenta, com dados de 2004, a evolução do uso de etiquetas energéticas em diversos Países.

Tabela 2-1 - Evolução da etiquetagem energética

País	Início da etiquetagem	Número de produtos etiquetados	Forma de etiquetagem
França	1966	08	Mandatória
Estados Unidos	1976	58	Mandatória e voluntária
Alemanha	1976	06	Voluntária
Canadá	1978	39	Mandatória e voluntária
Rússia	1983	02	Mandatória
Brasil	1984	38	Mandatória e voluntária
Israel	1985	11	Mandatória
Austrália	1986	31	Mandatória e voluntária
Índia	1987	06	Mandatória e voluntária
China	1989	23	Mandatória e voluntária
Malásia	1989	02	Voluntária
Jamaica	1992	02	Mandatória
México	1995	12	Mandatória e voluntária
Costa Rica	1996	08	Mandatória
Colômbia	1998	07	Mandatória
Venezuela	1998	03	Mandatória
África do sul	2000	03	Voluntária
Argentina	2001	03	Mandatória
Peru	2001	01	Voluntária
Tunísia	2004	01	Voluntária

Fonte: CARDOSO; NOGUEIRA, 2011

Atualmente existem basicamente dois diferentes tipos de etiquetas/selos de eficiência energética em uso no mundo (CLASP,2005):

- **Endosso:** São etiquetas/selos que indicam os produtos que consomem menos energia dentro de uma mesma categoria, sem apresentar detalhes ou valores numéricos e, dessa forma, distinguem os produtos mais eficientes dos demais. Pode ou não estar associada a uma etiqueta comparativa. As figuras 2.1, 2.2 e 2.3 a seguir apresentam exemplos de etiquetas de endosso utilizadas nos Estados Unidos, na Irlanda e na China:



Figura 2-1-Etiqueta Americana
(CLASP, 2005)



Figura 2-2- Etiqueta Irlandesa
(CLASP, 2005)



Figura 2-3- Etiqueta Chinesa
(CLASP, 2005)

- **Comparativa:** São etiquetas que permitem aos consumidores comparar o consumo de energia entre os modelos disponíveis (CLASP, 2005). De um modo geral, atualmente existem três formatos de etiquetas comparativas em uso no mundo. São elas:
 - Categoria – As figuras 2.4, 2.5, 2.6 apresentadas a seguir, são exemplos de etiquetas que utilizam um sistema de ranking para classificar e informar aos consumidores a eficiência dos equipamentos.



Figura 2-4- Etiqueta Tailandesa por categoria (CLASP, 2005)

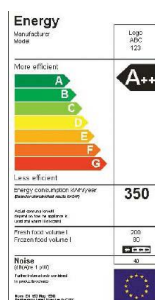


Figura 2-5- Etiqueta da U.E. por categoria (CLASP, 2005)



Figura 2-6- Etiqueta Japonesa por categoria (CLASP, 2005)

- Contínua – As figuras 2.7 e 2.8 são exemplos de etiquetas que utilizam gráficos de barras ou linhas para mostrar o desempenho do equipamento em relação a gama de modelos disponíveis no mercado.

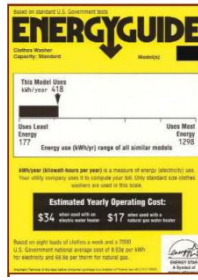


Figura 2-7- Etiqueta Americana - Continua (CLASP; 2005)

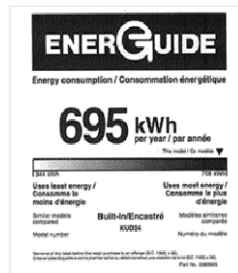


Figura 2-8- Etiqueta Canadense -Continua (CARDOSO,NOGUEIRA; 2011)

- Informativa – A figura 2.9 apresenta um exemplo de etiqueta informativa, esse tipo de etiqueta apresenta apenas informações sobre o consumo de energia do equipamento sem compará-lo com demais.

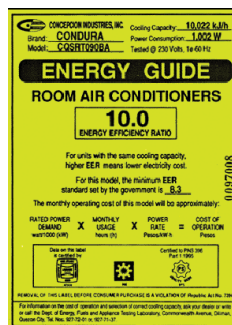


Figura 2-9- Etiqueta da Filipinas - Informativa (CLASP; 2005)

2.2. Programas Brasileiros

O primeiro trabalho no Brasil, de forma mais sistêmica em eficiência energética em máquinas e equipamentos, foi realizado através do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE, coordenado pelo Inmetro, com o apoio técnico e institucional da Eletrobras/Procel, que iniciou seus trabalhos em 1984 com as empresas do ramo automotivo (PROCEL, 2012). Inicialmente, o PBE adotou como diretriz a mobilização voluntária dos fabricantes de equipamentos.

O Procel e o Conpet (programas nacionais de fomento à eficiência energética), na maioria dos casos aproveitam os resultados obtidos no âmbito do PBE para, com os seus respectivos Selos de Eficiência Energética, distinguir os produtos com melhor desempenho energético, assim conferindo-lhes um posicionamento mercadológico diferenciado e privilegiado.

Ao longo dos anos foram criadas e revisadas regulamentações técnicas, laboratórios foram aferidos e capacitados, padrões e métodos foram estabelecidos consensualmente. Tendo isto em vista, os fabricantes puderam ter mais confiança nos parceiros governamentais, em decorrência da transparência e dos critérios exclusivamente técnicos que presidem estas negociações, o que proporcionou a gradual e significativa evolução da eficiência dos equipamentos.

Vale destacar que o PBE e o Selo Procel Eletrobras compuseram a base para que a Lei 10.2965/2001 pudesse ser efetivamente implementada (DAVID, 2010).

2.2.1 Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)

O PBE é um programa de conservação de energia coordenado pelo Inmetro, com o apoio da Eletrobras e da Petrobras, através do Procel e do Conpet, que atuam através de suas etiquetas informativas (PROCEL, 2012).

O PBE possui os seguintes objetivos:

- prover informações úteis que influenciem a decisão de compra dos consumidores, que podem levar em consideração outros atributos, além do preço, no momento da aquisição dos produtos.

- Estimular a competitividade da indústria, através da indução do processo de melhoria contínua promovida pela escolha consciente dos consumidores (INMETRO; *s/d*).

O PBE é decorrente do protocolo firmado em 1984 entre o então Ministério da Indústria e do Comércio (MIC) e a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), com a interveniência do Ministério das Minas e Energia (INMETRO; *s/d*).

O processo de etiquetagem varia de acordo com o equipamento, uma vez que cada um possui características diferentes. Porém, de uma maneira geral, a etiquetagem baseia-se em uma escala que classifica os produtos de acordo com a eficiência energética obtida, que é representada na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE. A classificação atualmente adotada pela maioria dos equipamentos etiquetados varia de A à E, onde obtém classificação A o produto mais eficiente e E, o menos eficiente. A figura 2.10 apresentada a seguir, ilustra um modelo de ENCE que foi utilizada no programa de refrigeradores.

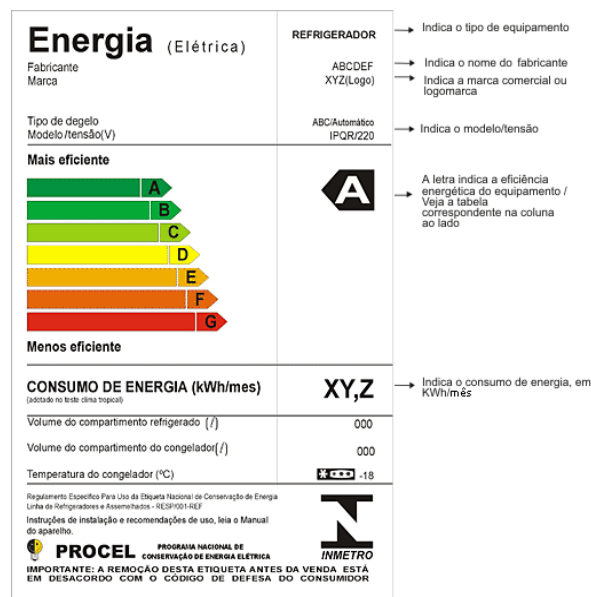


Figura 2-10– Modelo de ENCE para Refrigeradores
Fonte: Inmetro; 2012

Todo o equipamento para receber a ENCE deve obrigatoriamente passar por ensaios, seja no laboratório próprio do fabricante, seja nos laboratórios de referência do Inmetro. Essa etapa é conhecida como fase de concessão da etiqueta (DAVID, 2010).

Outra fase presente no PBE é a denominada “Avaliação da Manutenção da Conformidade do Produto – AcP”. Nesta fase os modelos que foram etiquetados, são coletados no mercado ou na linha de produção do fabricante e são novamente ensaiados. Esse procedimento tem como objetivo garantir que os equipamentos continuem funcionando de acordo com o que foi estabelecido no primeiro ensaio, realizado pelo laboratório (PROCEL, 2012).

Além das fases de concessão e AcP, a constante revisão dos níveis de eficiência energética exigidos para cada faixa da ENCE é uma atividade de grande importância. Periodicamente os níveis de eficiência exigidos para cada faixa da ENCE podem ser alterados para níveis mais exigentes, e, desta forma, o Programa incentiva a melhoria contínua do desempenho dos produtos (PROCEL, 2012).

Em seu início, o PBE era um programa totalmente voluntário, ou seja, só participavam os fabricantes que desejavam fazer parte do programa. Ao longo dos anos o PBE foi se tornando compulsório para a maioria dos equipamentos abrangidos pelo programa (CARDOSO, NOGUEIRA, 2011).

Atualmente, o PBE é composto por diversos Programas, em diferentes fases de implementação, que contemplam desde produtos da linha branca, como fogões, refrigeradores e condicionadores de ar, até demandas na área de recursos renováveis (aquecimento solar e fotovoltaicos) e outras como as edificações e os veículos (INMETRO; *s/d*).

2.2.2 Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel, tem como missão, promover o combate ao desperdício de energia elétrica, tanto no lado da produção como no do consumo, colaborando assim para a redução dos impactos ambientais proporcionados pelo processo de geração, transmissão e distribuição de energia. O Procel é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME e executado pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A – Eletrobras (PROCEL; 2012).

Desde a sua criação, o Procel promove diversas ações com o objetivo de induzir o desenvolvimento e a incorporação de novas tecnologias aos equipamentos, impulsionando assim o aumento da qualidade e da eficiência energética.

Em 1993, o Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia, ou simplesmente Selo Procel - Figura 2.11 - foi instituído, por meio de decreto presidencial, com o objetivo de orientar o consumidor e estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes no país (PROCEL, 2012).

O Selo Procel Eletrobras é fortemente reconhecido como uma ferramenta que agrega valor ao produto, o que traz um diferencial num mercado tão competitivo.

A concessão do Selo é fruto do trabalho conjunto da Eletrobras/Procel com o Inmetro, com os fabricantes de equipamentos, associações de classe de fabricantes e laboratórios de ensaios.



Figura 2-11- Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia
Fonte: PROCEL; 2012

Os critérios que estão em vigor atualmente para a concessão do Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia exigem que o produto seja submetido anualmente a ensaios de desempenho em laboratórios de referência acreditados pelo Inmetro e indicados pelo Procel (CARDOSO, 2008).

Para os Refrigeradores, Freezers, Condicionadores de Ar, Máquinas de Lavar Roupa, Coletores Solares, Televisores, Painéis fotovoltaicos, Ventiladores de teto e Bombas centrífugas, recebem o Selo os equipamentos classificados na faixa A da Ence, no PBE, e que respeitem as condições adicionais, inerentes a cada categoria (PROCEL, 2011).

Já para as Lâmpadas Fluorescentes Compactas, Lâmpadas a Vapor de Sódio, Reatores Eletromagnéticos para Lâmpadas a Vapor de Sódio, Reservatórios Térmicos e Motores Elétricos de Indução, são agraciados com o Selo Procel os equipamentos que atingirem um índice mínimo de eficiência, de rendimento ou máximo de consumo pré-estabelecidos (PROCEL, 2012).

Para o caso de reatores eletrônicos, além de atenderem a requisitos mínimos de eficiência, faz-se necessário que o equipamento tenha sido previamente certificado pelo Inmetro, uma vez que esse tipo de equipamento não é contemplado pelo PBE (PROCEL, 2012).

Os primeiros produtos com o Selo Procel Eletrobras foram disponibilizados no mercado em 1994. Em 2011, conforme pode ser observado na figura 2.12, o programa do Selo Procel Eletrobras abrangeu 32 categorias de equipamentos diferentes.

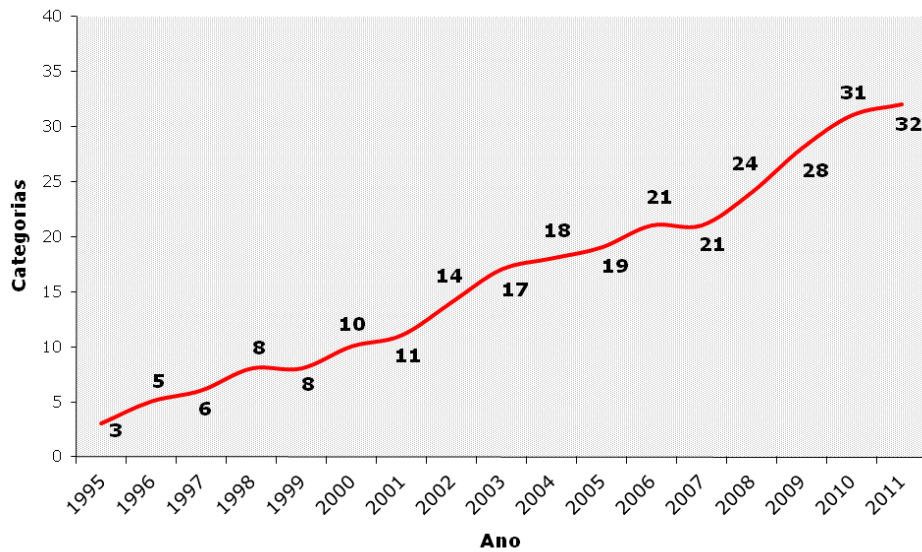


Figura 2-12: Categorias de equipamentos abrangidas pelo Selo Procel Eletrobras anualmente
 Fonte: PROCEL; 2011

Ao longo do tempo, a quantidade e modelos agraciados com o Selo Procel tem aumentado. Na última avaliação de resultados realizada pelo Procel, em 2011, havia cerca de quatro mil modelos contemplados com o Selo. A figura 2.13 apresenta a evolução da quantidade de equipamentos contemplados com o Selo desde 1995.

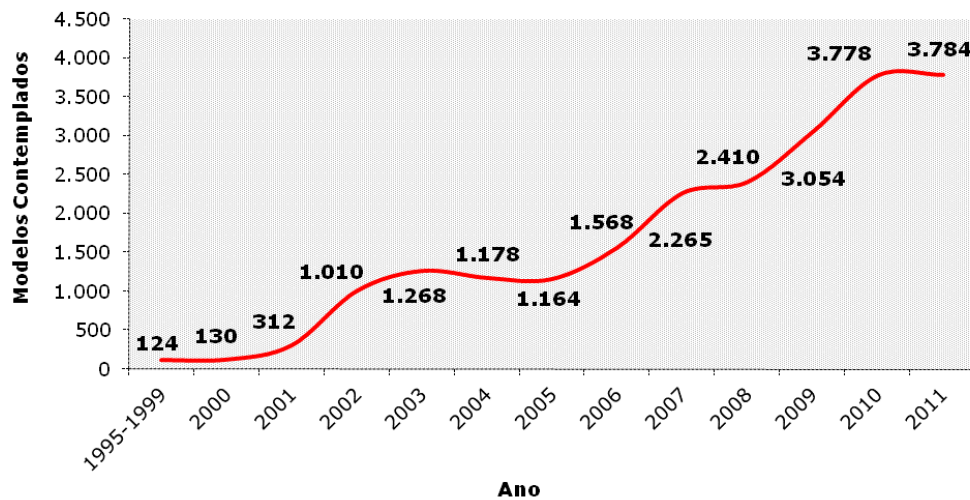


Figura 2-13: Quantidade de equipamentos contemplados com o Selo Procel Eletrobras
 Fonte: PROCEL; 2011

Com o intuito aumentar a gama de categorias de equipamentos contemplados com o seu Selo, e assim contribuir ainda mais para a conservação de energia elétrica no País, o Procel iniciou os trabalhos para a concessão do Selo para monitores, luminárias para

iluminação pública, fornos de microondas e lâmpadas fluorescentes tubulares (PROCEL, 2013).

Um dos principais critérios adotados pelo Procel para identificar as categorias de equipamentos que serão trabalhadas dentro do programa do Selo, é a participação dos equipamentos no consumo de energia elétrica de uma residência típica (DAVID, 2010).

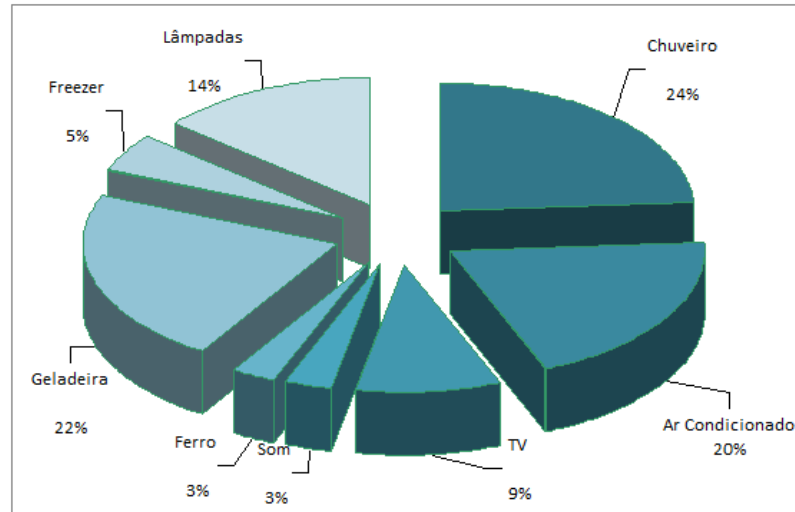


Figura 2-14- Participação dos Equipamentos no Consumo de energia elétrica de uma Residência Típica
Fonte: PROCEL; 2007

Conforme pode ser observado na figura 2.14, os equipamentos com maior representatividade no consumo de energia elétrica já estão contemplados com o Selo Procel, ou já tiveram o processo para a concessão do Selo iniciado.

Os resultados energéticos do Selo Procel Eletrobras em 2011, totalizaram 6.636 milhões de kWh/ano de energia economizada, o que correspondeu a 1,56% de todo consumo nacional de eletricidade naquele ano, e 2.605 MW de demanda retirada da ponta, conforme se verifica na Tabela 2.2, a seguir, que apresenta, ainda, os resultados de cada categoria de equipamento avaliada. (PROCEL; 2012).

Tabela 2-2 - Resultados Energéticos do Selo Procel Eletrobras em 2011 e 2012

Categoria de Equipamento	Estimativa de energia economizada em 2011 (milhões de kWh)	Estimativa de energia economizada em 2012 (milhões de kWh)
Refrigeradores e Freezers	2.320,72	2.641,29
Lâmpadas e reatores	1.954,68	3.576,59
Condicionadores de ar	949,38	1.040,17
Coletores Solares e reservatórios térmicos	52,02	63,59
Motores elétricos	1.093,62	1.191,43
Ventiladores de teto	266,00	367,56
Total	6.636,42	8.880,63

Fonte: PROCEL; 2013

Já em 2012 os resultados energéticos do Selo Procel Eletrobras totalizaram 8.880 milhões de kWh/ano de energia economizada, o que correspondeu a 2,03% de todo consumo nacional de eletricidade naquele ano, e 3.423,68 MW de demanda retirada da ponta, conforme verificado na Tabela 2.2.

Parte desses resultados pode ser computado aos programas de doação de equipamentos através do Programa de Eficiência Energética - PEE da Aneel. Segundo a Lei 12.212 de 2010, no mínimo 60% dos recursos do PEE devem ser investidos em unidades consumidoras beneficiadas pela Tarifa Social. Nesses casos, seguindo as orientações do Manual do Programa de Eficiência Energética de 2008 e dos Procedimentos Programa de Eficiência Energética – PROPEE de 2013, as concessionárias e permissionárias de energia optam por doar equipamentos eficientes (com o Selo Procel Eletrobras), principalmente refrigeradores e LFC, aos seus clientes.

As categorias de máquinas de lavar roupas (automáticas e semi-automáticas), televisores em modo de espera, reatores eletrônicos, módulos fotovoltaicos, lâmpadas a vapor de sódio, bombas e moto-bombas centrífugas, ventiladores de mesa ainda não tiveram seus resultados de economia de energia mensurados (PROCEL, 2013).

2.2.3 Selo Conpet

O Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – Conpet tem como missão, promover o combate ao desperdício de derivados do petróleo e do gás natural. O Conpet é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME e tem na empresa Petróleo Brasileiro S.A. Petrobras sua secretaria executiva (CONPET; *s/d*).

O Selo Conpet de Eficiência Energética ou simplesmente Selo Conpet, figura 2.15, em vigor desde agosto de 2005, é destinado aos equipamentos domésticos de consumo de gás, que alcançaram os menores índices de consumo de combustível. Concedido anualmente pela Petrobras/Conpet, o Selo é outorgado aos aparelhos a gás que obtêm os mais altos níveis de eficiência, de maneira a destacá-lo para o consumidor.



Figura 2-15- Selo Conpet de Eficiência Energética
Fonte: CONPET; *s/d*

Assim como o Procel trabalha no processo de concessão do Selo Procel, o Conpet atua em parceria com o Inmetro no PBE, porém, o Selo Conpet procura indicar os produtos que apresentam maior eficiência no consumo de gás.

O Selo Conpet é concedido de forma voluntária aos produtos que obtêm conceito “A” na ENCE, nos ensaios laboratoriais realizados pelo PBE, e autorizados pela Comissão de Análise Técnica do Selo Conpet (CONPET; *s/d*).

Os critérios para concessão do Selo Conpet são baseados nos dados de consumo de combustível, rendimento ou eficiência energética divulgados pelo Inmetro com resultados declarados pelos fabricantes ou importadores, comprovados pelos ensaios realizados nos laboratórios de referência independentes integrantes do PBE, conforme o Regulamento Específico para Uso da ENCE de cada linha de produtos (CONPET; *s/d*).

2.3 Resultados Esperados pela introdução de um programa de informação aos consumidores sobre o desempenho energético de equipamentos

A seguir apresenta-se uma abordagem simplificada dos impactos esperados sobre a distribuição das vendas de um equipamento em função da introdução de etiquetas classificatórias (como a ENCE) concomitantemente a Etiqueta/Selo de endosso (como o Selo Procel Eletrobras).

Nessa abordagem assumiu-se como hipótese que, na condição base (antes das ações de orientação do mercado), as vendas de um equipamento genérico em função da eficiência, sejam distribuídas de modo simétrico em torno de uma média conforme apresentado na figura 2.16.

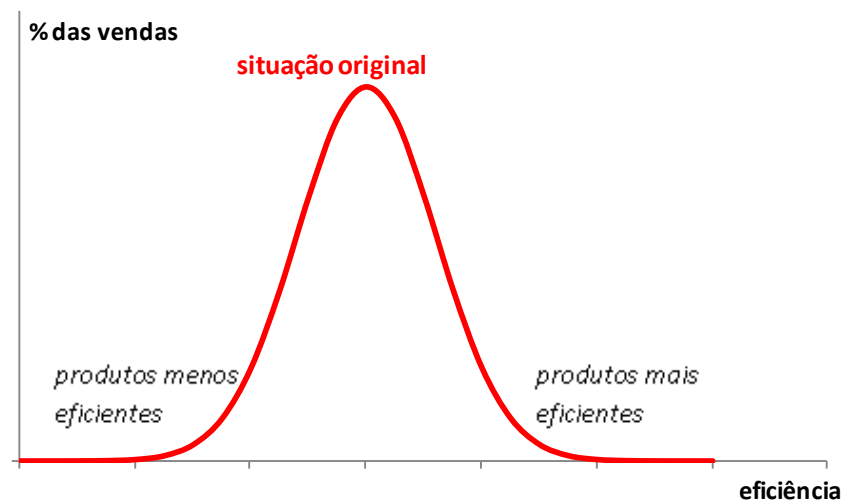


Figura 2-16. Distribuição das vendas de um equipamento energético genérico como função de sua eficiência
Fonte: CARDOSO, NOGUEIRA, 2011

Com a implementação de um programa de etiquetagem classificatórias, com categorias de desempenho (como a ENCE), espera-se um aumento do desempenho energético dos produtos comercializados, uma vez que esses passam a ser informados para o consumidor, e como consequência espera-se motivar a comercialização de produtos mais eficientes. Assim, uma possível representação das vendas de um equipamento genérico, mantendo os padrões anteriores, é apresentada na figura 2.17.

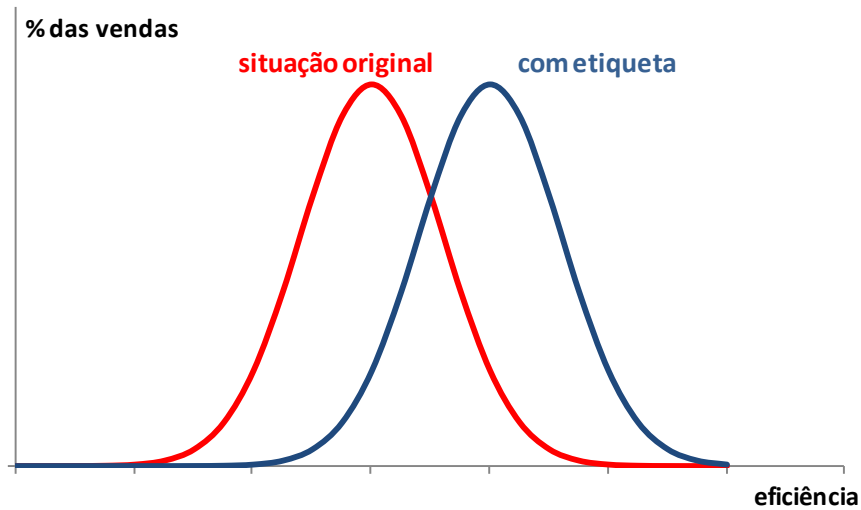


Figura 2-17. Distribuição das vendas de um equipamento energético genérico na situação original e com a introdução de etiqueta classificatória
 Fonte: CARDOSO, NOGUEIRA, 2011

Já a adoção de etiqueta/selo de endosso, como o Selo Procel, destaca apenas a faixa de produtos mais eficientes, devendo desse assim influenciar um aumento nas vendas dos equipamentos de desempenho mais elevado, conforme representado na Figura 2.18.

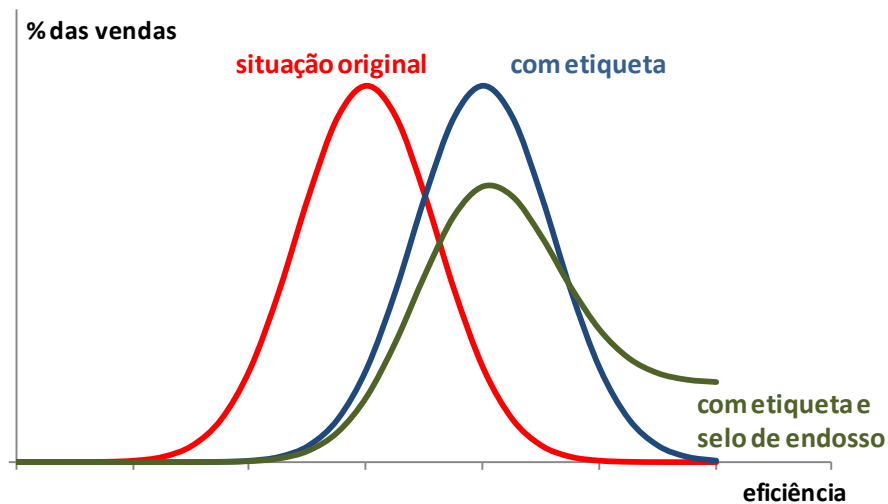


Figura 2-18 - Distribuição das vendas de um equipamento energético genérico na situação original e com a introdução de etiqueta classificatória e selo de endosso.
 Fonte: CARDOSO, NOGUEIRA, 2011

3. Lei de Eficiência Energética

Em 17 de outubro de 2001 foi sancionada a Lei no 10.295, também conhecida como “Lei de Eficiência Energética”. Considerada por alguns como estratégica para o enfrentamento da crise de racionamento de energia elétrica vivida pelo País no início do século XXI, hoje, é considerada também um dos principais mecanismos do País para a indução da eficiência energética para máquinas e aparelhos consumidores de energia (CARDOSO, 2012).

A Lei Nº 10.295/2001 veio a preencher uma lacuna importante não abordada em regulamentações anteriores e, ao mesmo tempo, contribuir para estruturar o combate ao desperdício de energia no Brasil, uma vez que tornou possível o estabelecimento de níveis mínimos de eficiência energética para máquinas e aparelhos consumidores de energia de forma compulsória. Antes da Lei já existiam Programas que buscavam tornar os equipamentos mais eficientes, entretanto não eram de caráter compulsório (HADDAD, 2002).

A fim de regulamentar a Lei, em 19 de dezembro de 2001, foi publicado o Decreto nº 4.059, que define os procedimentos e as responsabilidades para o estabelecimento dos indicadores e dos níveis de eficiência energética. O Decreto também institui o Comitê Gestor de Indicadores e de Níveis de Eficiência Energética – CGIEE (HADDAD, 2005).

Atualmente a Lei já estabeleceu índices mínimos de desempenho energético para diversos equipamentos.

3.1. A LEI 10.295/2001

Em 1990 foi apresentado, no Senado federal, o projeto de lei PLS nº 125 com o objetivo de “Fixar Diretrizes para conservação de energia e outras providências”. Em 1993 já com a ementa “Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia Elétrica e dá outras providências” esse projeto lei começou sua tramitação na Câmara dos Deputados (ELETROBRAS, 2013).

Em 2001 após aprovação pela Câmara dos Deputados este foi encaminhado ao Senado Federal, casa onde o referido projeto de lei começou sua tramitação em 10 de agosto de 1990 com a denominação de PLS 125 (ELETROBRAS, 2013).

Após aprovação pelo plenário do Senado Federal em 25 de setembro de 2001, foi sancionada, pelo então Presidente da República Fernando Henrique Cardoso, a Lei 10.295,

em 17 de outubro de 2001 e publicada no DOU em 18 de outubro o mesmo ano (ELETROBRAS, 2013).

Essa Lei trata da Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e tem como objeto a alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente.

Como principal ponto descrito nessa Lei destaca-se o Artigo 2º, onde se define que cabe ao Poder Executivo estabelecer níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País (BRASIL, 2001).

É importante ressaltar que embora esteja descrito no corpo da Lei que os níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País devam ser estabelecidos pelo Poder Executivo com base em indicadores técnicos pertinentes, a mesma não indicava os procedimentos necessários para tal. Portanto, naquele momento, a Lei ainda precisava ser regulamentada.

Outro ponto importante previsto na Lei é indicação de que antes de se estabelecer os indicadores de consumo específico de energia, ou de eficiência energética, devem ser ouvidas em audiência pública, com divulgação antecipada das propostas, as diversas entidades que apresentarem interesse, sejam representações de fabricantes e importadores de máquinas e aparelhos consumidores de energia, projetistas, construtores de edificações, consumidores, instituições de ensino e pesquisa etc.

3.2 Decreto nº 4.059 de 2001

Em 19 de dezembro de 2001, a Lei 10.295 foi regulamentada pelo Decreto nº 4.059, assinado pelo Presidente da República Fernando Henrique Cardoso, com co-assinatura dos então Ministros José Jorge, Sérgio Silva do Amaral e Ronaldo Mota Sardenberg (CGIEE, 2002).

Esse Decreto estabeleceu que os níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, bem como das edificações construídas, devem ser estabelecidos com base em indicadores técnicos e regulamentação específica a ser fixada nos termos daquele Decreto, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia.

O Decreto Nº 4.059 também instituiu o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética, sua composição e atribuições. Assim o CGIEE fica composto por representantes dos seguintes órgãos e entidades:

- Ministério de Minas e Energia, que o presidirá;
- Ministério da Ciência e Tecnologia;
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior;
- Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL;
- Agência Nacional do Petróleo - ANP; e
- um representante de universidade brasileira e um cidadão brasileiro, ambos especialistas em matéria de energia, a serem designados pelo Ministro de Estado de Minas e Energia, para mandatos de dois anos, podendo ser renovados por mais um período (MME, *s/d*).

Segundo o Decreto, ANEEL, ANP, Inmetro e as Secretarias Executivas do Procel e do Conpet deverão fornecer apoio técnico ao CGIEE e aos Comitês Técnicos que vierem a ser constituídos.

Ao CGIEE o Decreto define as seguintes atribuições:

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;

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

IV - constituir Comitês Técnicos para analisar e opinar sobre matérias específicas sob apreciação do CGIEE, inclusive com a participação de representantes da sociedade civil;

V - acompanhar e avaliar sistematicamente o processo de regulamentação e propor plano de fiscalização; e

VI - deliberar sobre as proposições do Grupo Técnico para Eficientização de Energia em Edificações.

Segundo definido na Lei 10.295 toda a proposta de regulamentação específica elaborada pelo respectivo Comitê Técnico, somente será aprovada pelo Comitê Gestor após passar pelo processo de audiência pública, convocada com antecedência mínima de trinta dias, com divulgação antecipada das propostas (HADDAD, 2005).

No sentido de proporcionar mais transparência e participação da sociedade nos processos de estabelecimento de suas regulamentações específicas o CGIEE tem adotado como prática a publicação das propostas de regulamentações também em consulta pública (publicada na página do MME na Internet, pelo prazo de 30 dias para recebimento de sugestões, contribuições e contestações).

Segundo o Decreto as regulamentações devem conter obrigatoriamente algumas especificações tais como, as normas com procedimentos e indicadores utilizados nos ensaios para comprovação do atendimento dos níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, os laboratórios responsáveis pelos ensaios e o prazo para entrada em vigor.

O Decreto também define que os laboratórios nacionais responsáveis pelos ensaios que comprovarão o atendimento dos níveis deverão ser acreditados pelo Inmetro. Porém, caso os laboratórios acreditados não possam atender às solicitações, o Comitê Gestor, ouvido o Inmetro, poderá indicar outros laboratórios, previamente auditados, para realizar os ensaios pertinentes. No caso de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados no exterior e comercializados no País, os ensaios e procedimentos definidos na regulamentação específica, poderão ser realizados por laboratórios internacionais, desde que reconhecidos pelo Inmetro, por meio de acordos de reconhecimento mútuo.

Durante o processo de importação, os importadores de máquinas e aparelhos consumidores de energia devem comprovar o atendimento dos níveis estabelecidos nas regulamentações específicas. Para esses casos a Licença de Importação só será concedida com a anuência do Inmetro, previamente ao embarque no exterior.

O Inmetro também é responsável pela fiscalização e pelo acompanhamento dos programas de avaliação da conformidade das máquinas e aparelhos consumidores de energia a serem regulamentados, bem como fiscalização do atendimento da Lei.

3.3. Processo para definição de uma Regulamentação Específica

Segundo DAVID (2010) o processo de estabelecimento de níveis máximos de consumo específico de energia ou mínimos de eficiência energética para um determinado equipamento inicia-se com a sua definição pelo CGIEE. Para realizar essa definição o CGIEE baseia-se em diversos critérios, sendo o que o principal é a estimativa do impacto de economia de energia que a regulamentação pode proporcionar para o país.

Após a definição do equipamento a ser regulamentado, o CGIEE constitui, caso ele ainda não exista, um Comitê Técnico que terá como função interagir com os diversos setores da sociedade com o intuito de elaborar uma Proposta Técnica para a regulamentação específica. Após sua análise e aprovação, o CGIEE encaminha a proposta de regulamentação para consulta pública, por no mínimo 30 dias, no site do MME. Todos os comentários encaminhados na fase de consulta pública são analisados pelo Comitê Técnico que incorpora à regulamentação aqueles considerados pertinentes. Em seguida a proposta de regulamentação, já atualizada, é encaminhada para audiência pública convocada com antecedência mínima de trinta dias. Nessa ocasião todos os interessados podem expressar pessoalmente suas opiniões sobre a proposta em questão para o presidente do CGIEE.

Após análise e incorporação das novas contribuições pertinentes, o Comitê Técnico encaminha a proposta final de regulamentação para homologação do CGIEE. Caso a proposta seja aprovada, a mesma é encaminhada em forma de Minuta de Portaria Interministerial para assinatura dos Srs. Ministros dos ministérios MME, MCT e MDIC (DAVID, 2010).

Segundo a Lei, um ano após a publicação da Portaria Interministerial estabelecendo níveis máximos de consumo específico de energia ou mínimos de eficiência energética, deve-se iniciar um processo semelhante para elaboração do Programa de Metas que irá especificar a evolução dos níveis exigidos para os equipamentos.

O histórico mostra que o processo de definição dos parâmetros para os produtos regulamentados pela Lei tem usado como base metodologias, regulamentos específicos, critérios de avaliação da conformidade e laboratórios utilizados pelo PBE na ENCE, do Selo Procel Eletrobras e Selo Conpet.

3.4 Produtos e Equipamentos Regulamentados

Assim como no caso do programa do Selo Procel Eletrobras, a Lei tem priorizado os equipamentos de grande posse e de significativo consumo de energia. Assim, os primeiros equipamentos a serem regulamentados pela Lei foram os motores elétricos de indução trifásicos que tiveram a sua regulamentação aprovada com o Decreto nº 4.508, de 11 de dezembro de 2002. Esse também foi o primeiro equipamento a ter aprovado o seu Programa de Metas, através da Portaria Interministerial (MME, MCT e MDIC) nº 553 de 8 de dezembro de 2005.

Em seguida foram regulamentadas as lâmpadas fluorescentes compactas com reator integrado, refrigeradores e congeladores, fogões e fornos a gás, condicionadores de ar,

aquecedores de água a gás, reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor de sódio e as lâmpadas incandescentes.

A seguir no Quadro 3.1 está apresentado um resumo com o histórico, por equipamento, das regulamentações específicas para Leis de Eficiência Energética e seus respectivos programas de metas elaborados até o ano de 2012.

Tabela 3-1 - Histórico de regulamentações específicas

Tipo de Equipamento	Regulamentação Específica		Programa de Metas	
	Documento	Data	Documento	Data
Motores Elétricos Trifásicos	Decreto n° 4.508	11 de dezembro de 2002	Portaria Interministerial n° 553	08 de dezembro de 2005
LFC	Portaria Interministerial n° 132	12 de junho de 2006	Portaria Interministerial n° 1008	31 de dezembro de 2010
Refrigeradores e Congeladores	Portaria Interministerial n° 362	24 de dezembro de 2007	Portaria Interministerial n° 326	26 de maio de 2011
Fogões e Fornos a Gás	Portaria Interministerial n° 363	24 de dezembro de 2007	Portaria Interministerial n° 325	26 de maio de 2011
Condicionadores de Ar	Portaria Interministerial n° 364	24 de dezembro de 2007	Portaria Interministerial n° 323	26 de maio de 2011
Aquecedores de Água e Gás	Portaria Interministerial n° 298	10 de setembro de 2008	Portaria Interministerial n° 324	26 de maio de 2011
Reatores Eletromagnéticos para Lâmp. a Vapor de Sódio e a Vapor Metálico	Portaria Interministerial n° 959	09 de dezembro de 2010	-	-
Lâmpadas Incandescentes	Portaria Interministerial n° 1007	31 de dezembro de 2010	-	-
Transformadores de distribuição	Portaria Interministerial n° 104	22 de março de 2013	-	-

Fonte: DAVID, 2010 - Modificada.

3.5 Os benefícios esperados pela Implementação da Lei

Segundo DAVID (2010), implementação da Lei de Eficiência Energética objetiva promover transformações estruturais no mercado dos equipamentos consumidores de energia, disponibilizando para o mercado consumidor, a médio e longo prazo, apenas produtos energeticamente eficientes. O estabelecimento dos níveis máximos de consumo específico de energia e a evolução dos Programas de Metas possibilitam, na prática, o desenvolvimento e implementação de tais avanços.

Com a definição de índices mínimos de eficiência energética e consequente banimento dos produtos com desempenho inferiores aos definidos, espera-se que cresça, de forma proporcional a participação dos banidos, a venda dos demais modelos disponíveis no mercado, conforme representado na curva em preto da figura 3.1 (CARDOSO, NOGUEIRA; 2011).

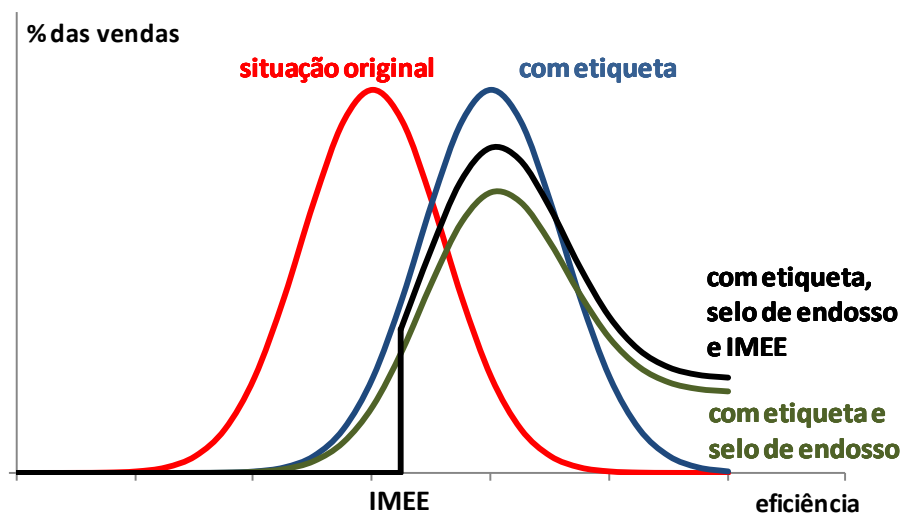


Figura 3-1 - Distribuição das vendas de um equipamento energético genérico na situação original e com a introdução de etiqueta classificatória, selo de endosso e índice mínimo de eficiência energética
Fonte: CARDOSO, NOGUEIRA; 2011

Os fabricantes brasileiros dos equipamentos eletro-eletrônicos regulamentados também se beneficiam, uma vez que passam a produzir equipamentos com maior desenvolvimento tecnológico, e, portanto, mais competitivos no mercado externo.

Por fim, a Lei de Eficiência Energética também traz benefícios diretos ao meio ambiente, visto que a economia de energia proporcionada pela sua implementação posterga investimentos em geração, transmissão e distribuição de energia, num horizonte de médio e longo prazo.

4. Programas de Eficiência Energética para Lâmpadas Fluorescentes Compactas com Reator Integrado – LFC

Com o intuito de facilitar a compreensão desse estudo, serão apresentados nesse capítulo alguns conceitos relacionados à iluminação. Em seguida será apresentada uma contextualização sobre a iluminação residencial e o mercado brasileiro de LFC. Finalizando esse capítulo, serão explanados os passos que levaram o País a alcançar o atual nível de robustez dos programas de promoção da eficiência energética para LFC, onde o Selo Procel e a etiqueta ENCE são complementados por uma Regulamentação compulsória (definida com base na Lei de Eficiência Energética) que determina limites mínimos de desempenho para que esses equipamentos possam ser comercializados.

4.1. Conceitos Relacionados à Iluminação

A seguir, estão destacados alguns conceitos que são usualmente utilizados em iluminação e que são imprescindíveis para melhor compreensão dos temas adotados nesse estudo.

Luz - É uma radiação eletromagnética capaz de produzir sensação visual. Em outras palavras, é a parte do espectro visível (American General, 2010).

Fluxo luminoso (figura 4.1) – Fluxo luminoso representa uma potência luminosa emitida por uma fonte luminosa, por segundo, em todas as direções, sob a forma de luz. Sua unidade é o lúmen. Em uma analogia com a hidráulica, seria como um chafariz esférico, dotado de inúmeros furos na sua superfície. Os raios luminosos corresponderiam aos esguichos de água dirigidos a todas as direções e decorrentes desses furos (BASTOS, 2011, p.7 apud Rodrigues, 2002).



Figura 4-1 - Fluxo Luminoso
Fonte: American General. 2010

Iluminância (figura 4.2) - é o fluxo luminoso que atinge uma superfície situada a uma determinada distância por segundo, ou seja, é a quantidade de luz em um certo ponto. A unidade de medida é o lux, representada pelo símbolo E. Um lux equivale a 1 lúmen por metro quadrado - lm/m² (American General, 2010).



Figura 4-2 - Iluminância
Fonte: American General. 2010

Temperatura de cor – É a grandeza que expressa a aparência da cor da luz, sendo sua unidade o Kelvin (K). Quanto mais alta a temperatura de cor mais azulada é a cor da luz. A “luz quente” é a que tem aparência amarelada e temperatura de cor baixa: 3000K ou menos. A “luz fria”, ao contrário, tem aparência azul-violeta, com temperatura de cor elevada: 6000K ou mais (PROCEL; 2002).

Eficiência luminosa (lm/W) – É o quociente entre o fluxo luminoso emitido em lúmens, pela potência consumida em watts. (BASTOS; 2011)

A Tabela 4.1 apresenta a eficiência luminosa de diferentes tecnologias de lâmpadas comercializadas no país:

Tabela 4-1 – Eficiência das lâmpadas

Tipo de lâmpada	Eficiência Luminosa
Incandescentes	10 a 15 lm/W
Halógenas	15 a 25 lm/W
Mista	20 a 35 lm/W
Vapor de mercúrio	45 a 55 lm/W
Fluorescente tubular	55 a 75 lm/W
Fluorescente compacta	50 a 85 lm/W
Metálica	65 a 90 lm/W
Fluorescente eficiente	75 a 115 lm/W
Vapor de sódio	80 a 140 lm/W
LED	37 a 105 lm/W

Fonte: PROCEL, 2002 - Modificada

Fator de potência – Razão entre a potência ativa e a potência aparente, indicando a eficiência do uso da energia. Um alto fator de potência indica uma eficiência alta e inversamente, um fator de potência baixo indica baixa eficiência energética. (BASTOS, 2011, p.8 apud WEG, 2009)

A maioria das cargas no setor residencial consome energia reativa indutiva, tais como: motores, transformadores, reatores para lâmpadas de descarga, entre outros. As cargas indutivas necessitam de campo eletromagnético para seu funcionamento, por isso sua operação requer dois tipos de potência:

- Potência ativa: Potência medida em kW que efetivamente realiza trabalho gerando calor, luz, movimento etc.
- Potência reativa: Potência medida em kVAr usada apenas para criar e manter os campos eletromagnéticos das cargas indutivas.

Assim, enquanto a potência ativa é sempre consumida na execução de trabalho, a potência reativa, além de não produzir trabalho, circula entre a carga e a fonte de alimentação, ocupando um espaço no sistema elétrico que poderia ser utilizado para fornecer mais energia ativa.

4.2. Contextualização sobre o mercado brasileiro de LFC

Em síntese, um sistema de iluminação é composto por lâmpadas, reatores e luminárias. A opção dos equipamentos de iluminação a serem utilizados em um determinado projeto depende de diversos fatores como, por exemplo, a reprodução de cor desejada, o consumo de energia, e o preço de compra, instalação e manutenção dos equipamentos.

A primeira lâmpada incandescente foi desenvolvida em 1854, pelo mecânico alemão Heinrich Göbel, usando fios de bambu carbonizados como filamento, que foram inseridos em um bulbo de vidro após a retirada de todo o ar interno. Esta lâmpada foi conectada a uma bateria e usada para iluminar sua loja em Nova Iorque. Em 1879, o americano Thomas Alva Edison desenvolveu a lâmpada de luz incandescente, que pôde ser produzida em escala industrial. Ele introduziu o sistema de base rosqueável, garantindo assim o contato elétrico e, assim como Göbel, usou uma fibra de carbono como filamento (BASTOS, 2011, p.9 apud OSRAM, 2010).

No Brasil, a iluminação consome aproximadamente 14% do total de eletricidade utilizada no setor residencial (PROCEL, 2007) e as lâmpadas incandescentes (figura 4.3) correspondem à grande parte deste consumo, principalmente no setor residencial. No entanto, principalmente após a crise de energia elétrica ocorrida no ano 2001, essa tecnologia de lâmpadas vem gradativamente perdendo mercado para as lâmpadas fluorescentes compactas.



Figura 4-3 – Lâmpada incandescente
(Osram; 2012)

As lâmpadas fluorescentes compactas são as mais indicadas para substituir as lâmpadas incandescentes, uma vez que apresentam maior eficiência, cerca de quatro vezes mais, e maior durabilidade, oito ou mais vezes, fato que implica em redução dos custos com energia elétrica, com manutenção e reposição das lâmpadas. Além disso, na maior parte dos casos uma tecnologia pode ser diretamente substituída pela outra sem que sejam necessários investimentos complementares em outros equipamentos (DAVID, 2010).

Segundo a Portaria Interministerial nº 132/2006, as lâmpadas fluorescentes compactas são um tipo de lâmpada de descarga elétrica. Seu tubo de vidro, em cujas extremidades se localizam eletrodos, é recoberto com camadas de pó fluorescente, de cuja natureza resulta a composição espectral do fluxo luminoso produzido. O meio interno é constituído por atmosfera de gases, possuindo uma quantidade de mercúrio. O reator é integrado a sua base constituindo uma peça única, destinada à operação em corrente alternada de 60 Hz e tensões nominais de 127 V ou 220 V, ou faixas de tensão que englobem as mesmas, ou ainda para operação em corrente contínua. Podem ou não apresentar invólucro decorativo. A figura 4.4 a seguir apresenta alguns modelos de LFC.



Figura 4-4 – Modelos de LFC
(Osram; 2012)

Segundo COSTA (2006), as primeiras lâmpadas fluorescentes compactas entraram no mercado brasileiro a partir da década de 80. No início, duas empresas produziram por um período esse tipo de lâmpadas no país, entretanto essa produção foi interrompida pouco tempo depois, devido à falta de competitividade com as lâmpadas importadas, especialmente aquelas oriundas da China.

Corroborando a informação de COSTA (2006), o diretor técnico da Abilux, Sr. Isac Roizenblatt, afirmou que a lâmpada fluorescente compacta foi apresentada ao mercado brasileiro em 1983 em uma palestra sobre a importância da conservação de energia feita pelo professor Roberto Hukai da Universidade de São Paulo no antigo Hotel Ca`d`oro. Também afirmou que essa mesma tecnologia foi incluída no mercado mundial em 1979 (informação verbal¹).

Em 1996, cerca de 20 milhões de lâmpadas fluorescentes foram importadas e este número continuou crescendo de forma gradativa ao longo dos anos. Porém, em 2001, ano em que ocorreu a crise energética, houve um aumento brusco e as importações saltaram dos 33 milhões ocorridas no ano anterior para cerca de 102 milhões. Após este salto, em 2002, houve queda das importações para cerca de 42 milhões e, a partir daí, as importações voltaram a crescer paulatinamente. Apenas no ano de 2006, conforme pode ser observado na figura 4.5, as importações voltaram a atingir a marca dos 100 milhões de lâmpadas. Destaca-se que, em 2010, as importações ultrapassaram a barreira de 360 milhões de lâmpadas (ALICE WEB/MDIC, *s/d*).

¹ Informação recebida por email em 22 de maio de 2013.

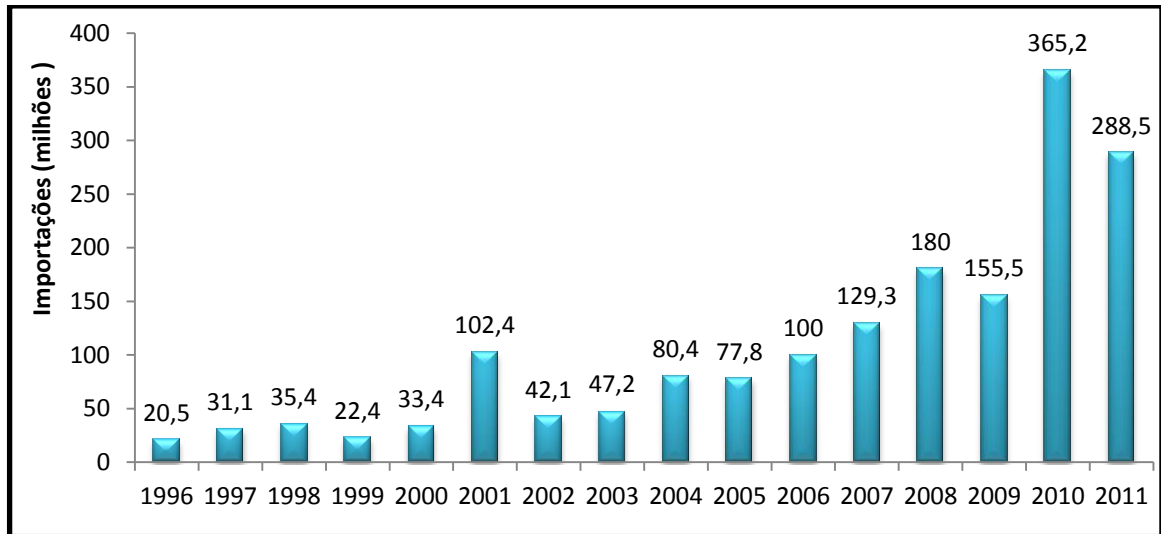


Figura 4-5 – Evolução das importações de Lâmpadas Fluorescentes de 1996 até 2011

Fonte: ALICE WEB/MDIC, *s/d*

Cabe ressaltar que os dados de importações de lâmpadas fluorescentes fornecidos pelo Alice Web/MDIC são dados agregados de lâmpadas fluorescentes, ou seja, os dados são referentes a lâmpadas compactas e tubulares. Baseando-se em informações obtidas junto a importadores de lâmpadas, estima-se que as importações de lâmpadas fluorescentes compactas sejam proporcionais a 70% do total das importações, cabendo os outros 30% as lâmpadas fluorescentes tubulares.

O grande aumento no número de lâmpadas fluorescentes importadas pode ser considerado um reflexo do aumento do uso dessa tecnologia de lâmpada. Conforme foi apontado nos relatórios da Pesquisa de Posse e Hábitos de Consumo de Energia (PROCEL, 2007), em 1988, a posse média de lâmpadas fluorescentes em uma residência correspondia a menos de 10% da posse de lâmpadas incandescentes. Já os dados de 2005 mostram uma realidade muito diferente, neste ano, conforme pode ser observado na figura 4.6, a posse média de lâmpadas fluorescentes foi equiparada a posse de lâmpadas incandescentes.

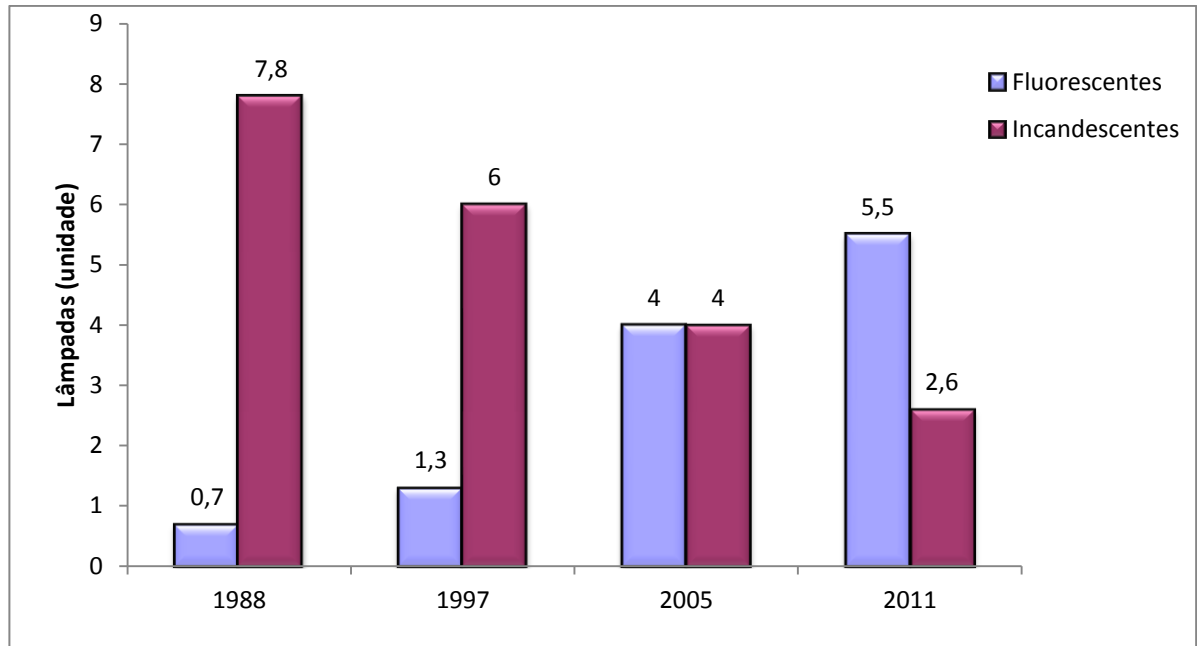
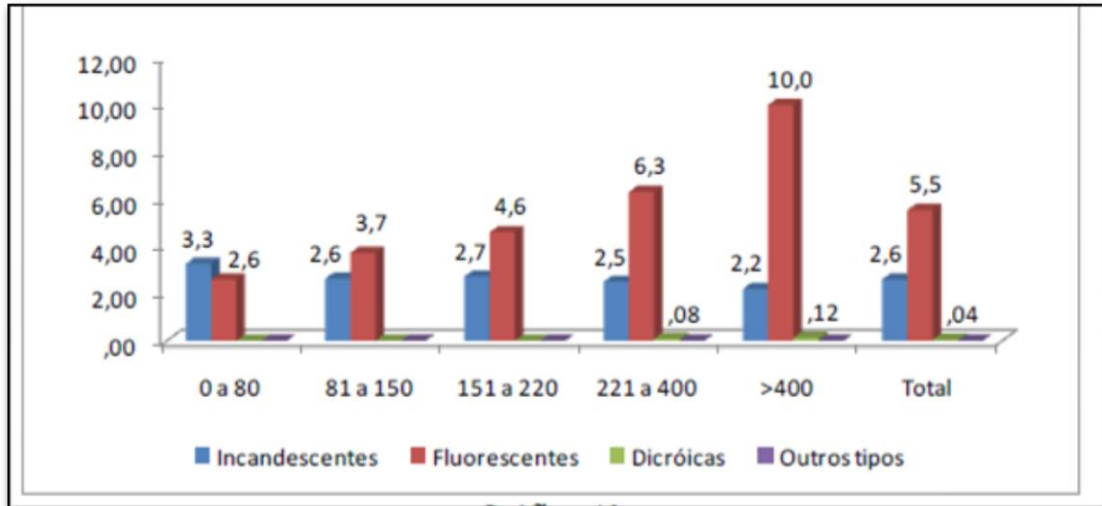


Figura 4-6 - Posse média de lâmpadas incandescentes e fluorescentes nas residências do Brasil em 1988, 1997 e 2005 e Posse média de lâmpadas incandescentes e fluorescentes nas residências de Parintins em 2011 .
Fonte: PROCEL, 2007; ELETROBRAS, 2011

Atualmente já é possível identificar, através de pesquisas realizadas em âmbito regional, que a quantidade de lâmpadas fluorescentes utilizadas em uma residência já supera a quantidade de lâmpadas incandescente. Um ótimo exemplo pôde ser verificado na Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso, realizada em Parintins no ano de 2011 pela PUC-RJ sob sua coordenação da Eletrobras (2011). Nessa pesquisa foi identificada a posse média de 5,5 lâmpadas fluorescentes e 2,6 incandescentes por residência.

No caso das residências com alto consumo energético de Parintins, conforme figura 4.7, a diferença na posse de lâmpadas fluorescentes e incandescentes é ainda mais acentuada, chegando a marca de 10 fluorescentes contra 2,2 incandescentes por residência com consumo superior a 400kWh/mês.



Fonte: ELETROBRAS 2011

Figura 4-7 - Média do tipo de lâmpadas por domicílio de Parintins em 2011

Segundo a Eletrobras/Procel², atualmente cerca de 75% dos pontos de iluminação de uma residência utilizam lâmpadas fluorescentes, enquanto que as lâmpadas incandescentes estão presentes em 25% dos pontos.

O aumento da popularidade destas lâmpadas, ocorrido, principalmente, depois da crise energética de 2001, pode ser justificado também pela considerável redução do preço final das LFC disponibilizadas para os consumidores. A redução do preço final está diretamente ligada ao preço pago pelos importadores de LFC aos fabricantes. Como pode ser observado na Figura 4.9, o preço médio unitário das lâmpadas fluorescentes importadas em 2005 foi menos do que a metade do preço médio unitário praticado no ano de 1998 (os valores estão em dólares US\$, portanto, deve-se considerar a valorização da moeda no período).

² Informação constante da Nota Técnica – NT PFD 007/2013 de 18 de abril de 2013.

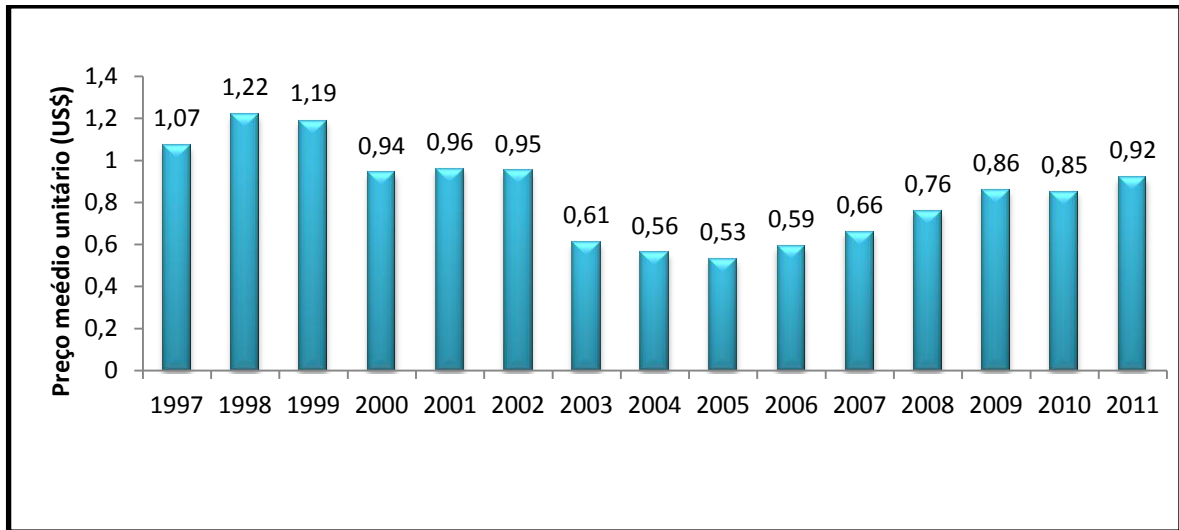


Figura 4-8 - Evolução do Preço das Lâmpadas Fluorescentes de 1996 até 2011

Fonte: ALICE WEB/MDIC, s/d

Ainda analisando a figura 4.8 é possível verificar que após um período de queda de preço entre 1998 e 2005, a partir de 2006, época da publicação da Portaria Interministerial 132 e revisão dos índices exigidos para a concessão do Selo Procel Eletrobras, o preço médio unitário das lâmpadas importadas iniciou um processo de crescimento gradativo. Esse fato corrobora a informação, obtidas junto a fornecedores de LFC, de que o preço cobrado pelas LFC pode estar diretamente ligado às exigências contidas nos regulamentos da Lei de Eficiência Energética, do PBE e do Selo Procel Eletrobras.

Segundo a Sylvania Lighting, outro fator a ser considerado com relação ao aumento do preço das lâmpadas diz respeito às medidas adotadas, a partir de 2010, pelo governo Chinês para melhorar o controle da poluição nas indústrias de mineração e processamento notoriamente tóxicos. Essas medidas, que implicaram em um aumento significativo das tarifas e redução das cotas de exportação de terras-raras impactaram diretamente o preço das lâmpadas compactas e de diversos outros produtos. Vale lembrar que a China produz mais de 95% das terras-raras comercializadas no mundo.

Segundo informações obtidas em conversas junto a importadores de LFC, cada Região do país possui uma preferência na escolha da temperatura de cor das LFC, sendo as lâmpadas de luz branca (com temperatura de cor maior que 6000K) preferência das Regiões Norte e Nordeste e as lâmpadas com luz amarelada (com temperatura de cor de 2700K) preferência das Regiões Sul e Sudeste.

A figura 4.9 apresenta a distribuição da quantidade de modelos de LFC participantes do PBE, no ano de 2011, por temperatura de cor. Assim é possível observar que as lâmpadas com 6400K e 6500K de temperatura de cor representaram 67% do total de modelos.

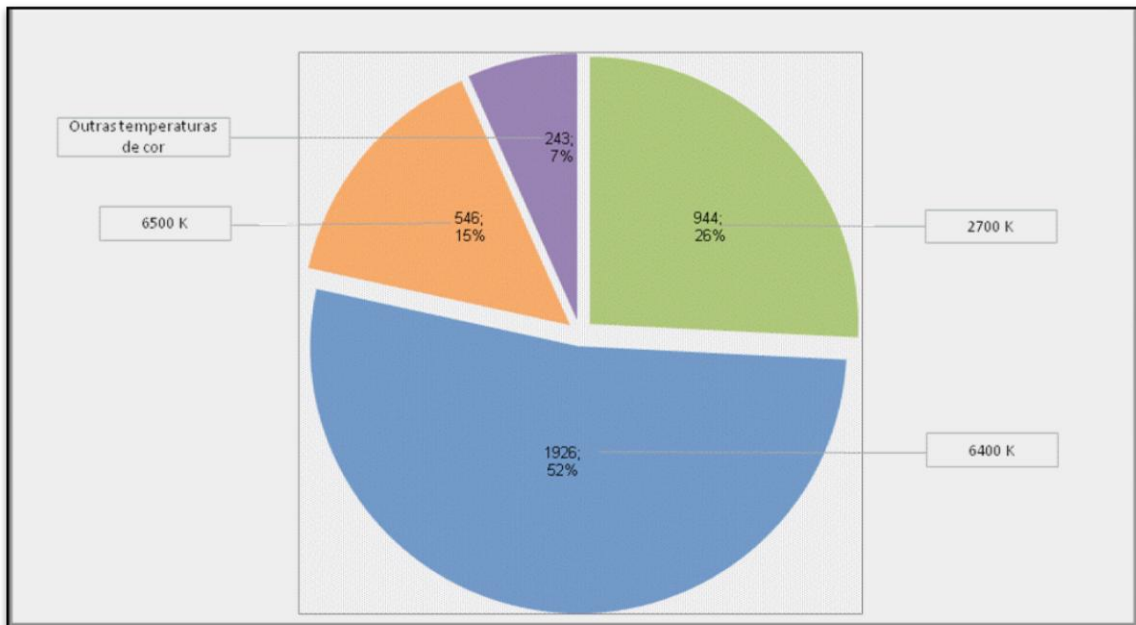


Figura 4-9 - Quantidade de modelos de LFC participantes do PBE, por temperatura de cor, em 2011

Vale lembrar que, em função de suas características construtivas, as LFC com baixa temperatura de cor tendem a ser um pouco mais eficientes do que as LFC com temperatura de cor mais elevadas.

Com referência ao formato do bulbo, a figura 4.10 indica uma grande preferência pelas LFC mais tradicionais, com o formato 2U ou 3U, que representaram cerca de 63% dos modelos de LFC disponibilizados no mercado nacional em 2011. Em seguida, o formato mais presente nos modelos de LFC no ano de 2011 foi o espiral, presente em cerca de 36% dos modelos. Os demais modelos participantes, cerca de 1%, estão divididos principalmente entre as LFC com o formato globo e as refletoras.

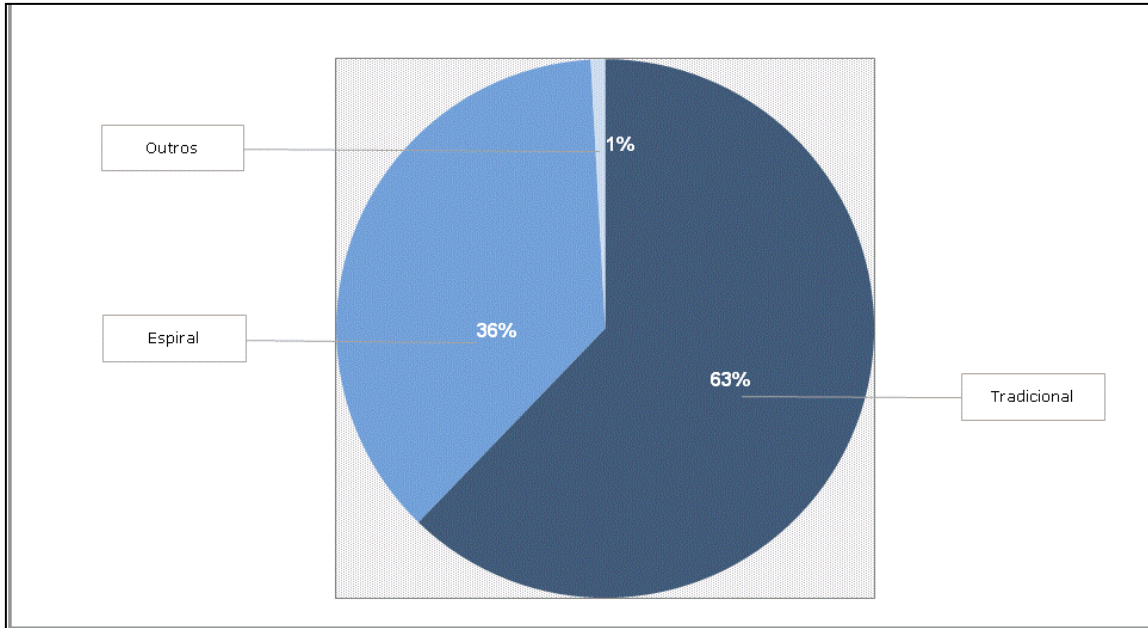


Figura 4-10 - Distribuição de LFC por tipo de bulbo, em 2011

Por conterem mercúrio (Hg) as LFC devem, após o final de suas vidas úteis, ser descartadas corretamente. Na maioria das vezes as LFC são destinadas aos aterros sanitários, onde são jogadas e ocorrem quebras contaminando o solo e, mais tarde, os cursos d'água e lençóis freáticos (ELETROBRAS, 2013).

Seguindo o exemplo de países desenvolvidos, foi sancionada no Brasil, no dia 2 de agosto de 2010, a Lei nº. 12.305, que em conjunto com o Decreto nº. 7.404 de 23 dezembro de 2010 implantaram a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, a qual trata da logística reversa das lâmpadas que contêm mercúrio após o término de sua vida útil (ELETROBRAS, 2013).

Atualmente o Governo Brasileiro, em conjunto com diversos segmentos da sociedade, incluindo fabricantes e importadores de lâmpadas, estão discutindo a melhor forma de se implementar no País o sistema de logística reversa para LFC, levando-se em consideração os pontos de coleta, o transporte adequado e a destinação correta das lâmpadas..

4.3 Programas e Mecanismos Brasileiros para a promoção da Eficiência Energética em LFC

Conforme comentado anteriormente, as LFC são as principais substitutas das lâmpadas incandescentes e, com essa substituição é possível obter grande economia financeira e de energia. Assim, a partir da segunda metade da década de 90, uma das principais recomendações da Eletrobras/Procel foi a substituição das lâmpadas incandescentes pelas LFC.

Segundo relatos de especialistas, as primeiras LFC comercializadas no Brasil apresentavam bons padrões de qualidade, porém, ao longo dos anos, as LFC comercializadas no país começaram a apresentar padrões de qualidade cada vez mais inferiores, fato que pode ser justificado pela significativa redução do preço de vendas dessas lâmpadas. Essa redução de qualidade começou a prejudicar a credibilidade dessa tecnologia, o que fazia com que muitos consumidores continuassem a optar pelas lâmpadas incandescentes. Nesse contexto, tornou-se imprescindível o início dos trabalhos para identificar para a sociedade as LFC de melhor qualidade e mais eficientes.

4.3.1 Fase Voluntária

Em 1998, através da celebração de um convênio entre a Eletrobras/Procel, Inmetro e Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel, foi marcado o início dos trabalhos para concessão do Selo Procel Eletrobras para LFC. Nesse mesmo ano, foi elaborado um documento que estabelecia os critérios necessários para a concessão do Selo, dentre os quais previa a necessidade de submeter as LFC a ensaios em um laboratório de referência. Ainda em 1998 foram comercializadas as primeiras LFC ostentando o Selo Procel Inmetro de Desempenho (ELETROBRAS, 2013).

É importante ressaltar que, naquele momento, ainda não existia a etiqueta ENCE para lâmpadas fluorescentes compactas e, por isso, o Selo Procel Inmetro de Desempenho era um selo unificado, que representava tanto o Procel quanto o Inmetro (Vide Figura 4.12).



Figura 4-11 - Selo Procel Inmetro de Desempenho
Fonte: PROCEL, 2012

Somente em 2004 foi iniciada, de forma voluntária, a concessão da ENCE, juntamente com o Selo Procel Inmetro de Desempenho para LFC. A figura 4.13 a seguir apresenta a ENCE utilizada por LFC no âmbito do PBE.

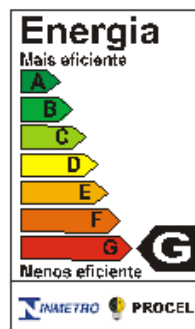


Figura 4-12 - ENCE de LFC
Fonte: INMETRO, 2006

A Tabela 4.2 apresenta os índices de eficiência energética que eram exigidos pelo PBE para a concessão da ENCE e pelo Procel para a concessão do Selo até a entrada em vigor dos índices estabelecidos pela regulamentação específica de LFC.

Tabela 4-2 - Índices de eficiência energética exigidos pela ENCE e pelo Selo Procel antes da regulamentação específica de LFC.

	Potência da Lâmpada (W)	Eficiência Mínima (lúmens/watt)	
		ENCE	Selo Procel
Lâmpadas sem Invólucro	Potência da lâmpada < 15W	40	45
	Potência da lâmpada > 15W	40	60
Lâmpadas com Invólucro	Potência da lâmpada < 15W	40	40
	15W ≥ Potência da lâmpada < 19W	40	48
	19W ≥ Potência da lâmpada < 25W	40	50
	Potência da lâmpada ≥ 25W	40	55

Fonte: RAC DE LFC (2006) E CRITÉRIO ESPECÍFICO DE CONCESSÃO DO SELO PROCEL PARA LFC (2010)

Como é possível observar na tabela anterior, os índices exigidos para a ENCE eram equivalentes aos exigidos na norma de LFC (ABNT NBR 14539), e cabia ao Selo Procel o papel de indicar os equipamentos mais eficientes.

Entre 2003 e 2005 a Eletrobras executou um extenso programa, onde foram investidos cerca de US\$ 5,4 milhões com o objetivo de ampliar a capacitação laboratorial brasileira para realização de ensaios de eficiência energética.

No caso específico de sistemas de iluminação, foram adquiridos equipamentos capazes de realizar ensaios de LFC para cinco diferentes instituições, são elas: Cepel, no Rio de Janeiro; Laboratórios Especializados em Eletro-Eletrônica, Calibração e Ensaios – LABELO da PUC, no Rio Grande do Sul; Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC, no Paraná; TÜV Rheinland do Brasil Ltda – TÜV, em São Paulo e o LABLUX da Universidade Federal Fluminense – UFF, no Rio de Janeiro (ELETROBRAS, 2013).

Para a aquisição desses equipamentos foram investidos cerca de US\$ 200.000,00 (aproximadamente R\$ 460.000,00, segundo cotação da época) por instituição. A figura 4.14 apresenta uma esfera integradora, um dos equipamentos adquiridos dentro do programa de capacitação laboratorial. Essa esfera é utilizada para avaliar o fluxo luminoso emitido pela LFC durante os ensaios (DAVID, 2010).



Figura 4-13 - Esfera integradora adquirida no projeto
Fonte: DAVID, 2010

Com a execução desse projeto a capacidade dos laboratórios de referência foi significativamente ampliada, fato que possibilitou a implantação de uma legislação compulsória sem a criação de um gargalo durante o processo de realização de ensaios de LFC.

4.3.2. O estabelecimento da Regulamentação específica compulsória para LFC

Assim como ocorreu no caso de motores elétricos, a regulamentação que definiu níveis mínimos de eficiência energética para as LFC tomou como base os procedimentos, metodologias, normas e infraestrutura utilizadas no PBE e Selo Procel Eletrobras, portanto, esses programas podem ser considerados como sendo o primeiro passo dado para essa regulamentação compulsória.

Para tratar de assuntos relacionados a níveis mínimos de eficiência para área de iluminação e assim subsidiar as decisões, o CGIEE constituiu, em fevereiro de 2004, o Comitê Técnico de Sistemas de Iluminação. Esse Comitê Técnico – CT desde então vem sendo formado por representantes das seguintes instituições: Eletrobras/ Procel – como coordenador; Inmetro; Cepel e MME (CGIEE, 2009).

O primeiro desafio proposto pelo CGIEE para o CT de Sistemas de Iluminação foi justamente a elaboração de uma proposta de regulamentação para lâmpadas fluorescentes compactas com reator integrado.

Com o intuito de manter o diálogo com o setor produtivo, durante a 37ª reunião ordinária do Grupo de Trabalho de LFC do PBE, um representante do MME fez um relato sobre a Lei de Eficiência Energética e a forma de condução dos trabalhos visando à elaboração da regulamentação para LFC (DAVID, 2010).

Em dezembro de 2004 o CT Iluminação apresentou sua proposta de regulamentação ao CGIEE o qual concedeu sua aprovação. Destaca-se que essa proposta foi fruto de um intenso trabalho de pesquisa do CT que tomou como base programas de avaliação da conformidade de LFC executados nos Estados Unidos e na Europa e também no extenso banco de dados de LFC ensaiadas pelo Cepel (esse banco de dados contava na época com mais de 800 modelos de lâmpadas catalogadas) (CGIEE, 2009).

Após análise e aprovação das Consultorias Jurídicas dos Ministérios envolvidos, a proposta de Portaria Interministerial foi encaminhada para Consulta Pública, realizada no dia 27 de maio ao dia 05 de julho de 2005, nos endereços eletrônicos do MME e do Inmetro. Neste período foram recebidas 40 contribuições de 21 instituições diferentes à regulamentação específica de LFCs, que foram devidamente analisadas pelo Comitê de Sistemas de Iluminação e incorporadas quando aprovadas pelo CGIEE (DAVID, 2010).

Vale lembrar que essa mesma proposta também passou por um processo de consulta pública na Organização Mundial do Comércio – OMC por um período de 60 dias não recebendo contribuições.

Em seguida, conforme previsto na Lei 10.295, foi realizada no dia 21 de novembro de 2005 uma audiência pública sobre o tema. Na audiência pública, os presentes inscritos apresentaram sugestões (principalmente quanto ao prazo estabelecido para proibição da importação, fabricação e comercialização de lâmpadas que não atendam aos índices) que foram posteriormente analisadas pelo Comitê Técnico de Sistemas de Iluminação e incorporadas à regulamentação quando pertinentes. É importante destacar que nenhuma das contribuições foi contrária ao estabelecimento de índices mínimos de eficiência energética para LFC.

No dia 14 de dezembro de 2005, na sua 7ª reunião, o CGIEE aprovou as propostas finais de Portaria e Regulamentação Específica de LFC e as encaminhou para análise das Consultorias Jurídicas do MME, MDIC e MCT.

Após a aprovação das Consultorias Jurídicas, a Portaria Interministerial MME/MCT/MDIC nº 132 foi assinada pelos Ministros de Minas e Energia, Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e então publicada no dia 12 de junho de 2006.

Todo esse processo de trabalho envolveu uma variada gama de agentes públicos e privados, como os órgãos governamentais, instituições de pesquisa e de ensino, fabricantes, importadores, entidades representativas de classe e os consumidores e as fases de consulta e de audiência pública foram fundamentais para tornar o processo transparente e garantir a participação de todos os interessados.

No caso dessa regulamentação de LFC, o critério de eficiência energética exigido foi a eficiência luminosa das LFC, que é definido como a razão entre o fluxo luminoso medido, em lúmens, e a potência elétrica consumida, medida em watts. Os níveis mínimos de eficiência energética a serem atendidos pelas LFC a 100 horas de uso podem ser observados na Tabela 4.3 a seguir.

Tabela 4-3 - Níveis mínimos de eficiência energética para LFC a 100 horas

LFC sem invólucro	Índice mínimo Lúmen/Watt
Potência da lâmpada ≤ 8 W	43
8 W < Potência da lâmpada ≤ 15 W	50
15 W < Potência da lâmpada ≤ 25 W	55
25 W < Potência da lâmpada	57
LFC com invólucro	Índice mínimo Lúmen/Watt
Potência da lâmpada ≤ 8 W	40
8 W < Potência da lâmpada ≤ 15 W	40
15 W < Potência da lâmpada ≤ 25 W	44
25 W < Potência da lâmpada	45

Fonte: PORTARIA INTERMINISTERIAL Nº 132, 2006

Conforme previsto no Decreto 4.059 de 2001, o Inmetro é o agente responsável pela fiscalização da conformidade dos equipamentos regulamentados pela Lei. Portanto, para que pudesse exercer essa função, após a publicação da Portaria Interministerial 132 de 2006, o Inmetro publicou a Portaria nº 289 de 16 de novembro de 2006 estabelecendo a compulsoriedade da Etiquetagem para LFC. Nessa nova Portaria publicada pelo Inmetro, os

níveis de eficiência energética exigidos na para a concessão da ENCE acompanharam os níveis estabelecidos pela Portaria Interministerial 132 de 2006.

Concomitantemente a esse processo a Eletrobras/Procel também revisou os seus critérios, aumentando os níveis de eficiência exigidos para a concessão do Selo Procel Eletrobras.

A Tabela 4.4 apresenta os índices de eficiência energética então exigidos pelo PBE para a concessão da ENCE e pela Eletrobras/Procel para a concessão do Selo.

Tabela 4-4 - Índices de eficiência energética exigidos pela ENCE e pelo Selo Procel após a regulamentação específica de LFC.

	Potência da Lâmpada (W)	Eficiência Mínima (lúmens/watt)	
		ENCE	Selo Procel
Lâmpadas sem Invólucro	Potência da lâmpada ≤ 8 W	43	48
	8 W < Potência da lâmpada ≤ 15 W	50	55
	15 W < Potência da lâmpada ≤ 25 W	55	60
	25 W < Potência da lâmpada	57	62
Lâmpadas com Invólucro	Potência da lâmpada ≤ 8 W	40	42
	8 W < Potência da lâmpada ≤ 15 W	40	45
	15 W < Potência da lâmpada ≤ 25 W	44	49
	25 W < Potência da lâmpada	45	50

Fonte: RAC DE LFC (2006) E CRITÉRIO ESPECÍFICO DE CONCESSÃO DO SELO PROCEL PARA LFC (2010)

4.3.3. Melhoria contínua dos níveis de eficiência energética

Com o objetivo de estimular o desenvolvimento tecnológico, o aumento contínuo da eficiência dos equipamentos e conseqüentemente a redução do consumo de energia no país, os Programas de Etiquetagem e do Selo Procel Eletrobras adotam como orientação promover um incremento gradativo dos níveis de eficiência exigidos para as suas concessões. Da mesma forma a Lei 10.295 de 2001 impõe em seu artigo segundo o estabelecimento de um Programa de metas prevendo a evolução progressiva dos níveis mínimos de eficiência energética estabelecidos para cada regulamentação específica.

No intuito de atender as exigências previstas na Lei, no dia 31 de dezembro de 2010, foi publicada a Portaria Interministerial nº 1008 estabelecendo novos níveis mínimos de eficiência energética para LFC ainda mais exigentes.

Na Tabela 4.5 a seguir, estão apresentados os níveis mínimos de eficiência energética estabelecidos pela Portaria Interministerial nº 1008 de 2010.

Tabela 4-5 - Níveis mínimos de eficiência energética estabelecidos pela Portaria Interministerial 1008 de 2010

	Potência da Lâmpada (W)	Eficiência Mínima (lúmens/watt)
Lâmpadas sem Invólucro	Potência da lâmpada $\leq 6W$	47
	$6 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 8W$	49
	$8 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 12W$	54
	$12 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 15W$	56
	$15 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 18W$	58
	$18 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 25W$	59
	$25 W < \text{Potência da lâmpada}$	60
Lâmpadas com Invólucro	Potência da lâmpada $\leq 15 W$	40
	$15 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 25 W$	44
	$25 W < \text{Potência da lâmpada}$	45
Lâmpadas Refletoras	Todas as Potências	31

Fonte: PORTARIA INTERMINISTERIAL Nº 1008, 2010

A data limite para fabricação no País ou importação das lâmpadas fluorescentes compactas sem invólucro, e que não atendam aos novos níveis foi 30 de junho de 2012 e a data limite para comercialização no País dessas lâmpadas por atacadistas e varejistas foi 30 de junho de 2013.

Assim como ocorreu no processo da Portaria nº132 de 2006 o processo de estabelecimento do Programa de Metas de LFC também passou pelos processos de consulta e audiência pública (CGIEE, 2011). Também da mesma forma, Inmetro e a Eletrobras/Procel estabeleceram, conforme tabela 4.6 apresentada a seguir, novos níveis de eficiência para a

concessão da ENCE e do Selo Procel para LFC que passaram a vigorar a partir de 30 de junho de 2012.

Tabela 4-6 – Níveis de eficiência energética exigidos pela ENCE e pelo Selo Procel após a publicação do programa de metas.

	Potência da Lâmpada (W)	Eficiência Mínima (lúmens/watt)	
		ENCE	Selo Procel
Lâmpadas sem Invólucro	Potência da lâmpada $\leq 6W$	47	52
	$6 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 8W$	49	54
	$8 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 12W$	54	59
	$12 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 15W$	56	61
	$15 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 18W$	58	63
	$18 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 25W$	59	64
	$25 W < \text{Potência da lâmpada}$	60	65
Lâmpadas com Invólucro	Potência da lâmpada $\leq 8 W$	40	42
	$8 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 15 W$	40	45
	$15 W < \text{Potência da lâmpada} \leq 25 W$	44	49
	$25 W < \text{Potência da lâmpada}$	45	50
Lâmpadas Refletoras	Todas as Potências	31	

Fonte: PORTARIA INMETRO 489 (2010) E CRITÉRIO ESPECÍFICO DE CONCESSÃO DO SELO PROCEL PARA LFC (2010)

Vale lembrar que junto com esses novos níveis de eficiência energética foram estabelecidos critérios compulsórios de segurança elétrica a serem atingidos pelas LFC.

4.3.3. Resultados de economia de energia

A avaliação quantitativa dos resultados dos programas de etiquetagem energética é um ponto importante a ser considerado durante todo o seu desenvolvimento, desde suas etapas de planejamento, buscando inferir os impactos energéticos decorrentes da introdução de

equipamentos mais eficientes no mercado e assim, avaliar o atendimento dos objetivos desses programas, que é a economia de energia (CARDOSO; NOGUEIRA, 2011).

Em sua essência, essa avaliação consiste na comparação dos contextos anteriores e posteriores à adoção dos programas, determinando os impactos nos sistemas de suprimento energético, que no caso na energia elétrica significa estimar a energia que se deixou de consumir em um período (por exemplo, GWh economizado em um ano) e a capacidade instalada que se deixou de usar na ponta de carga do sistema (MW não utilizado), como decorrência especificamente da adoção de equipamentos mais eficientes em vez de equipamentos convencionais, em um processo induzido pelas ações de etiquetagem. Em outras palavras, se busca avaliar em que extensão o mercado consumidor de energia foi (ou será, no caso de análises prospectivas) efetivamente modificado como consequência desses programas (CARDOSO; NOGUEIRA, 2011).

Dos três mecanismos brasileiros para a promoção da eficiência energética para LFC (PBE, Selo Procel Eletrobras e Lei de Eficiência Energética), o único que, atualmente, apresenta resultados de economia de energia mensurados é o Selo Procel Eletrobras.

Segundo estimativas da Eletrobras, o programa do Selo Procel Eletrobras para esses equipamentos vem trazendo significativos resultados de economia de energia para o País. Somente no ano de 2011, o programa do Selo para LFC foi responsável por uma economia da ordem de 1.947,10 milhões de kWh, o que representa aproximadamente 30% dos resultados de economia de energia de todo o Programa Procel em 2011 (PROCEL; 2012).

Vale lembrar que a atual metodologia adotada pela Eletrobras/Procel para mensuração de resultados do Selo para LFC vincula o resultado desse programa a substituição de lâmpadas incandescentes de 60 W por uma LFC de 15W, proporcionando assim uma economia de 45W por lâmpada (FUPAI, 2007). Essa metodologia tende a ficar obsoleta, uma vez que, ao longo dos anos, a tecnologia incandescente será eliminada do mercado. Da mesma forma seria muito interessante que a metodologia de análise dos resultados de economia de energia proporcionados pelo programa do Selo Procel Eletrobras em LFC fosse complementada no sentido de englobar também os resultados proporcionados pelo PBE e pelos níveis mínimos de eficiência energética estabelecidos para esses equipamentos.

5. Evolução Histórica de LFC no Brasil

O principal objetivo deste capítulo é apresentar e analisar a evolução, ao longo dos anos, das LFC participantes do PBE e do Programa do Selo Procel Eletrobras. Espera-se dessa forma identificar como o mercado vem reagindo aos estímulos impostos pelo Selo Procel, pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e pelos IMEE. Também será possível obter um retrato do estágio em que se encontra a eficiência energética das LFC comercializadas no Brasil, bem como o caminho percorrido por essa eficiência ao longo dos anos.

Com o intuito de subsidiar algumas análises serão identificados o início dos Programas do Selo Procel Eletrobras, PBE e o estabelecimento de Índices Mínimos de Eficiência Energética - IMEE, assim como os anos que ocorreram revisões nos índices de eficiência exigidos para a concessão da ENCE e do Selo.

Também serão apresentadas as evoluções da quantidade de fornecedores e modelos de LFC participantes do PBE e do Selo Procel Eletrobras, possibilitando assim uma análise mais qualificada da aderência dos fornecedores aos Programas.

5.1. Metodologia utilizada

Na primeira fase desse estudo foi realizado um extenso levantamento de dados sobre os fornecedores e modelos de LFC que participaram dos programas do Selo Procel Eletrobras e do PBE ao longo dos anos. Nesse sentido, além de dados provenientes do arquivo pessoal do autor, fez-se necessário levantar dados junto a Eletrobras/Procel, por meio de sua Divisão de Estudos e Equipamentos Eficientes e com o Inmetro, por meio de sua Divisão de Avaliação da Conformidade. Assim, foram coletadas tabelas de LFC participantes do PBE e do programa do Selo Procel Eletrobras, desde o início dos programas.

A partir desse grupo de tabelas, dados foram tabulados e trabalhados para que fosse possível identificar a evolução do desempenho e da quantidade de fornecedores de LFC participantes dos programas do PBE e do Selo Procel do ano 1999 a 2011.

Os valores de eficiência energética apresentados para cada ano foram calculados através da razão entre o somatório dos valores de eficiência de todos os modelos participantes dos programas naquele determinado ano e a quantidade de amostras. Vale lembrar que os dados de eficiência energética apresentados nas tabelas do Selo Procel e do PBE são declarados pelos fornecedores, podendo, em alguns casos, divergir dos valores encontrados nos ensaios laboratoriais (dentro de limites preestabelecidos nos regulamentos).

Apesar do Programa do Selo Procel para LFC ter sido iniciado em 1998 e já neste ano aparecerem as primeiras LFC contempladas com o Selo, os dados referentes a 1998 não foram utilizados nesses estudos. Além de poucas lâmpadas aprovadas naquele ano, não foi possível identificar o valor das eficiências das LFC, uma vez que as tabelas das lâmpadas contempladas com o Selo não divulgavam essa informação. Até aquele momento eram apresentadas nas tabelas de modelos aprovados apenas as informações das lâmpadas incandescentes equivalentes.

Durante a fase de levantamento de dados, não foi possível localizar as tabelas de modelos de LFC de 127 V e 220 V etiquetados pelo PBE no ano de 2005. Assim, os dados do PBE referentes ao ano de 2005, foram obtidos através da utilização de curvas de tendências, calculadas em função dos demais dados.

É importante destacar que esse estudo considerou como eficiência energética para LFC o mesmo critério adotado pelos Programas do Selo Procel Eletrobras e PBE, que é a relação entre a quantidade de luz emitida pela lâmpada (em lumens) dividida pela potência consumida pela mesma (em W).

5.2. Evolução da quantidade de fornecedores e modelos de LFC

Com o intuito de identificar e analisar a aderência das empresas fornecedoras (fabricantes/importadores) ao Programa do Selo Procel Eletrobras e do PBE, será apresentada a seguir a evolução da quantidade de empresas participantes desses programas de 1999 a 2011.

Conforme pode ser visto na figura 5.1, em 1999 apenas 6 empresas possuíam LFC contempladas com o Selo Procel Inmetro de Desempenho. Após 2001, com o efeito do racionamento de energia aplicado no País e dos projetos de doação de LFC, a procura de empresas pelo Programa do Selo se intensificou, logo no ano de 2002 já havia 25 fornecedores participando do Programa. Outro significativo aumento na quantidade de empresas participantes dos programas ocorreu em 2007 (90% de aumento em relação a 2006) quando, através do estabelecimento de IMEE, tornou-se compulsório o uso da ENCE.

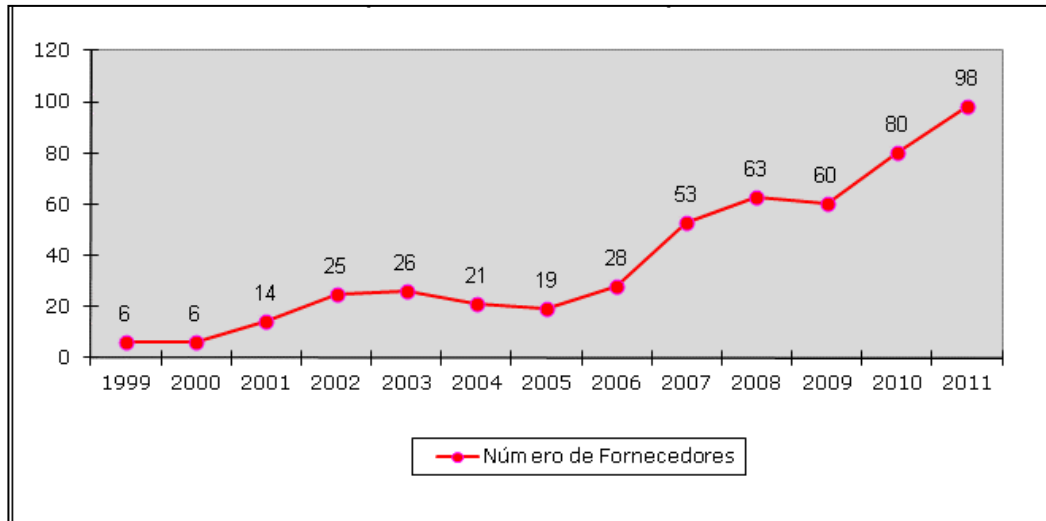


Figura 5-1 – Evolução da quantidade de fornecedores de LFC participantes do PBE

Ainda segundo a figura 5.1, no ano de 2009 ocorreu uma pequena queda na quantidade de fornecedores de LFC participantes do PBE, entretanto nos anos seguintes, 2010 e 2011, o crescimento voltou a ser significativo.

Fazendo uma associação da figura 5.1 com a figura 4.6, é possível identificar que a evolução da quantidade de fornecedores participantes dos Programas tem relação direta com a evolução da quantidade de lâmpadas fluorescentes importadas.

Conforme esperado, a quantidade de modelos de LFC aprovadas no Programa do Selo e no PBE (figura 5.2) também seguiu uma tendência semelhante à evolução da quantidade de fornecedores apresentada anteriormente. Neste caso, com uma taxa de crescimento média de 50% ao ano, em 2011 foi atingida a marca de mais de 3.600 modelos de LFC etiquetadas pelo PBE.

Esse aumento significativo no número de modelos de LFC participantes nos Programas pode ser encarado também como uma consequência do grande aumento das importações e utilização desse tipo de lâmpada, ocorrido no Brasil a partir de 2001.

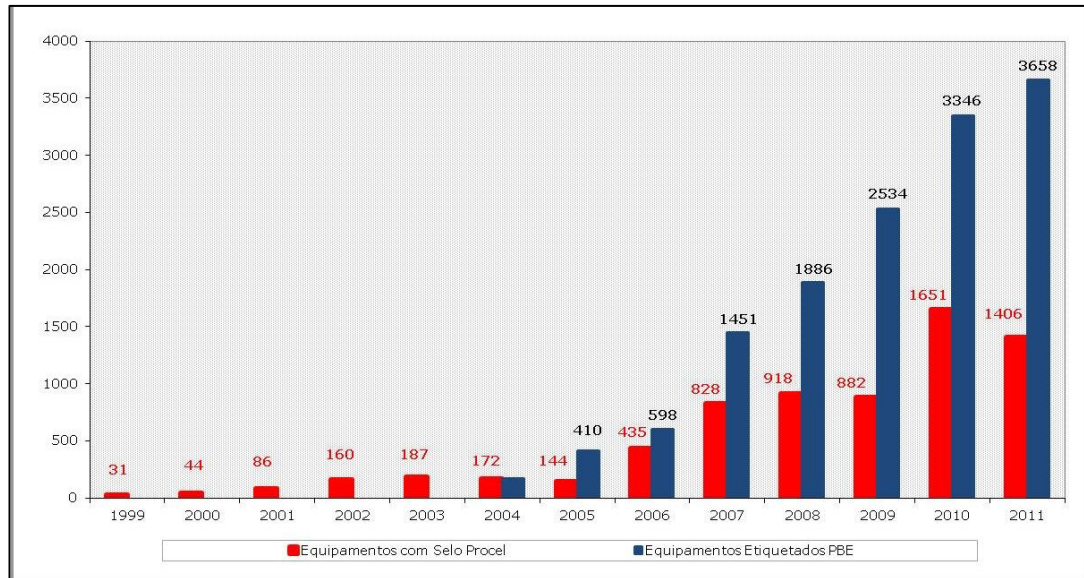


Figura 5-2 – Evolução da quantidade de modelos com o Selo Procel e Etiquetados pelo PBE

Segundo as figuras 5.3 e 5.4 existe uma grande semelhança entre a evolução da quantidade de modelos de LFC participantes dos Programas, para uso na tensão de 127V e para o uso na tensão 220V, ficando o total de modelos divididos de forma bem equivalente. Por exemplo, no ano de 2011 foram etiquetados 1845 modelos de LFC de 127V e 1813 modelos de 220V, uma diferença inferior a 2% da quantidade total.

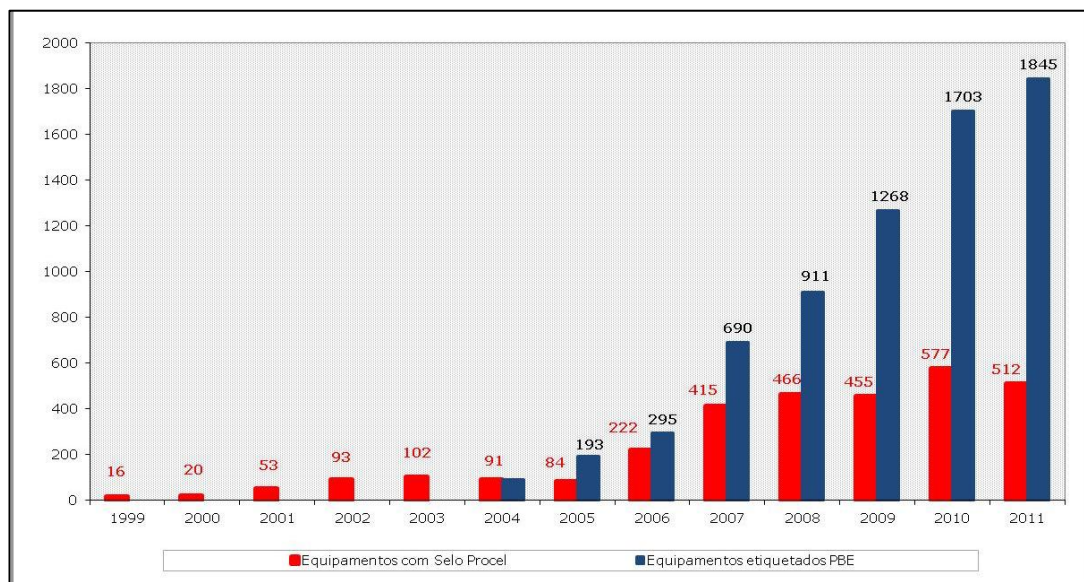


Figura 5-3 – Evolução da quantidade de modelos com o Selo Procel e Etiquetados pelo PBE – 127V

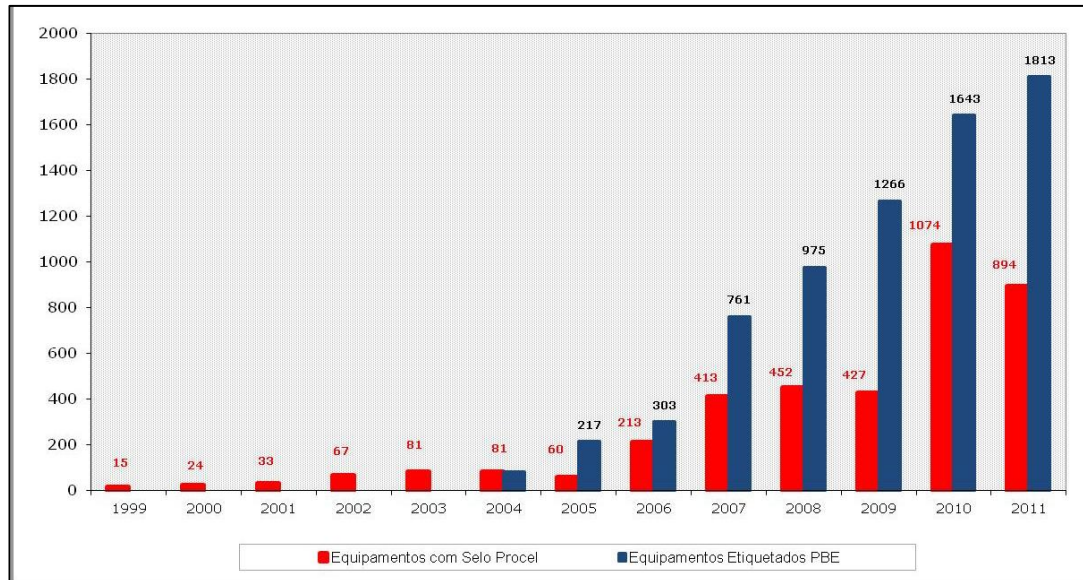


Figura 5-4 – Evolução da quantidade de modelos com o Selo Procel e Etiquetados pelo PBE – 220V

5.3. Evolução da Eficiência Energética das Lâmpadas Fluorescentes Compactas

A partir desse momento serão apresentadas as evoluções da eficiência energética das LFC participantes do PBE e do Programa do Selo Procel Eletrobras de 1999 a 2011.

Com o intuito de obter informações mais detalhadas sobre esse tema, estaremos subdividindo as análises em três partes, conforme apresentado a seguir:

- Análise da evolução da eficiência energética das LFC de forma agrupada, divididos apenas pelas tensões de operação (127V e 220V);
- Análise da evolução da eficiência energética das LFC, divididas pelas potências de 9,11, 13, 15 e 20W e pelas tensões de operação (127V e 220V);
- Análise da evolução da eficiência energética das LFC comercializadas por dois dos principais fornecedores de lâmpadas no Brasil (127V e 220V);

É importante lembrar que se considerou neste estudo eficiência energética como a relação entre a quantidade de luz emitida pela lâmpada (em lumens) dividida pela potência consumida pela mesma (em Watts) e que os valores utilizados foram declarados pelos fornecedores das lâmpadas.

A seguir são apresentadas algumas considerações imprescindíveis para a fundamentação das análises:

- Até o ano de 2003 havia somente o Selo Procel Inmetro de Desempenho que representava tanto o Inmetro quanto a Eletrobras/Procel. A partir de 2004 iniciou-se a concessão da ENCE para LFC, através do PBE, passando a existir LFC apenas com a ENCE e LFC com ENCE e Selo Procel;
- Em 2006 foram estabelecidos IMEE que se tornaram compulsórios em 2007. Em 2010 foram estabelecidos novos índices mínimos de eficiência energética que se tornaram compulsórios em julho de 2012. Nesses mesmos momentos foram atualizados os índices exigidos para a concessão da ENCE e o do Selo Procel;
- Não foi possível ter acesso à tabela do PBE de LFC de 2005, assim os dados referentes ao PBE desse ano foram obtidos através da utilização de curvas de tendência calculadas em função dos demais dados.

5.3.1. Análise da evolução da eficiência energética das LFC de forma agrupada, divididos apenas pelas tensões de operação (127V e 220V)

Com o intuito de obter um panorama geral sobre a evolução da eficiência energética das LFC iniciou-se essa análise agrupando a eficiência de todas as LFC participantes do PBE e do Selo Procel, independente da potência, subdividindo-as apenas pela tensão de operação de 127 V e 220 V.

A figura 5.5 apresenta três curvas que mostram a Evolução da Eficiência Energética ao longo dos anos, com as seguintes representações:

- Curva azul: a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 127 V etiquetados pelo PBE, de 2004 a 2011;
- Curva vermelha: a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 127 V contempladas com o Selo Procel, de 1999 a 2011;
- Curva amarela: a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 127 V etiquetados pelo PBE que não foram contemplados com o Selo Procel, de 2004 a 2011;

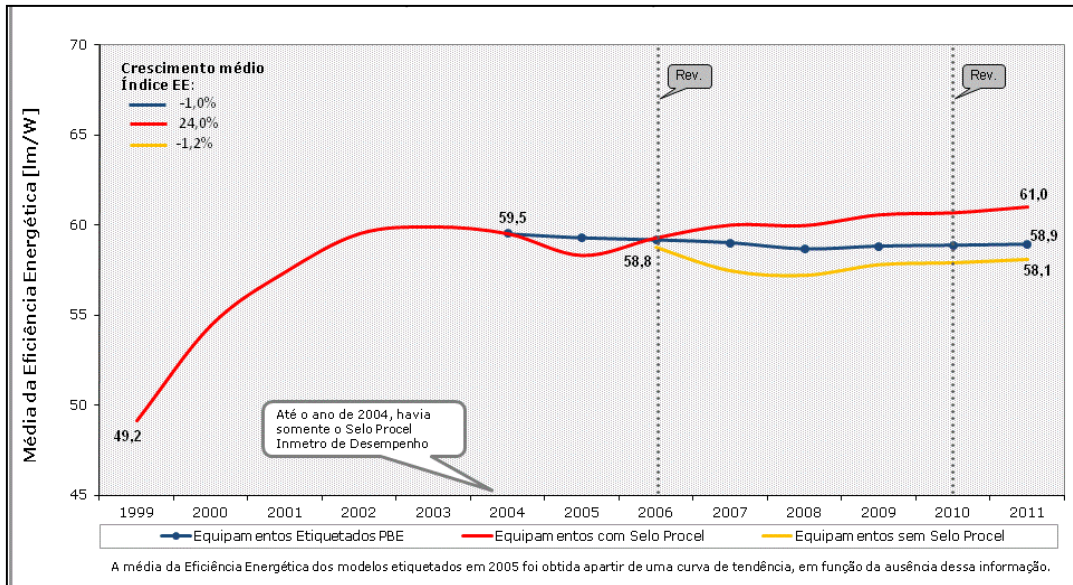


Figura 5-5 – Evolução da média da eficiência energética das LFC 127V com o Selo Procel e Etiquetadas pelo PBE

A média da eficiência energética dos modelos com o Selo Procel disponibilizados pelos fornecedores em 2011 é cerca de 24% maior que aquelas disponibilizadas no início do Programa em 1999 o que demonstra a efetividade do programa em estimular o aumento da eficiência das LFC. É possível verificar que após as revisões de índices, ocorridas em 2006 e 2010, houve elevações nas médias das eficiências das LFC contempladas com o Selo Procel.

De uma forma geral, a média da eficiência das LFC 127V etiquetadas permaneceu praticamente sem alterações, talvez pelo fato desta ter partido de uma média inicial em 2004 já bem elevada (59,5lm/W).

No que diz respeito ao desvio padrão das eficiências das LFC de 127V com o Selo Procel verifica-se que após um período inicial de grande dispersão, chegando ao seu maior valor em 2000 com o desvio de 13,1, a partir de 2002, conforme pode ser observado na tabela 5.1, este indicador começa a reduzir ano a ano, chegando ao valor de 4,8 nos anos de 2008 a 2011. Essa grande alteração de valores ao longo dos anos pode ter sido influenciada pela significativa variação na quantidade de modelos de ano para ano, saindo de 16 modelos em 1999 até atingir a marca de 512 modelos com o Selo Procel Eletrobras em 2011.

Tabela 5-1 – Evolução da Eficiência Energética das LFC com Selo Procel Eletrobras - 127 V

Ano	Média do IEE (lm/W)	Desvio Padrão	Quantidade de modelos
1999	49,2	12,2	16
2000	54,5	13,1	20
2001	57,4	11,6	53
2002	59,5	7,9	93
2003	59,9	7,7	106
2004	59,5	6,1	91
2005	58,3	6,5	84
2006	59,3	5,9	222
2007	60,0	5,0	415
2008	60,0	4,8	466
2009	60,6	4,8	455
2010	60,7	4,8	577
2011	61,0	4,8	512

No caso da ENCE para as LFC de 127V é possível observar na tabela 5.2 que a dispersão se mantém estável desde o início do Programa de Etiquetagem, e os valores de desvio padrão dos modelos com a ENCE são muito próximos dos valores de desvio padrão dos modelos contemplados pelo Selo Procel.

Tabela 5-2 - Evolução da Eficiência Energética das LFC com ENCE - 127 V

Ano	Média do IEE (lm/W)	Desvio Padrão	Quantidade de modelos
2004	59,5	6,1	91
2005	59,3	5,8	193
2006	59,2	5,7	295
2007	59,0	5,1	690
2008	58,7	5,2	911
2009	58,8	5,3	1268
2010	58,9	5,4	1703
2011	58,9	5,5	1845

A figura 5.6 a seguir, apresenta três curvas, que mostram a Evolução da Eficiência Energética ao longo dos anos para as LFC de 220V, de acordo com a seguinte representação:

- Curva azul: a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 220 V etiquetados pelo PBE, de 2004 a 2011;
- Curva vermelha: a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 220V contempladas com o Selo Procel, de 1999 a 2011;
- Curva amarela: a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 220V etiquetados pelo PBE que não foram contemplados com o Selo Procel, de 2006 a 2011;

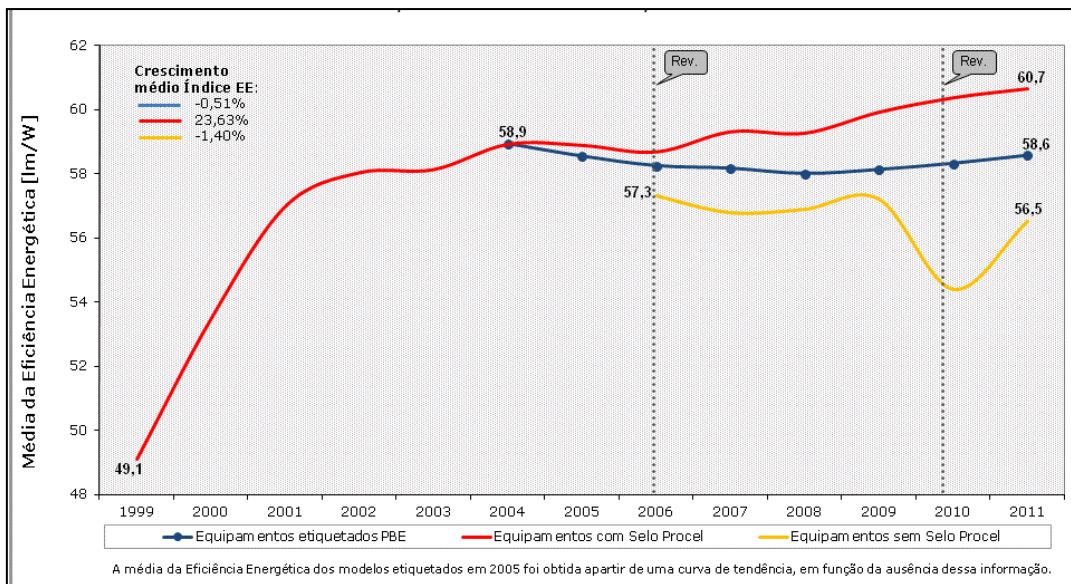


Figura 5-6 – Evolução da média da eficiência energética das LFC 220V com o Selo Procel e Etiquetadas pelo PBE

Como pôde ser verificado na figura anterior, a curva dos equipamentos com Selo Procel apresenta maior eficiência do que as outras curvas. A média da eficiência energética dos modelos com o Selo Procel disponibilizados pelos fornecedores em 2011 para LFC de 220V é cerca de 23,6% maior que aqueles no início do Programa. Também nesse caso, após as revisões de índices, ocorridas em 2006 e 2010, houve elevações nas médias das eficiências das LFC contempladas com o Selo Procel.

De uma forma geral, assim como no caso das LFC 127V, a média da eficiência das LFC 220V etiquetadas permaneceu praticamente sem alterações, partindo de uma média inicial em 2004 de 58,9lm/W e terminando em 2011 com a média de 58,6lm/W.

A curva representada pelos equipamentos sem Selo Procel teve uma acentuada queda no ano de 2010. Esse fato talvez possa ser justificado pelo grande aumento da quantidade de modelos contemplados com Selo (cerca de duas vezes e meia a quantidade do ano de 2009). Com a migração dos modelos com altas eficiências para a linha de LFC com o Selo, a média da eficiência da curva amarela foi reduzida em 2010.

No que diz respeito à dispersão dos dados para as LFC de 220V com o Selo Procel verifica-se na tabela 5.3 que, após um período inicial com o desvio padrão mais elevado, chegando ao seu maior valor em 2000 (11,9), a partir de 2002 este indicador começa a reduzir ano a ano, chegando ao valor de 4,7 em 2011. Mais uma vez essa grande variação de valores ao longo dos anos pode ter sido influenciada pela significativa diferença na quantidade de modelos de ano para ano, saindo de 15 modelos em 1999 até atingir a marca de 1074 modelos com o Selo Procel Eletrobras em 2010.

Tabela 5-3 - Evolução da Eficiência Energética das LFC com Selo Procel Eletrobras – 220 V

Ano	Média do IEE (lm/W)	Desvio Padrão	Quantidade de modelos
1999	49,1	9,9	15
2000	53,5	11,9	24
2001	57,0	8,4	33
2002	58,1	5,4	67
2003	58,1	5,2	81
2004	58,9	5,8	81
2005	58,9	8,2	60
2006	58,7	5,7	213
2007	59,3	5,0	413
2008	59,3	4,7	452
2009	59,9	4,4	427
2010	60,4	4,6	1074
2011	60,7	4,7	894

No caso da ENCE para as LFC de 220V é possível observar na tabela 5.4 que, assim como ocorreu para as LFC 127V, a dispersão se mantém estável desde o início do Programa de Etiquetagem (na ordem de 5,5), e os valores de desvio padrão dos modelos com a ENCE

são muito próximos dos valores de desvio padrão dos modelos contemplados pelo Selo Procel.

Tabela 5-4 - Evolução da Eficiência Energética das LFC com ENCE - 220 V

Ano	Média do IEE (lm/W)	Desvio Padrão	Quantidade de modelos
2004	58,9	5,8	81
2005	58,5	6,2	217
2006	58,2	5,8	303
2007	58,2	5,3	761
2008	58,0	5,2	975
2009	58,1	5,3	1266
2010	58,3	5,5	1643
2011	58,6	5,5	1813

Segundo informações obtidas junto a especialistas, não há, no momento perspectivas de um aumento significativo das eficiências das LFC.

5.3.2. Análise da evolução da eficiência energética das LFC, divididas pelas potências de 9,11, 13, 15 e 20W e pelas tensões de operação (127V e 220V);

A partir desse momento serão apresentadas as evoluções das eficiências das LFC separadas por potências. Ao separar as LFC por potência espera-se obter uma análise mais precisa e criteriosa, uma vez que serão trabalhados grupos homogêneos de equipamentos.

Vale lembrar que os índices de eficiência energética exigidos para o PBE, Selo Procel e Lei são definidos de acordo com potência da LFC, fato que indica que potência das lâmpadas guarda relação com o desempenho desses equipamentos.

Como nas tabelas de eficiência energética do PBE e Selo Procel existem lâmpadas com potências variando de 5 à 105 W, se tornaria demasiadamente extenso apresentar nesse trabalho uma análise da evolução de todas essas potências. Em alguns casos, principalmente nas menores e maiores potências, poder-se-ia deparar com poucas amostras ou até mesmos alguns anos sem amostras.

Assim, serão apresentadas as avaliações da evolução das LFC com as potências de 9, 11, 13, 15 e 20W, para as tensões de operação de 127V e 220V, uma vez que essas potências representam mais da metade dos modelos de LFC disponíveis nas tabelas de eficiência energética do PBE em 2011. Segundo informações, obtidas informalmente junto a importadores, essas são as potências de LFC mais comercializadas no país.

A figura 5.7 apresenta os dados de posse média residencial de LFC obtidos em uma Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso, realizada em Parintins, no ano de 2011, pela PUC-RJ sob sua coordenação da Eletrobras.

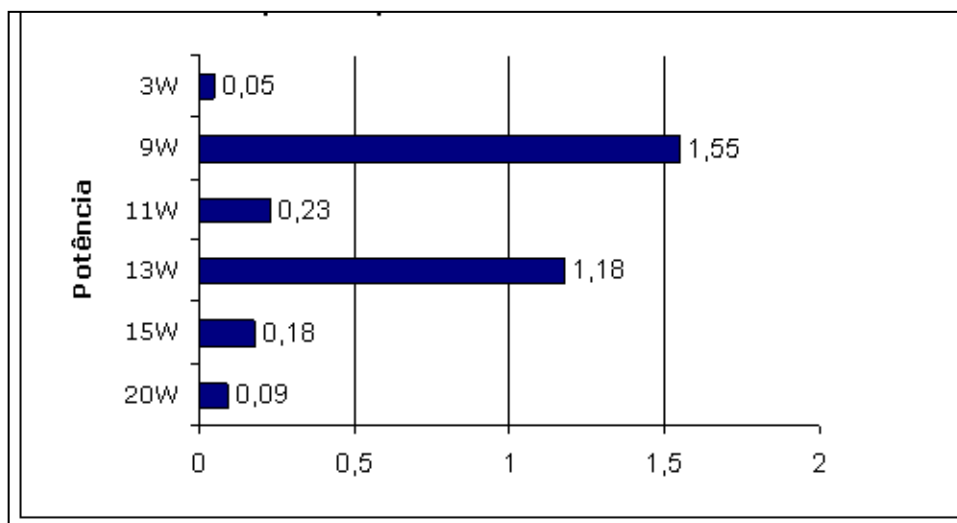


Figura 5-7 – Posse média por residência de LFC em Parintins em 2011
Fonte: ELETROBRAS, 2011

Segundo a figura acima, em Parintins a potência de LFC com maior incidência média de posse residencial é a de 9W (1,55 lâmpadas por domicílio), seguida pela de 13W (1,18 lâmpadas por domicílio) e, de forma mais afastada pela de 11W (0,23 por domicílio), 15W (0,18 por domicílio) e a de 20W(0,09 por domicílio). Apesar dos dados apresentados acima serem apenas a cidade de Parintins eles corroboram as informações obtida junto a importadores sobre as potências de LFC mais vendidas no Brasil.

Conforme proposto, será avaliado nesse momento o comportamento e a evolução da eficiência energética das LFC com potência de 9W, tendo como referência as tabelas do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE e do Selo Procel.

De forma semelhante aos casos anteriores, a Figura 5.8 também apresenta três linhas com as seguintes representações:

- Curva em azul, a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 9W de 127V participantes do PBE, de 2004 a 2011;
- Curva em vermelho, a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 9W de 127V contempladas com o Selo Procel, de 2001 a 2011;
- Curva em amarelo, a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 9W de 127V participantes do PBE que não foram contemplados com o Selo Procel, de 2006 a 2011;

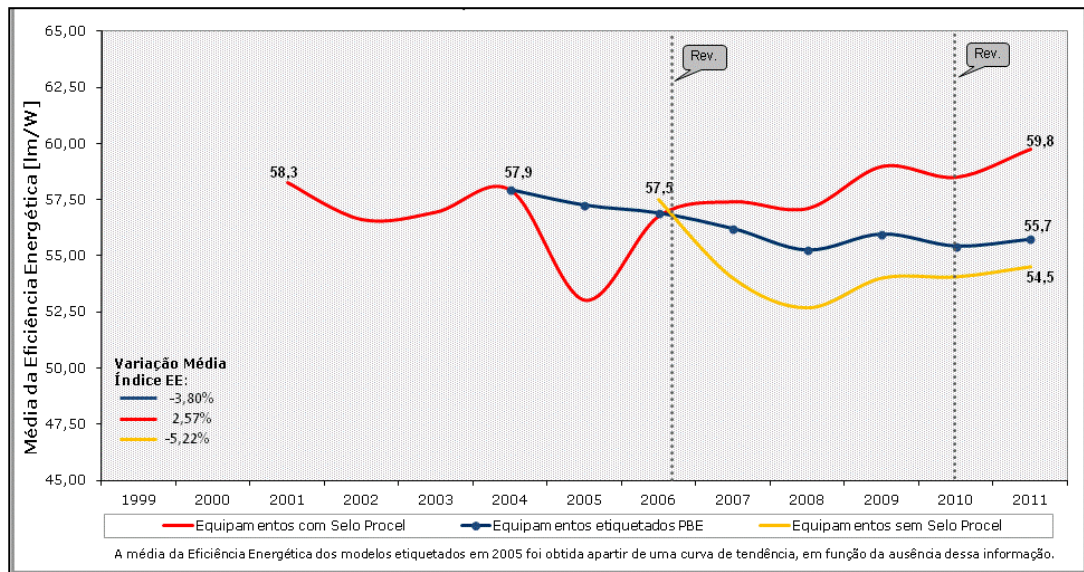


Figura 5-8 – Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC de 9W e 127V

A média da eficiência energética dos modelos contemplados com o Selo Procel em 2011 é cerca de 2,5% maior que aquela apresentada em 2001 (primeiro ano em que uma LFC de 9W de 127V foi contemplada com o Selo Procel Inmetro de Desempenho). Apesar da relativa pouca evolução (2,5%), destaca-se o patamar final de 59,8 lm/W que pode ser considerado um índice médio bem elevado para lâmpadas de baixa potência. É possível observar também que a curva representada pelos equipamentos com Selo Procel teve uma expressiva queda no ano de 2005, atingindo o nível de 53,03 lm/W. Apesar dessa queda, o índice médio de 53,03 lm/W é muito superior ao índice mínimo de 45lm/W exigido para a concessão do Selo em 2005. Destaca-se que o número de modelos contemplados em 2005 foi menor que em 2004, fato que também pode influenciar significativas alterações na média.

Já na Figura 5.9, que mostra a Evolução das LFC de 9W de 220V, os equipamentos com Selo Procel apresentam os maiores valores de Eficiência Energética. No ano de 2011 a média dos modelos com Selo apresentou um crescimento de 54,7% em relação ao ano 2000, ano que

a primeira LFC de 9W de 127V foi contemplada com o Selo Procel Inmetro de Desempenho, entretanto cabe destacar que no ano 2000, somente dois modelos de equipamentos foram contemplados com o Selo Procel Inmetro de Desempenho, e tais modelos apresentavam valores de eficiência bem mais baixos do que os modelos de hoje.

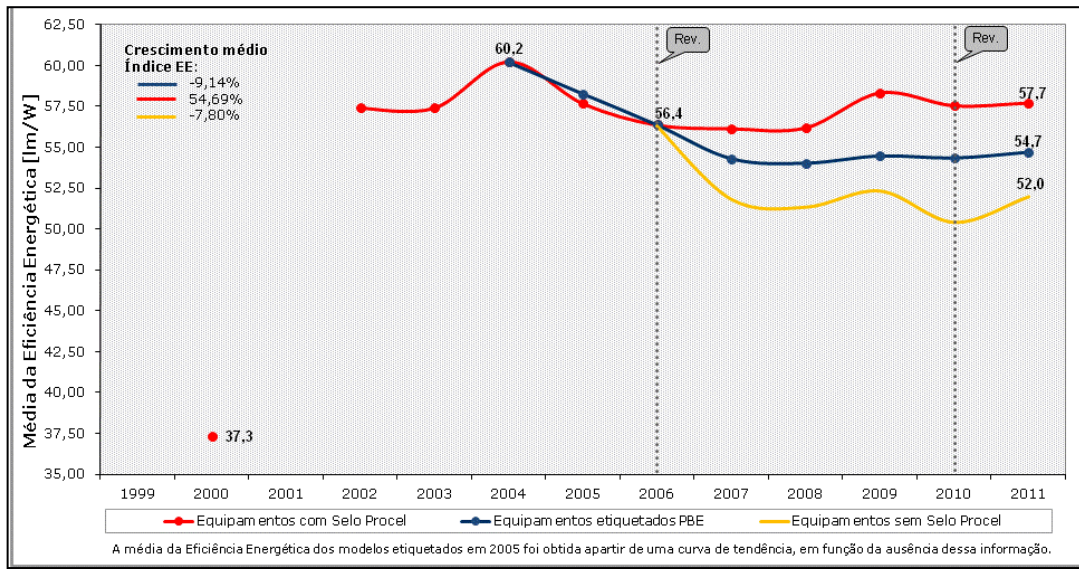


Figura 5-9 - Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC de 9W e 220V

Ainda na Figura 5.9, é possível observar que a média da eficiência energética das LFC de 9W etiquetadas reduziu mais de 9% ao longo dos anos, chegando a marca de 54,7 lm/W em 2011. Como, a partir de julho de 2012, o novo nível mínimo de eficiência passou a ser de 54lm/W, muitas lâmpadas de 9W/220V da tabela do PBE de 2011 foram excluídas da tabela de produtos etiquetados.

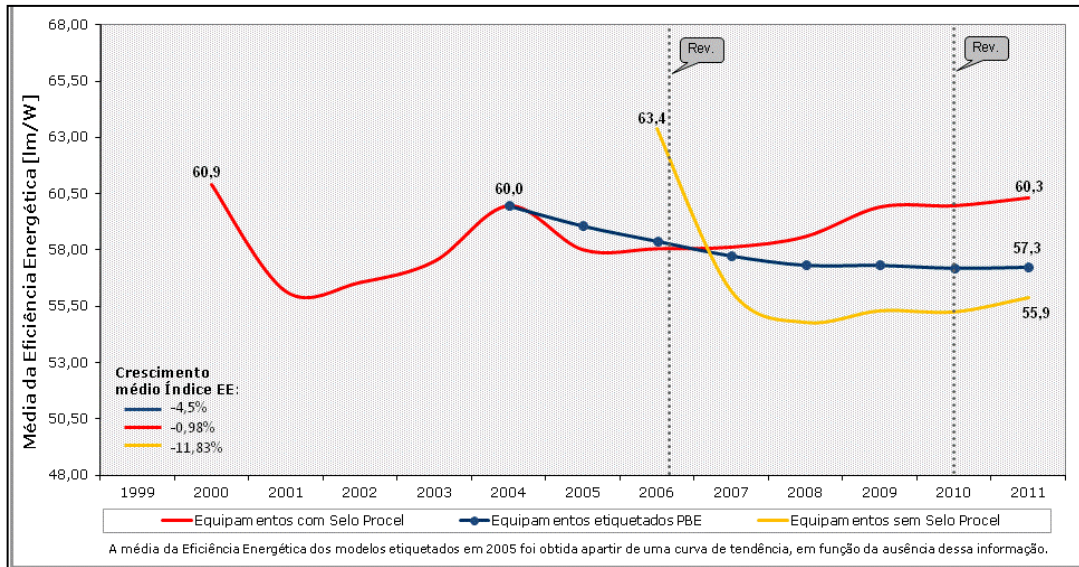


Figura 5-10 - Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC de 11W e 127V

A figura 5.10, mostrada anteriormente, apresenta a análise da evolução da eficiência energética das lâmpadas de 11W de potência e 127V. Este gráfico apresenta algumas distorções em suas curvas em função da grande variação que há na quantidade de modelos de lâmpadas de 11W de um ano para o outro, fato que reflete na média da eficiência, e consequentemente o gráfico apresenta variações visíveis.

Cabe destacar que no ano de 2006, somente três modelos de equipamentos não foram contemplados com o Selo Procel, e tais modelos apresentavam valores de eficiência bem elevados, o que fez com que, neste ano, a média da eficiência dos modelos sem o Selo Procel Eletrobras se apresente mais alta do que a média da eficiência dos modelos com Selo Procel Eletrobras.

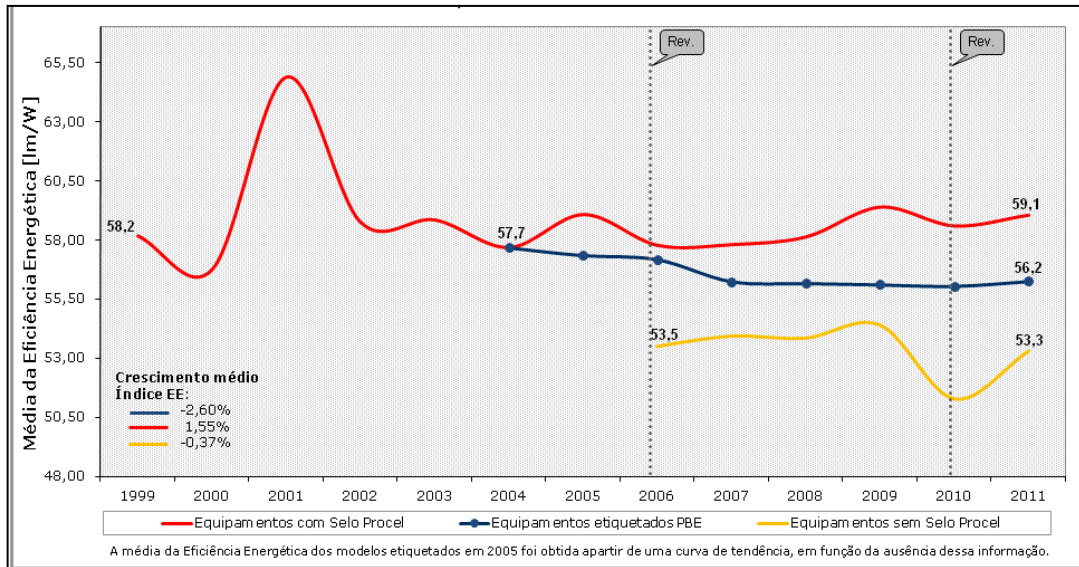


Figura 5-11 - Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC de 11W e 220V

A figura 5.11 apresenta a evolução da eficiência energética para as lâmpadas de 11W de potência e tensão de 220V. No ano de 2001 havia somente um modelo de 11W contemplado com o Selo Procel Inmetro de Desempenho, e este único equipamento apresentava o índice de eficiência energética de 64,91lm/W, bem maior que a média da eficiência dos modelos contemplados com o Selo no ano 2000 (56,76lm/W), conforme pode ser verificado no gráfico. No ano 2010 é verificada uma leve queda na curva de equipamentos sem Selo Procel, fato que pode ser devido a uma diminuição da quantidade de modelos de 11W sem o Selo neste ano.

Como, a partir de julho de 2012, o novo nível de eficiência para a concessão do Selo Procel para LFC de 11W passou a ser de 59lm/W (PROCEL, 2012), muitas lâmpadas de 11W/220V da tabela do Selo de 2011 foram excluídas da tabela de produtos com o Selo após a data citada anteriormente. O mesmo ocorreu para as lâmpadas etiquetadas, que passaram a ter como índice mínimo de eficiência o valor de 54 lm/W, índice superior a média apresentada pelas LFC etiquetadas em 2011, com 53,3lm/W.

A partir desse momento será avaliado o comportamento e a evolução da eficiência energética das LFC com potência de 13W, também tendo como referência as tabelas do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE e do Selo Procel.

A figura 5.12 em sequência, também 3 possui curvas representadas conforme legenda a seguir:

- Curva em azul, a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 13W de 127V participantes do PBE, de 2004 a 2011;

- Curva em vermelho, a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 13W de 127V contempladas com o Selo Procel, de 2001 a 2011;

- Curva em amarelo, a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 13W de 127V participantes do PBE que não foram contemplados com o Selo Procel, de 2007 a 2011;

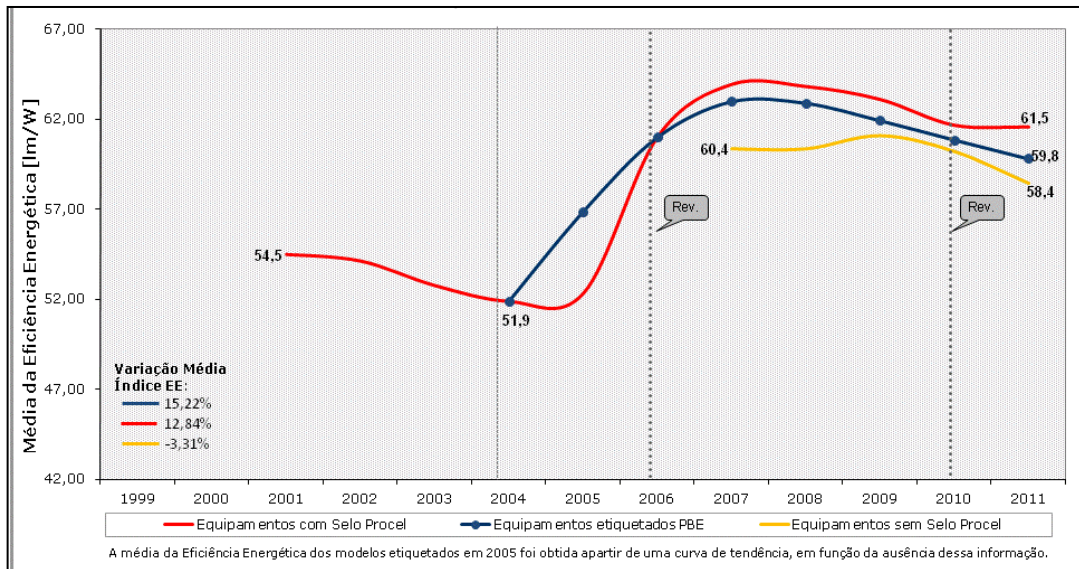


Figura 5-12 - Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC de 13W e 127V

A média da eficiência energética dos modelos contemplados com o Selo Procel em 2011 é cerca de 12,8% mais eficiente que aqueles apresentados em 2001 (primeiro ano em que uma LFC de 13W de 127V foi contemplada com o Selo Procel Inmetro de Desempenho). Da mesma forma, a média da eficiência energética dos modelos Etiquetados pelo PBE em 2011 é 15,2% maior que a média de 2004 (ano de início da concessão da Etiqueta). Tanto para o Selo Procel quanto para o PBE, o ano de 2007 foi o que apresentou a maior média de eficiência energética, com os valores de 63,92 e 62,99lm/W respectivamente.

Ainda analisando a figura 5.12, é possível verificar uma progressiva redução dos índices médios de eficiência apresentados nos anos de 2010 e 2011 pela curva do PBE. Esse fato pode se justificar pelo processo de acompanhamento da produção realizado no mesmo período. Durante esse processo, diversos modelos de LFC apresentaram não conformidades, fato que obrigou os fornecedores a, em alguns casos, reduzir o valor da declaração de eficiência energética.

A figura 5.13 segue o mesmo tipo da análise anterior, porém para as lâmpadas de tensão de 220V.

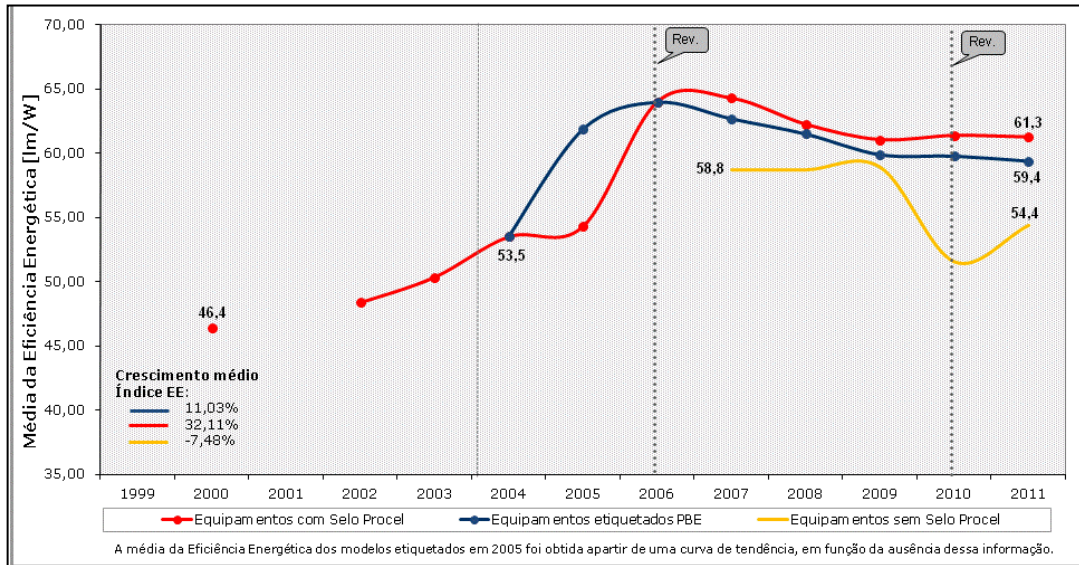


Figura 5-13 - Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC de 13W e 220V

No ano 2000 havia somente um modelo de 13W contemplado com o Selo Procel Inmetro de Desempenho, e este único equipamento apresentava uma eficiência energética de 46,4 lm/W, dessa forma, de 2000 a 2011, houve uma evolução de 32,11% na média de eficiência energética das lâmpadas com o Selo Procel.

Na figura anterior, verifica-se também uma expressiva queda na curva de equipamentos sem o Selo Procel no ano 2010, que, embora tenha iniciado uma reação no ano de 2011, ainda está longe de retornar ao nível máximo de 59 lm/W alcançado no ano de 2009.

Vale lembrar que, segundo a Portaria Interministerial nº 1008/2011, a partir de junho de 2012, o novo nível mínimo de eficiência energética admitido para o PBE e pela Lei de EE para as LFC de 13W é de 56lm/W, assim, muitas das lâmpadas aprovadas no anos de 2011 foram impedidas de serem comercializadas devido as suas eficiências.

A seguir será avaliado o comportamento e a evolução da eficiência energética das LFC com potência de 15W.

Nesse caso, as figuras também apresentam 3 curvas, com as seguintes representações:

- Curva em azul, a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 15W participantes do PBE, de 2004 a 2011;

- Curva em vermelho, a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 15W contempladas com o Selo Procel, de 1999 a 2011;

- Curva em amarelo, a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC de 15W participantes do PBE que não foram contemplados com o Selo Procel, de 2006 a 2011;

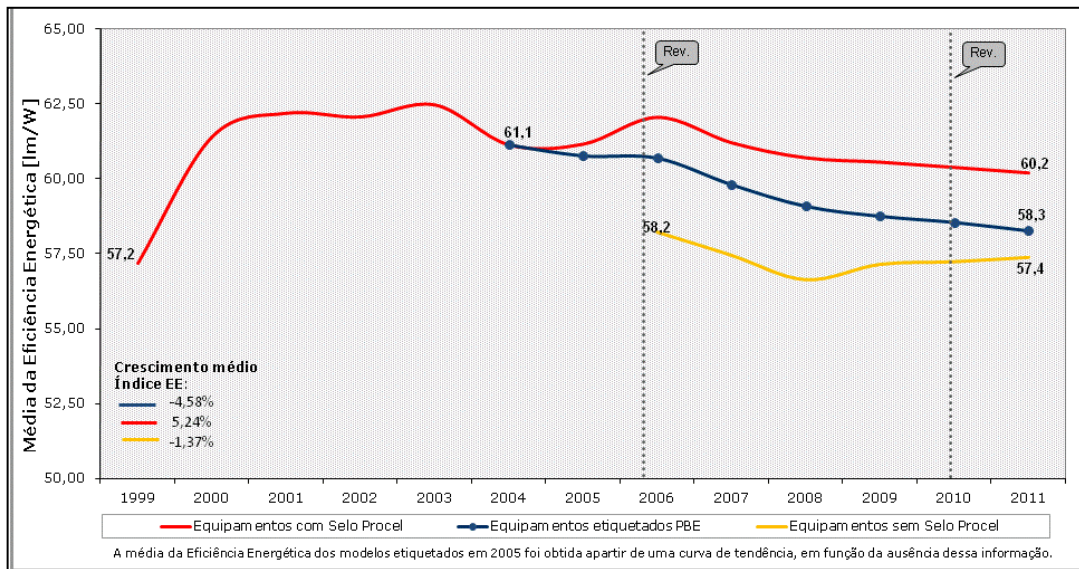


Figura 5-14 - Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC de 15W e 127V

Na figura 5.14, os equipamentos com Selo Procel apresentam os maiores valores médios de eficiência energética e apresentaram uma evolução de cerca de 5,2%. É possível identificar que para essas lâmpadas o processo de revisão periódica dos níveis mínimos exigidos, tanto para o Selo Procel, quanto para o PBE, não estão obtendo o efeito esperado, uma vez que as médias de eficiências das LFC de 15W/127V contempladas pelos dois programas vem caindo nos últimos anos.

A seguir, a figura 5.15, apresenta análise para as lâmpadas de 15W de potência e tensão de 220V.

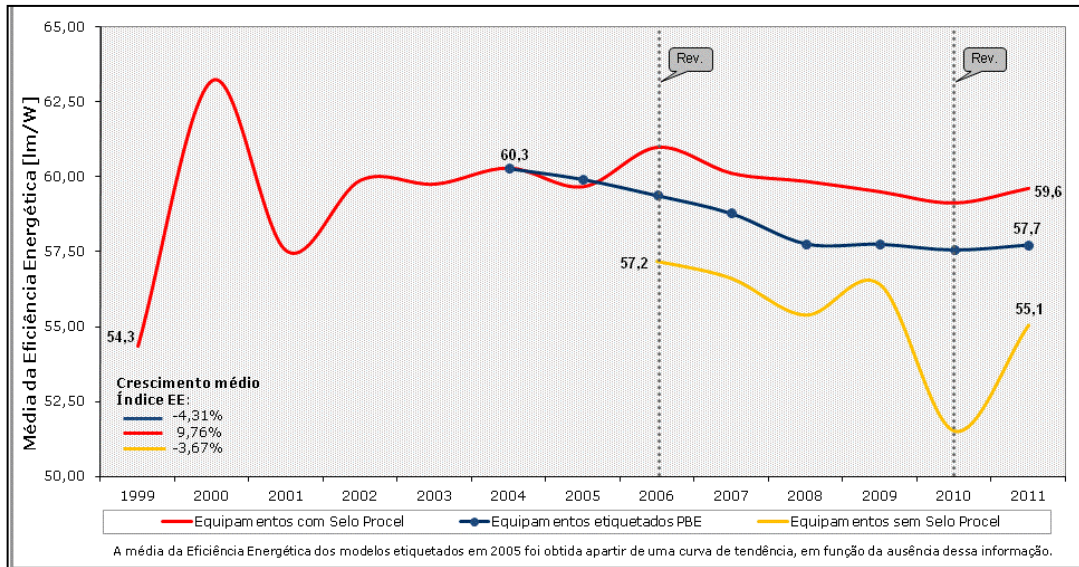


Figura 5-15 - Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC de 15W e 220V

N a figura 5.15 é possível verificar que os equipamentos com Selo Procel apresentam os maiores valores médios de eficiência energética, e a média da eficiência energética dos modelos contemplados com o Selo em 2011 é cerca de 9,8 % mais eficiente que aqueles apresentados em 1999. No ano 2000 a curva dos equipamentos com Selo Procel apresentou uma grande elevação, devido à entrada de modelos de equipamentos muito eficientes no mercado neste ano. Vale lembrar que naquele momento existiam apenas 5 modelos de lâmpadas 15W/220V contempladas com o Selo, assim a entrada ou saída de qualquer modelo influenciava significativamente na média geral.

Já a curva dos equipamentos sem Selo apresentou uma queda do ano 2009 para 2010 devido à uma grande quantidade de modelos ter sido contemplada com o Selo Procel neste ano, ou seja, muitos equipamentos eficientes de 15W que não possuíam o Selo Procel em 2009, foram contemplados com o Selo em 2010, embora tenha iniciado uma reação no ano de 2011, ainda está longe de retornar ao nível máximo de 56,2 lm/W alcançado no ano de 2006.

Segundo a Portaria Interministerial n° 1008/ 2001, a partir de junho de 2012, o novo nível mínimo de eficiência energética admitido para o PBE e pela Lei de EE para as LFC de 15W é de 56lm/W, assim, muitas das lâmpadas aprovadas no anos de 2011 serão impedidas de serem comercializadas caso não incrementem suas eficiências.

Muitas vezes, ao se substituir nas residências uma lâmpada incandescente por uma LFC, troca-se uma incandescente de 60W, que segundo o diretor técnico da Abilux, Isac Roizenblatt, representa 60% do mercado de lâmpadas incandescentes no Brasil (informação

verbal³), por uma LFC de 15W. Essa relação também é utilizada por especialistas do setor energético, em cálculos de economia de energia advindos de programas/projetos de eficiência energética. Mas será essa relação é pertinente para o mercado brasileiro ou não?

Para as LFC 127V essa relação é bem pertinente. Conforme pode ser observado na figura 5.16, em 2011, 73% dos modelos de LFC 127V com 15 W de potência etiquetadas pelo PBE apresentavam fluxo luminoso equivalente as das lâmpadas incandescentes de 60W. Os outros 27% de modelos se dividiram principalmente em lâmpadas equivalentes a incandescentes de 50W (11% dos modelos) e de 70W (12%).

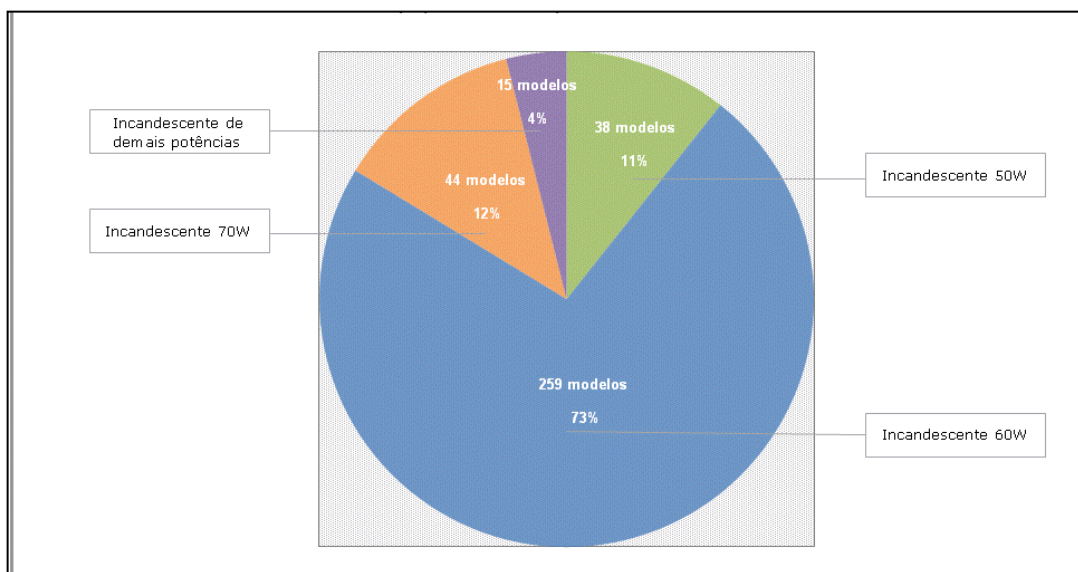


Figura 5-16 - Equivalência das lâmpadas fluorescentes compactas de 15W-127V etiquetadas pelo PBE às incandescentes

No caso das LFC 220V de 15W etiquetadas pelo PBE em 2011, conforme pode ser observado na figura 5.17, apenas 27% dos modelos de LFC apresentavam fluxo luminoso equivalente as das lâmpadas incandescentes de 60W, 35% eram equivalentes as incandescentes de 70W e 29% as de 75W.

³ Informação recebida por email em 22 de maio de 2013.

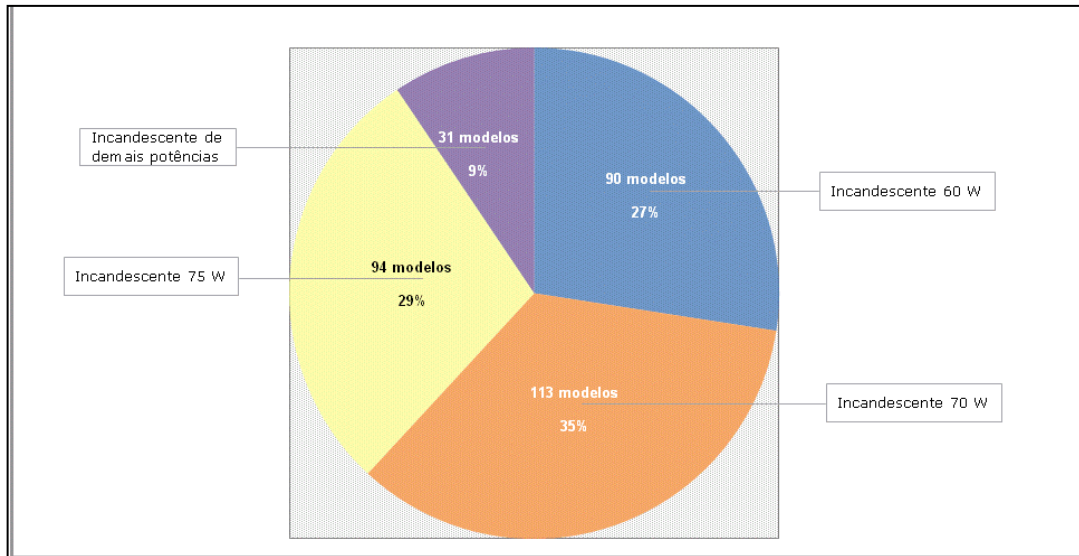


Figura 5-17 - Equivalência das lâmpadas fluorescentes compactas de 15W-220V etiquetadas pelo PBE às incandescentes

Uma comparação simplificada dos números percentuais das LFC de 15W-127V e 220V com suas respectivas lâmpadas incandescentes equivalentes poderia conduzir a conclusão de que as LFC de 220V são mais eficientes que as LFC de 127V. Porém, como pôde ser observado anteriormente, essa diferença de eficiência não se configura, sendo inclusive a média das eficiências das LFC 15W-127V (58,3 lm/W) superiores as suas similares de 220V (57,7 lm/W).

O fato de, no exemplo anterior, as LFC 220 V apresentarem incandescentes equivalentes com potências superiores as das LFC 127V se justifica pela forma utilizada pelo PBE para definir a equivalência das LFC com as incandescentes.

Segundo previsto no RAC de LFC, a lâmpada incandescente equivalente é obtida pela comparação do valor médio do fluxo luminoso das lâmpadas fluorescentes compactas medido nos ensaios acrescido de 5% (F), com os valores da Tabela 5.5.

Tabela 5-3 – Lâmpada incandescente equivalente

Lâmpada incandescente equivalente (W)	Fluxo luminoso 127V (lm)	Fluxo luminoso 220V (lm)
15	$104 \leq F < 159$	$110 \leq F < 161$
20	$159 \leq F < 213$	$161 \leq F < 219$
25	$213 \leq F < 302$	$219 \leq F < 278$
30	$302 \leq F < 479$	$278 \leq F < 414$
40	$479 \leq F < 641$	$414 \leq F < 549$
50	$641 \leq F < 803$	$549 \leq F < 714$
60	$803 \leq F < 946$	$714 \leq F < 825$
70	$946 \leq F < 1017$	$825 \leq F < 889$
75	$1017 \leq F < 1115$	$889 \leq F < 967$
80	$1115 \leq F < 1310$	$967 \leq F < 1151$
90	$1310 \leq F < 1506$	$1151 \leq F < 1349$

Fonte: RAC DO PBE PARA LFC, 2006

Ao analisar a tabela anterior é possível verificar que, para uma mesma lâmpada incandescente equivalente, os valores exigidos para o fluxo luminoso (F) das lâmpadas 127V são superiores aos exigidos para as lâmpadas 220V. Esse fato ocorre em função de haver diferenças, por questões de projeto, de fluxo nas lâmpadas incandescentes 127V e 220V. Quando a tabela foi incorporada ao RAC, essas diferenças de fluxo foram respeitadas, uma vez que o objetivo da mesma é apresentar para o consumidor uma relação de substituição das incandescentes pelas compactas com mesmos fluxos luminosos.

Como os níveis mínimos de eficiência energética exigidos para a concessão do Selo Procel são mais elevados que os exigidos para a concessão da ENCE era de se esperar que, para uma mesma potência de LFC, as potências de lâmpadas incandescentes equivalentes as LFC com Selo fossem superiores as LFC sem Selo.

Conforme pode ser observado na figura 5.18 a seguir, em 2011, 74% dos modelos de LFC 127V com 15 W de potência com o Selo Procel apresentavam fluxo luminoso equivalente as das lâmpadas incandescentes de 60W, 21% dos modelos eram equivalentes a incandescentes de 70W.

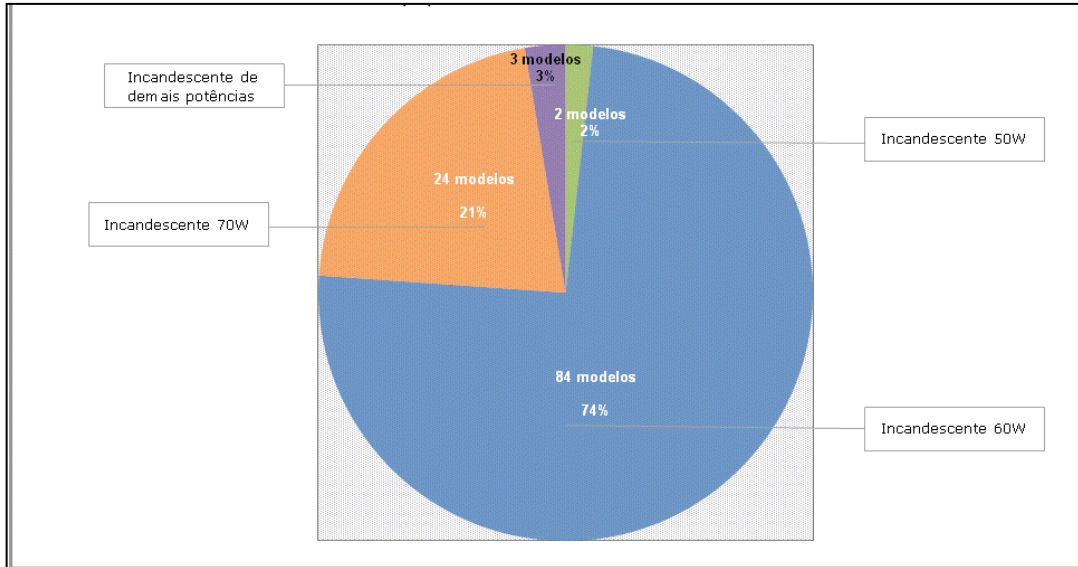


Figura 5-18 - Equivalência das lâmpadas fluorescentes compactas de 15W-127V às incandescentes – Modelos com o Selo Procel

No caso das LFC 220V de 15W com o Selo Procel em 2011, figura 5.19, apenas 17% dos modelos de LFC apresentavam fluxo luminoso equivalente as das lâmpadas incandescentes de 60W, 38% eram equivalentes as incandescentes de 70W e 35% as de 75W.

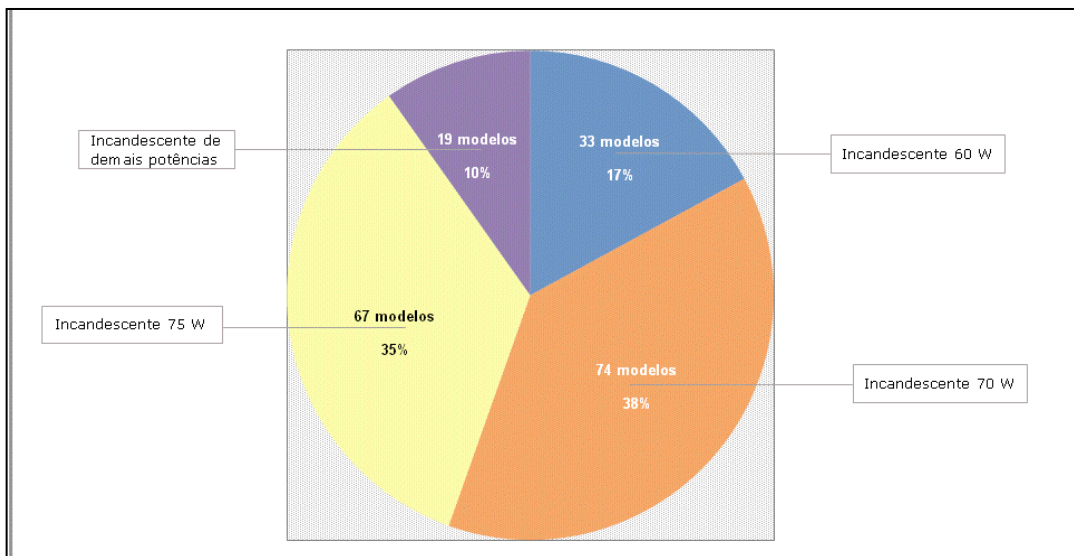


Figura 5-19 - Equivalência das lâmpadas fluorescentes compactas de 15W-220V às incandescentes – Modelos com o Selo Procel

Dessa forma é possível concluir que as LFC de 15W-127V etiquetadas possuem fluxos luminosos equivalentes as incandescentes de 60W. Já as LFC 15W-220V e as LFC de 15W (127 ou 220V) com o Selo Procel possuem fluxos luminosos equivalentes ou superiores as incandescentes de 60W.

A figura 5.20 mostrada a seguir, apresenta análise da evolução da eficiência energética para as lâmpadas de 20W de potência e tensão de operação de 127V.

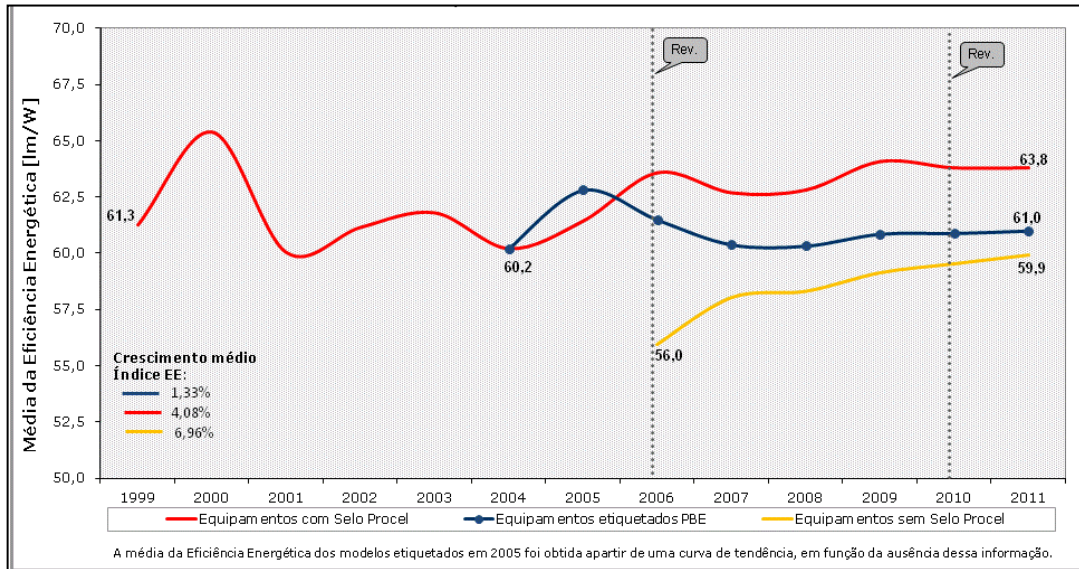


Figura 5-20 - Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC de 20W e 127V

A figura 5.20 apresenta algumas variabilidades em suas curvas em função da variação que há na quantidade de modelos de lâmpadas de 20W de um ano para o outro. Essa variação é refletida na média da eficiência, e conseqüentemente o gráfico se configura bem instável.

Como, a partir de junho de 2012 os novos níveis mínimos de eficiência energética admitidos para o Selo Procel e PBE para as LFC de 20W passaram respectivamente de 64 e 59lm/W, muitas das lâmpadas aprovadas no anos de 2011 foram retiradas das tabelas devido as suas eficiências.

A figura 5.21 a seguir, apresenta o mesmo tipo de análise anterior, porém, para as lâmpadas de 20W de potência e tensão de 220V.

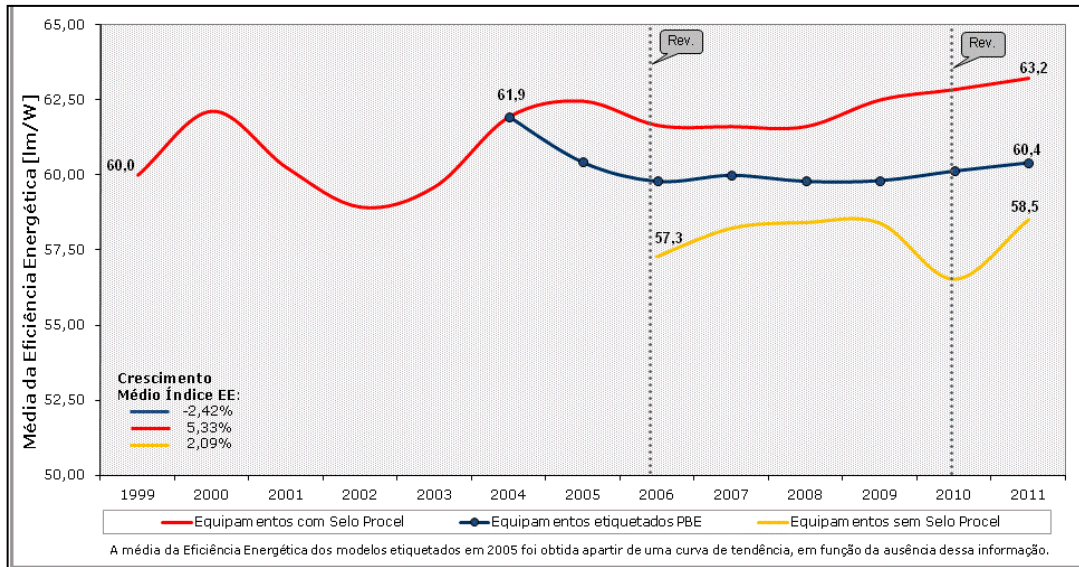


Figura 5-21 - Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC de 20W e 220V

Na figura 5.21 os equipamentos com Selo Procel apresentam os maiores valores médios de eficiência energética, e a média da eficiência energética dos modelos contemplados com o Selo em 2011 é cerca de 5,3% maior que a média de 1999. A curva dos equipamentos sem Selo apresentou uma ligeira queda do ano 2009 para 2010 devido à uma grande quantidade de modelos ter sido contemplada com o Selo Procel neste ano, ou seja, muitos equipamentos eficientes de 20W que não possuíam o Selo Procel em 2009, foram contemplados com o Selo em 2010.

Conforme comentário da figura 5.20, os novos níveis mínimos de eficiência energética admitidos para o Selo Procel e PBE para as LFC de 20W passaram respectivamente para 64lm/W e 59lm/W, o que indicou a necessidade de efficientizar também os modelos 220V.

5.3.3. Análise da evolução da eficiência energética das LFC comercializadas por dois dos principais fornecedores de lâmpadas no Brasil

A partir desse momento serão apresentadas as evoluções das eficiências das LFC comercializadas por dois dos principais fornecedores de lâmpadas que atuam no mercado brasileiro: Osram e Philips. Espera-se assim, obter subsídios que permitam avaliar de uma maneira mais precisa e criteriosa a evolução das eficiências das LFC comercializadas no País.

Esta análise permitirá também inferirmos sobre a estratégia adotada por essas duas importantes empresas sobre a questão da eficiência energética.

Assim como nos casos anteriores, as figuras a seguir apresentam três curvas que mostram a Evolução da Eficiência Energética ao longo dos anos, com as seguintes representações:

- Curva azul: a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC Osram/Philips de 127 V etiquetados pelo PBE, de 2004 a 2011;
- Curva vermelha: a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC Osram/Philips de 127 V contempladas com o Selo Procel, de 1999 a 2011;
- Curva amarela: a média da eficiência energética de todos os modelos de LFC Osram/Philips de 127 V etiquetados pelo PBE que não foram contemplados com o Selo Procel, de 2004 a 2011;

Na figura 5.22 observa-se uma acentuada elevação da média de eficiência das lâmpadas Osram de 127V com o Selo Procel Eletrobras no início do programa. De 1999 até o ano de 2001 a média saiu da marca de 49,7 lm/W para 64,7lm/W. Nos anos seguintes observou-se uma sequência de quedas que levaram a média de eficiência para 56,6lm/W. A partir de então a tendência foi mais uma vez alterada, iniciando-se um período de elevação da eficiência, até atingir a marca de 58,8lm/W em 2011.

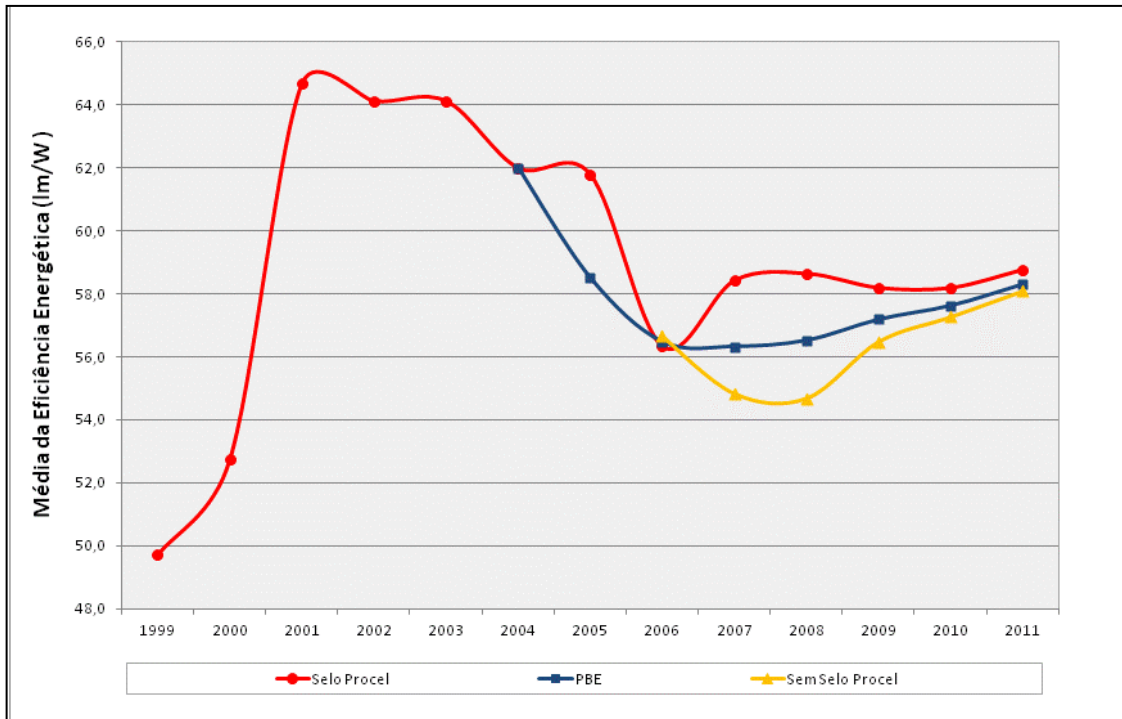


Figura 5-22 - Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC Osram 127V

As grandes variações das médias das eficiências energética observadas na figura 5.22 podem ser justificadas pela estratégia adotada por essa empresa de, ao longo dos anos, promover uma grande rotatividade dos modelos comercializados.

Na figura 5.23 observa-se uma claramente a tendência de elevação da média de eficiência das lâmpadas Philips de 127V com o Selo Procel Eletrobras ao longo dos anos, saindo de uma média de 54,4 lm/W em 1999 para 61,7 lm/W em 2011. É possível também verificar que no ano 2000 houve uma significativa elevação do valor médio de eficiência, valor esse que não se manteve nos anos seguintes e somente foi alcançado novamente no ano de 2010.

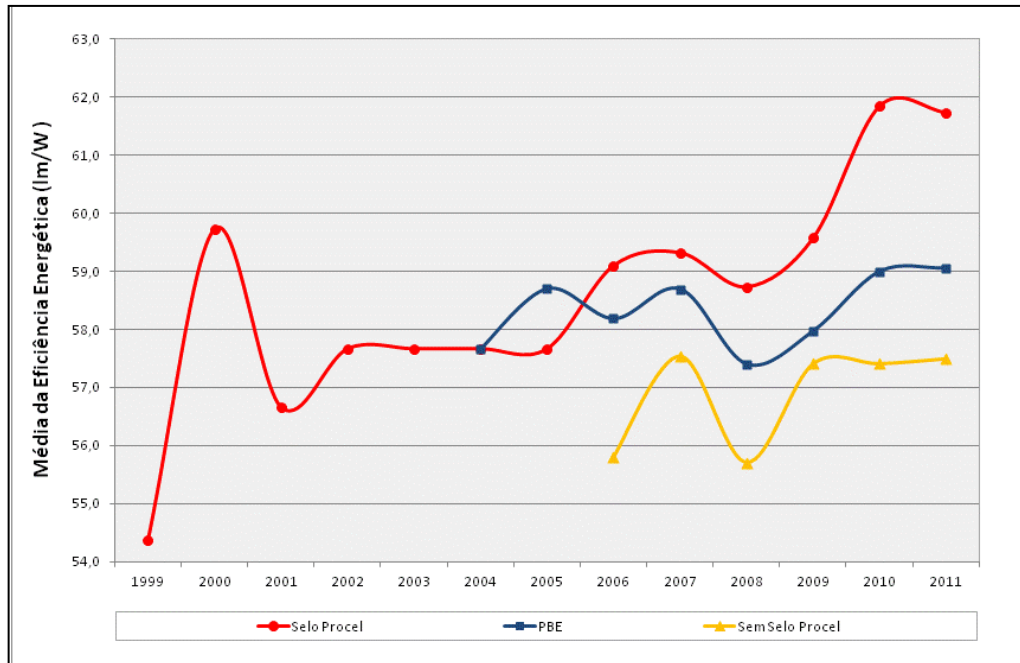


Figura 5-23 - Evolução da Média da Eficiência Energética das LFC Philips 127V

Outro fator importante a ser destacado na figura anterior é a expressiva diferença entre as médias de eficiência das lâmpadas Philips de 127V com o Selo Procel Eletrobras e sem o Selo. Enquanto as lâmpadas com Selo Procel Eletrobras apresentaram em 2011 uma média de 61,7 lm/W, as lâmpadas sem o Selo apresentaram nesse mesmo ano a média de 57,5 lm/W.

A tabela 5.6 apresenta uma comparação das médias de eficiência energética das LFC das empresas Osram e Philips com a Média Geral das LFC com o Selo Procel Eletrobras e PBE – 127V. Dessa forma é possível obter uma clara sinalização da posição dessas empresas em relação a média que consolida os dados de todas as empresas.

Tabela 5-4 – Comparação das Médias das Eficiências Energética das LFC Osram e Philips com a Média Geral das LFC com o Selo Procel Eletrobras e PBE – 127V

Ano	Osram	Philips	Média Geral das LFC com o Selo
1999	49,7	54,4	49,2
2011	58,8	61,7	61,0
Ano	Osram	Philips	Média Geral das LFC com o PBE
2004	62,0	57,7	59,5
2011	58,3	59,1	58,9

6. Comparativo entre as Lâmpadas Fluorescentes Compactas Participantes dos Programas do Selo Procel Eletrobras, Equipment Energy Efficiency - E3 e Energy Star

O objetivo deste capítulo é apresentar um comparativo entre as LFC contempladas com o Selo Procel Eletrobras com as LFC contempladas por outros dois importantes e reconhecidos programas de informação aos consumidores sobre o desempenho energético de equipamentos através de etiquetas/selos. Espera-se identificar os principais destaques das lâmpadas participantes do programa brasileiro assim como indicar se existe a necessidade de executar novas ações que possibilitem a evolução da eficiência das LFC contempladas com o Selo Procel Eletrobras.

Dessa forma, será apresentado a seguir, uma comparação entre o desempenho energético das lâmpadas fluorescentes compactas participantes do programa do Selo Procel, concedido pela Eletrobras/Procel no Brasil, do programa Energy Star, concedido pela Environmental Protect Agency nos EUA e do programa Equipment Energy Efficiency - E3 da Austrália, no ano de 2011.

Conforme pôde ser observado no capítulo cinco houve uma significativa evolução da média geral de eficiência energética das LFC comercializadas no Brasil. Apesar dessa evolução, como essa eficiência está posicionada a nível mundial? Será que as lâmpadas contempladas com o Selo Procel Eletrobras são mais eficientes que as lâmpadas contempladas por outros importantes programas de eficiência energética ao redor do mundo?

Com o intuito de obter as respostas dos questionamentos anteriores, este capítulo irá apresentar um benchmarking entre as LFC contempladas com o Selo Procel Eletrobras com as LFC contempladas por outros dois importantes e reconhecidos programas de informação aos consumidores sobre o desempenho energético de equipamentos através de etiquetas/selos.

6.1. Contextualização

Optou-se pela comparação do Selo Procel com o Energy Star e o E3 em virtude da grande importância e representatividade desses programas em seus países, do grande reconhecimento internacional que desfrutam e também pela disponibilidade dos dados necessários para realização do estudo nos respectivos sítios eletrônicos dos programas.

O Programa Equipment Energy Efficiency (E3), é um dos programas australianos que apresenta maior sucesso na redução da emissão de gases de efeito estufa e custos para os consumidores, através do desenvolvimento da eficiência energética (EQUIPMENT ENERGY EFFICIENCY COMMITTEE, *s/d*).

Para atingir os seus objetivos o Programa E3 atua em duas vertentes:

- Estabelecimento de Níveis mínimos de eficiência energética para equipamentos e eletrodomésticos vendidos na Austrália com a proibição da venda de produtos com as piores performances.
- Etiquetagem energética para auxiliar as pessoas a escolherem os equipamentos mais eficientes na hora da compra. (EQUIPMENT ENERGY EFFICIENCY COMMITTEE, *s/d*).

De acordo com a CLASP (2005), a Austrália oferece um bom exemplo de como um governo pode garantir o desempenho dos seus equipamentos etiquetados. Para assegurar um elevado grau de credibilidade e de conformidade de seu programa de etiquetagem, o governo Australiano adota um programa nacional de testes. Nesse programa, aparelhos são comprados de lojas de varejo e testados em laboratórios independentes credenciados para verificar as informações contidas na etiqueta e o cumprimento níveis mínimos de eficiência.

Desde o início do Programa E3 em 1986, o consumo de energia de refrigeradores e freezers residenciais reduziu 67%, enquanto tiveram seus preços reduzidos e seus volumes aumentados. Segundo o Instituto Australiano de Projeções de Emissões, em 2020 as ações do Programa E3 irão contribuir com o abatimento de 20.3 megatoneladas de dióxido de carbono (EQUIPMENT ENERGY EFFICIENCY COMMITTEE, *s/d*).

A figura 6.1 apresenta o Energy Rating, o Selo utilizado pelo programa E3 para indicar a classificação energética dos equipamentos.



Figura 6-1 – Energy Rating, Selo do Programa E3
 Fonte: EQUIPMENT ENERGY EFFICIENCY COMMITTEE, *s/d*

O Energy Star é um programa conduzido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – EPA e o seu Departamento de Energia - DOE, e tem como objetivo proteger o meio ambiente, estimular a redução da emissão de gases de efeito estufa e proporcionar economia financeira para população através de equipamentos e práticas energeticamente eficientes (EPA, *s/d*).

Em 2010, os americanos, com a ajuda do Energy Star, economizaram energia suficiente para evitar as emissões de gases de efeito estufa equivalente as emissões de 33 milhões de carros (EPA, *s/d*).

Em 2011, os americanos adquiriram cerca de 280 milhões de produtos qualificados com o Selo Energy Star. O programa Energy Star já ultrapassou a marca de 60 categorias de produtos, incluindo eletrodomésticos, equipamentos de aquecimento e refrigeração, equipamentos de escritórios, eletroeletrônicos e equipamentos para iluminação (EPA, *s/d*).

De acordo com a CLASP (2005), o Energy Star é um dos programas de etiqueta/selo de endosso mais extenso e amplamente conhecido. Introduzido em 1992, para reconhecer computadores energeticamente eficientes, o Energy Star cresceu para endossar os produtos eficientes em diversas categorias, incluindo eletrodomésticos, eletrônicos domésticos (televisores, sistemas de som , etc), computadores e outros equipamentos de escritório, equipamentos residenciais de aquecimento e refrigeração e iluminação.

A figura 6.2 apresenta o Selo Energy Star, o Selo utilizado pelo programa EPA para indicar os equipamentos participantes do seu Programa.

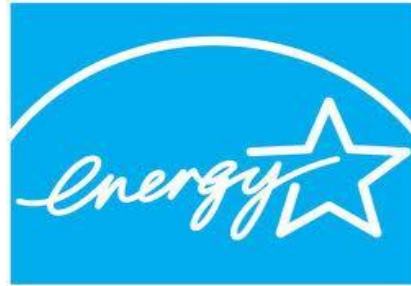


Figura 6-2 – Selo Energy Star
Fonte: EPA, *s/d*

A tabela 6.1 a seguir, apresenta uma comparação entre os níveis mínimos de eficiência energética exigidos pelo Procel e EPA para a concessão dos seus respectivos selos.

Tabela 6-1 – Comparação entre os níveis mínimos de eficiência energética exigidos pelo Procel e EPA

Potência da lâmpada (W)	Selo Procel (lm/W)	Energy Star (lm/W)
Potência da lâmpada $\leq 6W$	52,0	50,0
6 W < Potência da lâmpada $\leq 8W$	54,0	50,0
8 W < Potência da lâmpada < 10W	59,0	50,0
10 W \leq Potência da lâmpada $\leq 12W$	59,0	55,0
12 W < Potência da lâmpada $\leq 15W$	61,0	55,0
15 W < Potência da lâmpada $\leq 18W$	63,0	65,0
18 W < Potência da lâmpada $\leq 25W$	64,0	65,0
25 W < Potência da lâmpada	65,0	65,0

Fonte: PROCEL, 2012; EPA, *s/d*;

Conforme pode ser observado na tabela anterior, para as lâmpadas de menor potência, até 15W, os índices exigidos para a concessão do Selo Procel Eletrobras são mais exigentes que os do Energy Star, em alguns casos, como por exemplo para as lâmpadas de 9W, a diferença de exigência chega a quase 20%.

Em contrapartida, para o caso das lâmpadas de 15 a 25W, o Energy Star é um pouco mais exigente que o Selo Procel Eletrobras.

Outro importante ponto a ser verificado é o arcabouço normativo utilizado por cada um dos programas, uma vez que as normas e procedimentos de ensaios são a base de todos os programas de avaliação da conformidade. A seguir apresenta-se uma relação das principais

normas utilizadas pelo programas do Selo Procel Eletrobras, Energy Star e E3, para avaliação do desempenho de lâmpadas.

- Selo Procel Eletrobras

IEC 60081 - Double-capped fluorescent lamps - Performance specifications;

IEC 60901 - Single-capped fluorescent lamps - Performance specifications;

IEC 60969 - Self-ballasted lamps for general lighting services-Performance requirements;

ABNT NBR 14539 - Lâmpadas fluorescentes com Reator Integrado à Base para Iluminação Geral - Requisitos de desempenho (PROCEL, 2010).

- Energy Star

IESNA LM-9 – 1999 - Electric & Photometric Measurement of Fluorescent Lamps;

IESNA LM-65-01– 2001 - Approved Method for Life Testing of Single-ended Compact Fluorescent Lamps;

IESNA LM-66-11 – 2000 - Electrical and Photometric Measurements of Single Ended Compact Fluorescent Lamps (EPA, 2010).

- Equipment Energy Efficiency - E3

AS/NZS 4874.1:2010 - Self ballasted lamps for general lighting services Part 1: Test methods – Energy performance (The IEC are currently working on updating IEC 60969 - the new draft of which is based on AS/NZS 4847.1- and, when complete, it is expected that the IEC standard will replace AS/NZS 4847.1.);

AS/NZS 4847.2:2010/Amdt 1:2011 - Self ballasted lamps for general lighting services Part 2: Minimum Energy Performance Standards (MEPS) requirements;

AS/NZS 4782.3(Int):2006 - Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications Part 3: Procedure for quantitative analysis of mercury present in fluorescent lamps (EQUIPMENT ENERGY EFFICIENCY COMMITTEE, *s/d*).

Conforme pode ser observado anteriormente, os três programas utilizam referências normativas diferentes, entretanto, essas referências são equivalentes, uma vez que os procedimentos utilizados para a medição dos valores de fluxo luminoso e potencia nominal das lâmpadas nos três programas são semelhantes.

De acordo com o gerente do laboratório de Iluminação do Cepel, o Eng. Ricardo Ficara do Cepel, a principal diferença entre os procedimentos utilizados pelos três programas é justamente o tempo adotado para estabilização das lâmpadas para a medição do fluxo luminoso. Essa diferença de procedimento pode acarretar distorções de resultados, mas que certamente não inviabilizam a comparação da eficiência energética das lâmpadas participantes dos três programas (informação verbal⁴).

6.2. Metodologia utilizada para a comparação

Inicialmente foi realizado um levantamento, nos respectivos sites eletrônicos dos programas, dos modelos de LFC que participaram dos programas do Selo Procel, Energy Star e E3 em 2011. A partir desse levantamento, dados foram tabulados e trabalhados para que fosse possível elaborar e apresentar uma comparação entre os 3 programas.

Vale lembrar novamente que os dados de eficiência energética utilizados nesse estudo foram declarados pelos fornecedores das LFC, podendo, em alguns casos, divergir dos valores encontrados nos ensaios laboratoriais (dentro de limites preestabelecidos nos regulamentos).

Os valores de eficiência energética média foram calculados através da razão entre o somatório de todos os valores de eficiência e a quantidade de amostras (independente da tensão de operação da lâmpada).

Também neste capítulo, a eficiência energética das LFC é definida pela relação entre a quantidade de luz emitida pela lâmpada dividida pela potência ativa consumida pela mesma.

Para identificar as lâmpadas incandescentes equivalentes as LFC participantes do Energy Star e do E3 foi adotada a mesma metodologia utilizada pelo PBE e o Selo Procel Eletrobras, metodologia esta que foi apresentada no capítulo cinco.

6.3. Comparação da quantidade de modelos e origem de fabricação das LFC participantes de cada Programa

Nesse momento serão analisadas as quantidades de LFC participantes dos três programas, de foram agrupadas e subdividas pelas potências de 9, 11, 13, 15 e 20W (segundo modelo apresentado no capítulo anterior). Dessa forma será possível comparar a quantidade total de LFC contempladas por cada programa em 2011, assim como inferir sobre as potências preferidas pelos consumidores dos países de origem dos programas.

⁴ Informação recebida por telefone em de agosto de 2012.

Conforme pode ser visto na figura 6.3, em 2011, havia 5748 modelos de LFC contempladas com o Selo Energy Star, o que corresponde a cerca de quatro vezes a quantidade de modelos contemplados com o Selo Procel e seis vezes a quantidade de modelos aprovados pelo E3.

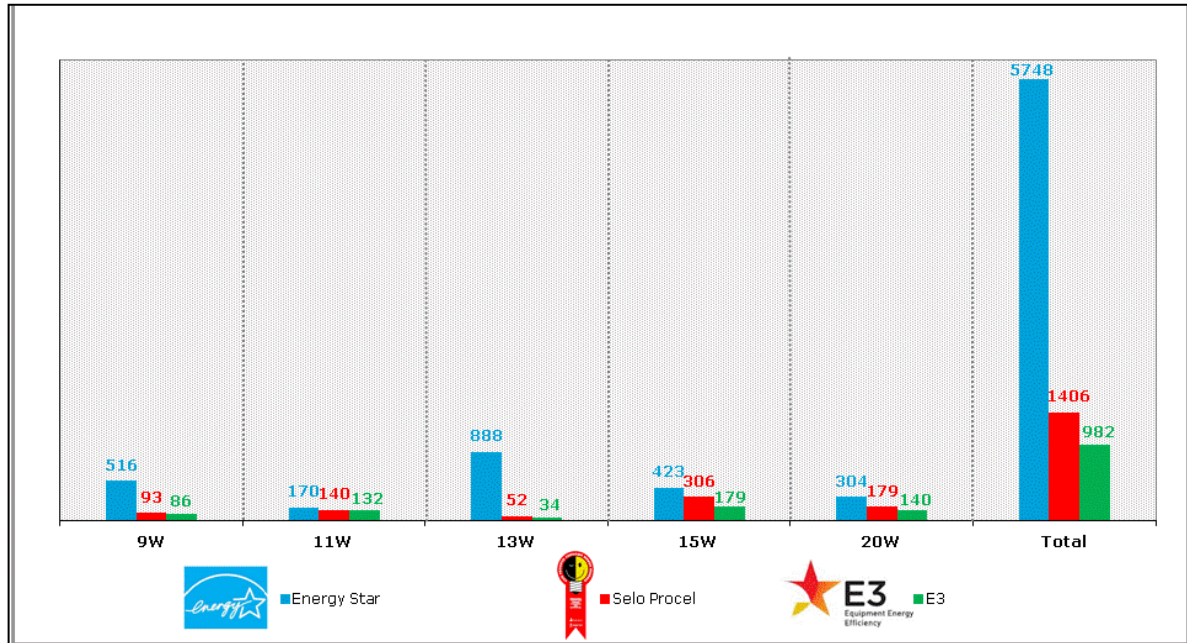


Figura 6-3 – Quantidade de modelos de LFC com o Selo Procel, Energy Star e E3 em 2011

Analisando a figura 6.3 apresentada anteriormente, é possível também identificar que no ano de 2011, no caso do Selo Procel Eletrobras e do E3, a potência de LFC com maior incidência nas tabelas foi a de 15W, com representatividades de 22% e 18% respectivamente. Já no caso do programa Energy Star, em 2011, a potência de LFC com maior incidência na tabela foi a de 13W, com a representatividade de aproximadamente 16%.

Considerando-se que a quantidade de vendas das LFC é proporcional a quantidade de modelos apresentados nas tabelas dos programas de eficiência energética, e, em função da distribuição apresentada anteriormente, é possível inferir que no Brasil e na Austrália, país de origem dos programas do Selo Procel Eletrobras e do E3 respectivamente, a potência de LFC mais comercializada em 2011 foi de 15W. Utilizando a mesma linha de raciocínio, é possível inferir que no caso dos EUA, a potência de LFC mais comercializada em 2011 foi de 13W.

Em uma leitura simplificada a diferença citada anteriormente não parece ser impactante, mas, se verificarmos com mais profundidade constataremos que esse fato pode ser encarado como um significativo potencial de economia de energia. As LFC de 13W com Energy Star e

as LFC de 15W com Selo Procel Eletrobras apresentam, em média, fluxos luminosos próximos, sendo, em ambos os casos, usualmente utilizadas pelos consumidores na substituição de lâmpadas incandescentes de 60W. Dessa forma, se em ambos os casos as lâmpadas são utilizadas com o mesmo objetivo (substituir uma incandescente de 60W), pode-se considerar um desperdício de 2W por lâmpada aqui no Brasil. Ao multiplicar a essa diferença de 2W pela venda anual das LFC de 15W no Brasil e pela quantidade de horas que essas lâmpadas são utilizadas ao longo do ano, certamente será encontrado um resultado bastante expressivo.

Nesse estudo, um importante ponto a ser considerado é a origem de fabricação das lâmpadas contempladas por cada um dos programas, uma vez que esta pode ser determinante na tecnologia empregada para fabricação do produto e, conseqüentemente, na eficiência das lâmpadas.

Segundo levantamento realizado, praticamente a totalidade das LFC contempladas com o Selo Procel Eletrobras, cerca de 99% dos modelos (PROCEL, s/d), e com o E3, cerca de 98% dos modelos (EQUIPMENT ENERGY EFFICIENCY COMMITTEE, s/d) são fabricadas na China. Segundo informações obtidas junto a especialistas americanos, a grande maioria das lâmpadas comercializadas nos Estados Unidos e contempladas com o Energy Star também possui origem chinesa (informação verbal⁵). De acordo com consulta feitas a importadores de LFC, é possível que já tenha ocorrido ou ocorrerá o fato das lâmpadas contempladas com o Selo Procel Eletrobras, Energy Star e E3 serem fabricadas nas mesmas unidades fabris.

Esse fato pode ser justificado pelo ganho de escala obtido com a produção de grandes quantidades de um mesmo produto e também pelo baixo custo de produção e mão de obra praticados na China.

6.4. Comparativo das eficiências energéticas das lâmpadas fluorescentes compactas de cada programa

Inicialmente, no sentido de obter uma visão geral, será apresentada uma comparação entre a média da eficiência energética de todas as LFC participantes de cada um dos programas do Selo Procel Eletrobras, Energy Star e E3.

⁵ Informação fornecida por email pela Lider de Produtos da Pacific Gas and Electric Company Carolyn Weiner em 27 de dezembro de 2012.

Os valores de eficiência energética apresentados na figura 6.4 foram calculados através da razão entre o somatório de todos os valores de eficiência e a quantidade de amostras, independente da potência ou tensão de operação da lâmpada, de cada programa.

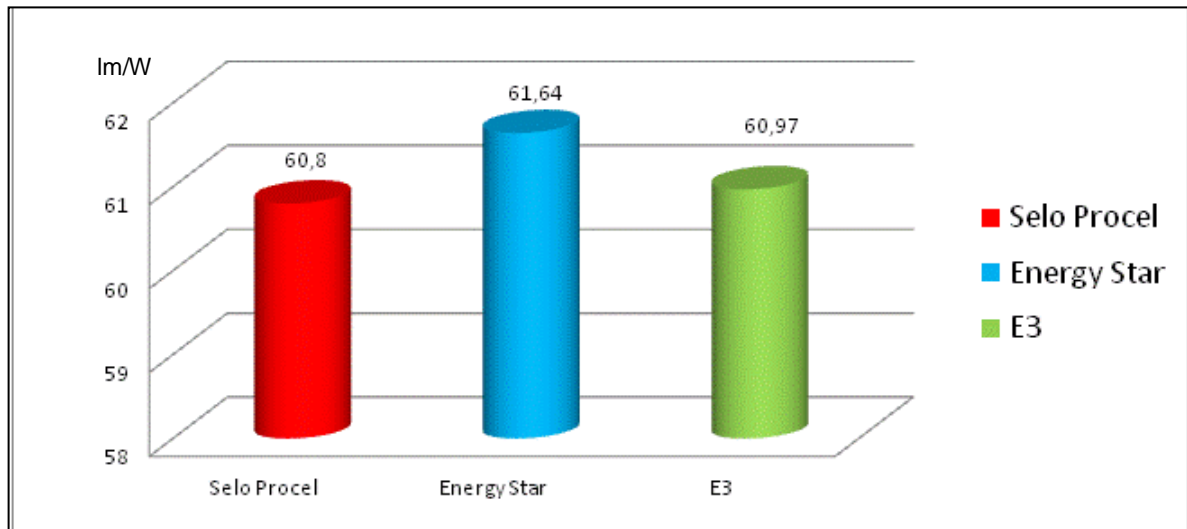


Figura 6-4 – Média das eficiências das LFC com o Selo Procel, Energy Star e E3 em 2011

Conforme pode ser observado na figura apresentada anteriormente, o programa que apresentou as lâmpadas com maior média da eficiência energética foi o Energy Star, com a média geral de 61,64 lm/W. Na segunda posição ficou o programa E3, com a média geral de 60,97lm/W, seguido pelo programa do Selo Procel, no qual, em 2011, a média geral das eficiências energéticas das LFC foi de 60,80 lm/W. A diferença entre a média geral das eficiências energéticas das LFC com o Selo Procel e com o Energy Star foi 0,84-lm/W, o que representa uma diferença inferior a 1,5%.

Uma análise rápida dos números apresentados anteriormente poderia conduzir a conclusões equivocadas, uma vez que, conforme já apresentado no capítulo anterior, a eficiência das LFC guarda relação direta com a sua potência. Assim, quanto maior for a quantidade de modelos com potências elevadas, maior tende a ser a média geral de eficiência dos programas.

A figura 6.5 apresenta o valor médio das potências das LFC contempladas em cada um dos três programas e, dessa forma, colabora para elucidar a questão levantada anteriormente sobre a eficiência média das lâmpadas participantes dos programas.

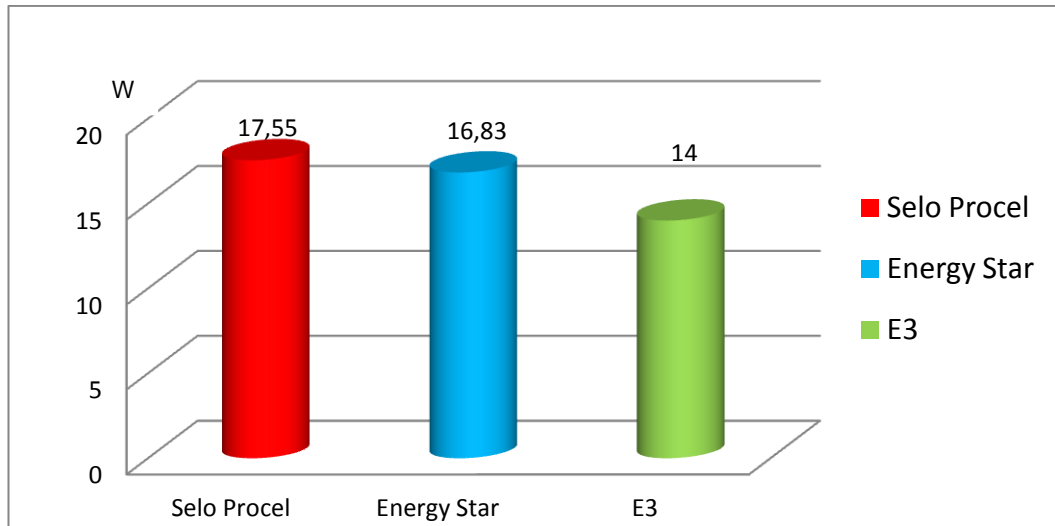


Figura 6-5 – Média das potências das LFC com o Selo Procel, Energy Star e E3 em 2011

Conforme pôde ser observado, as lâmpadas com o Selo Procel Eletrobras apresentam o maior valor médio de potência, com 17,55W, seguido pelo Energy Star, com a média de 16,83 e depois pelo E3, com 14W médio.

Apesar da média de eficiência das LFC participantes do Energy Star ser mais elevada que a média das lâmpadas participantes do E3, o programa E3 apresentou uma média de potência bem inferior ao Energy Star, conforme as informações das figuras 6.4 e 6.5. Vale lembrar que a eficiência das LFC está diretamente relacionada com sua potência.

Dessa forma, torna-se interessante e desejável, conhecer a comparação das eficiências energética das LFC participantes dos três programas por potência da lâmpada e, assim, obter conclusões mais específicas.

Nesse sentido, serão apresentadas, a seguir, comparações mais específicas da eficiência energética das LFC contempladas pelo Selo Procel, Energy Star e E3 em 2011, comparações estas divididas pelas potências de LFC mais representativas (9,11,13, 15 e 20W), independente das tensões de operação.

No caso das LFC de 9W, conforme descrito na figura 6.6, o programa que, em 2011, apresentou modelos com maior média de eficiência energética foi o Selo Procel Eletrobras, com o índice de 58,43lm/W, seguido de perto pelo programa do E3, com o índice médio de 58,36 lm/W. O terceiro posto foi ocupado pelo programa do Energy Star, onde as LFC de 9W apresentaram, em 2011, uma média de eficiência de 56,26 lm/W, que representa um índice cerca de 4% inferior ao índice médio das LFC com o Selo Procel.

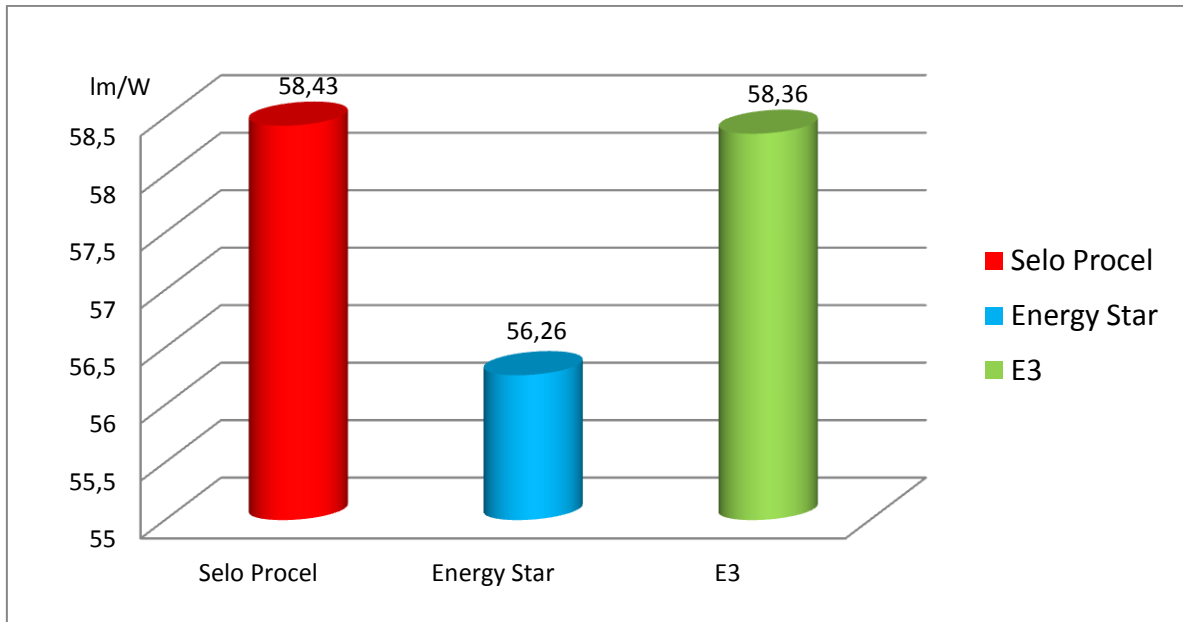


Figura 6-6 – Média das eficiências das LFC de 9W, com o Selo Procel, Energy Star e E3 em 2011

Assim como no caso das LFC de 9W, o programa que, em 2011, apresentou modelos de LFC de 11W com maior média de eficiência energética foi o Selo Procel, com o índice de 59,55lm/W, novamente seguido de perto pelo programa do E3, com o índice médio de 59,21lm/W. Mais uma vez, conforme apresentado na figura 6.7, o programa do Energy Star ocupou o terceiro posto, com uma média de eficiência de 52,21 lm/W que é cerca de 13,4% menor que o índice médio das LFC participantes do E3.

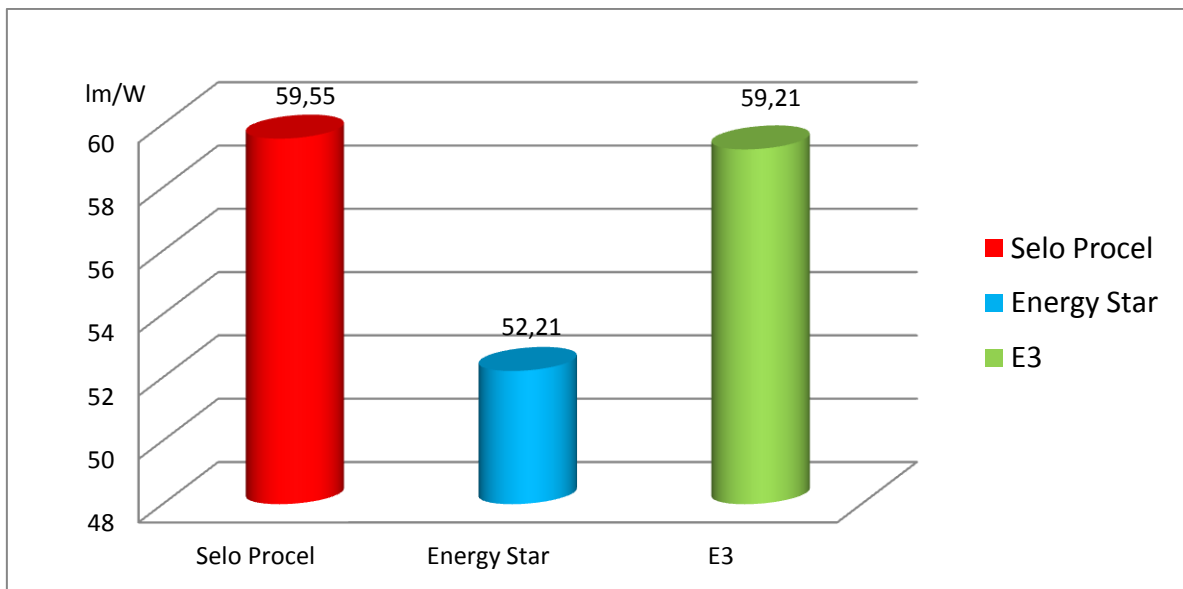


Figura 6-7 – Média das eficiências das LFC de 11W, com o Selo Procel, Energy Star e E3 em 2011

No caso das LFC de 13W, o programa que, em 2011, apresentou a maior média de eficiência energética foi o Energy Star, com 65,22lm/W, seguido pelo programa do Selo Procel com 61,37 lm/W, índice cerca de 6% inferior ao do Energy Star. Na terceira posição, conforme pode ser observado na figura 6.8, com uma média de eficiência de 60,91 lm/W ficaram as LFC contempladas com o E3.

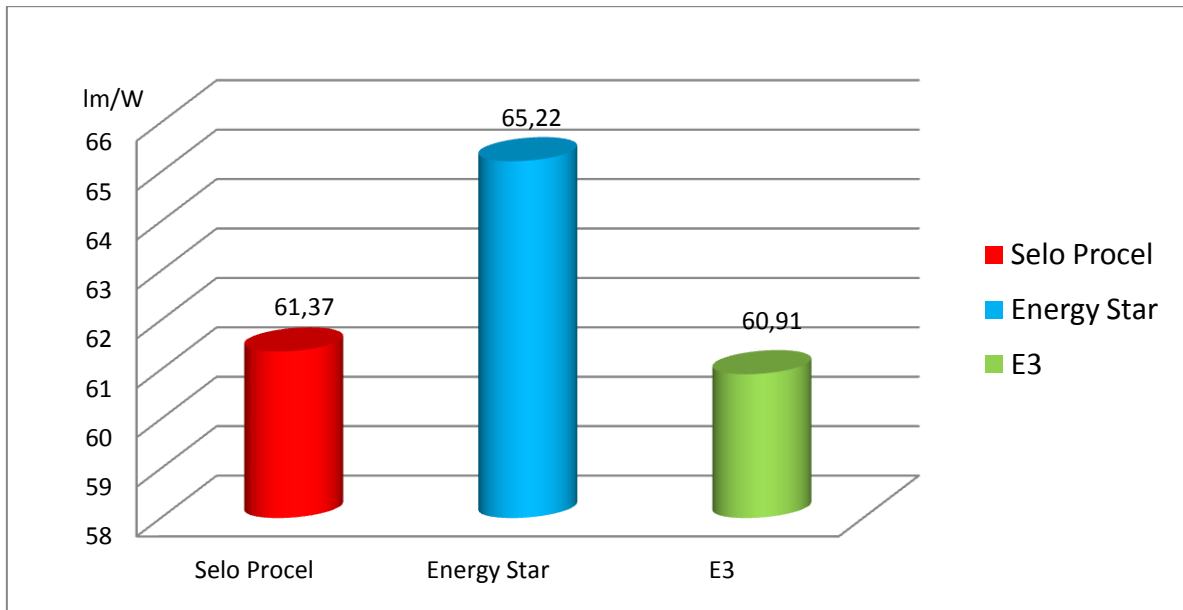


Figura 6-8 – Média das eficiências das LFC de 13W, com o Selo Procel, Energy Star e E3 em 2011

As figuras 6.9, 6.10 e 6.11 a seguir, apresentam, para cada um dos três programas, as distribuições das lâmpadas incandescentes equivalentes as LFC de 13W. Vale lembrar que, para identificar as lâmpadas incandescentes equivalentes foi adotada, para os três programas, a metodologia utilizada pelo PBE e pelo Selo Procel.

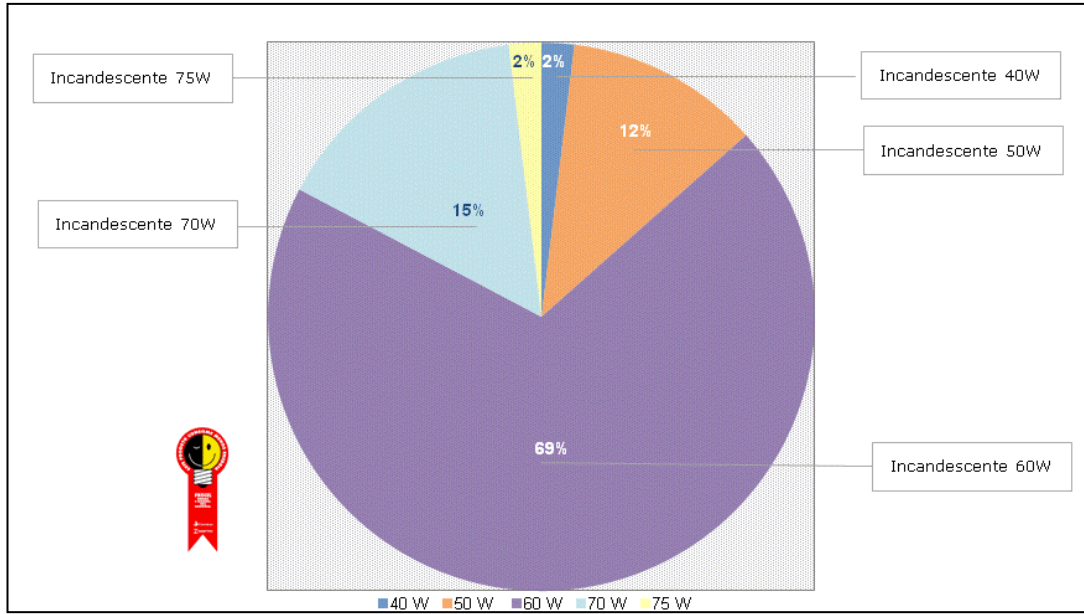


Figura 6-9 – Distribuições das lâmpadas incandescentes equivalentes as LFC de 13W com o Selo Procel Eletrobras em 2011

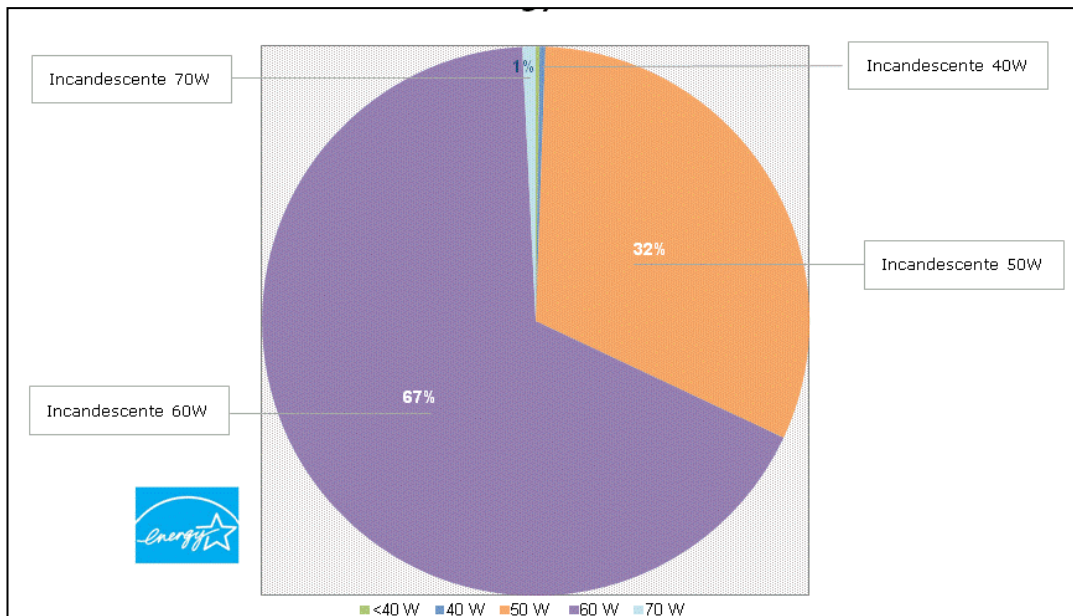


Figura 6-10 – Distribuições das lâmpadas incandescentes equivalentes as LFC de 13W com o Energy Star em 2011

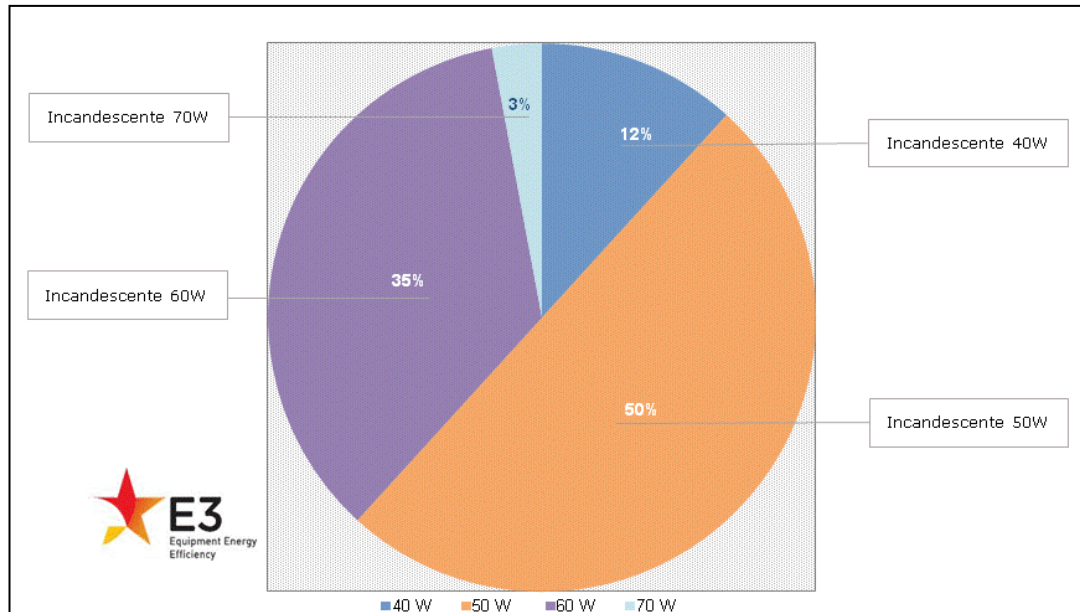


Figura 6-11 – Distribuições das lâmpadas incandescentes equivalentes às LFC de 13W com o E3 em 2011

É possível identificar que, tanto no programa do Selo Procel, quanto do Energy Star, existe uma grande incidência de LFC com o fluxo equivalente as incandescentes de 60W (69% e 67% respectivamente). Já no caso das LFC de 13W participantes do Programa E3, identificou-se a maior quantidade de incandescente equivalente a 50W, com a incidência de 50%, seguidas pelas equivalentes as incandescentes de 60W em 35% dos casos.

No Energy Star, com a representatividade de 32%, as lâmpadas equivalentes as incandescentes de 50W também apresentaram grande incidência.

No Programa do Selo Procel identificou-se também 15% das lâmpadas com fluxo equivalente as incandescentes de 70W e 12% delas equivalentes as incandescentes de 50W. Destaca-se que este foi o programa que apresentou a maior incidência percentual de LFC equivalentes as incandescentes de 60W e 70W e a menor incidência percentual de lâmpadas equivalentes a 50W.

No caso das LFC de 15W, o programa que, em 2011, apresentou a maior média de eficiência energética foi o E3, com 62,39-lm/W, seguido pelo programa do Selo Procel com 59,83 lm/W. Na terceira posição, com índice cerca de 13,8% inferior ao do E3 (54,79 lm/W) ficaram as LFC contempladas com o Energy Star.

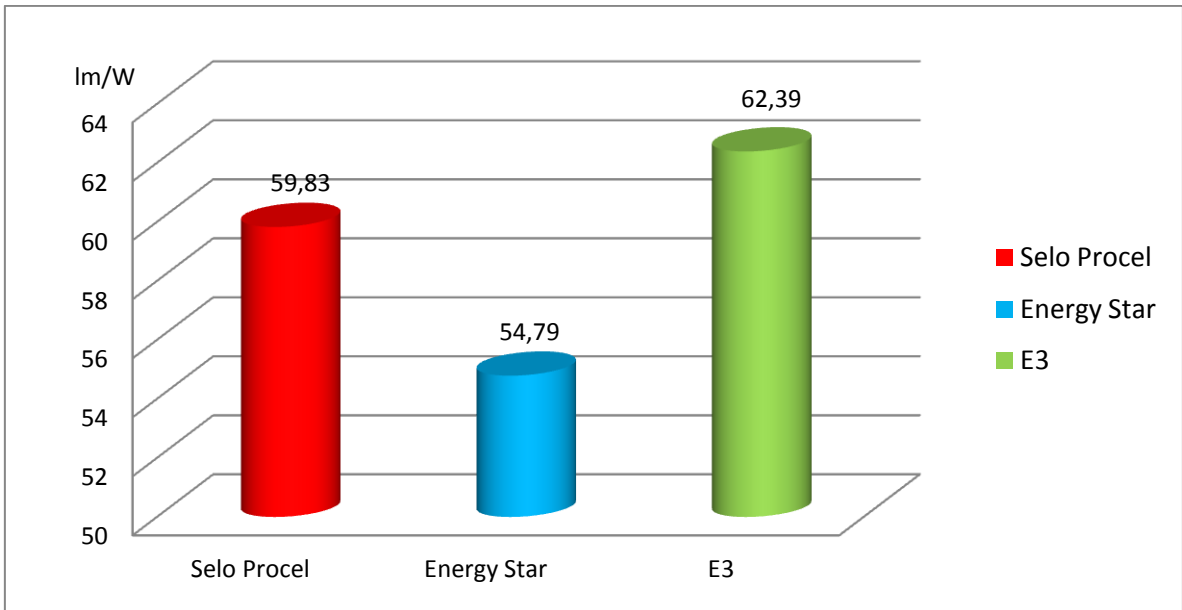


Figura 6-12 – Média das eficiências das LFC de 15W, com o Selo Procel, Energy Star e E3 em 2011

As figuras 6.13, 6.14 e 6.15 a seguir, apresentam, para cada um dos três programas, as distribuições das lâmpadas incandescentes equivalentes as LFC de 15W.

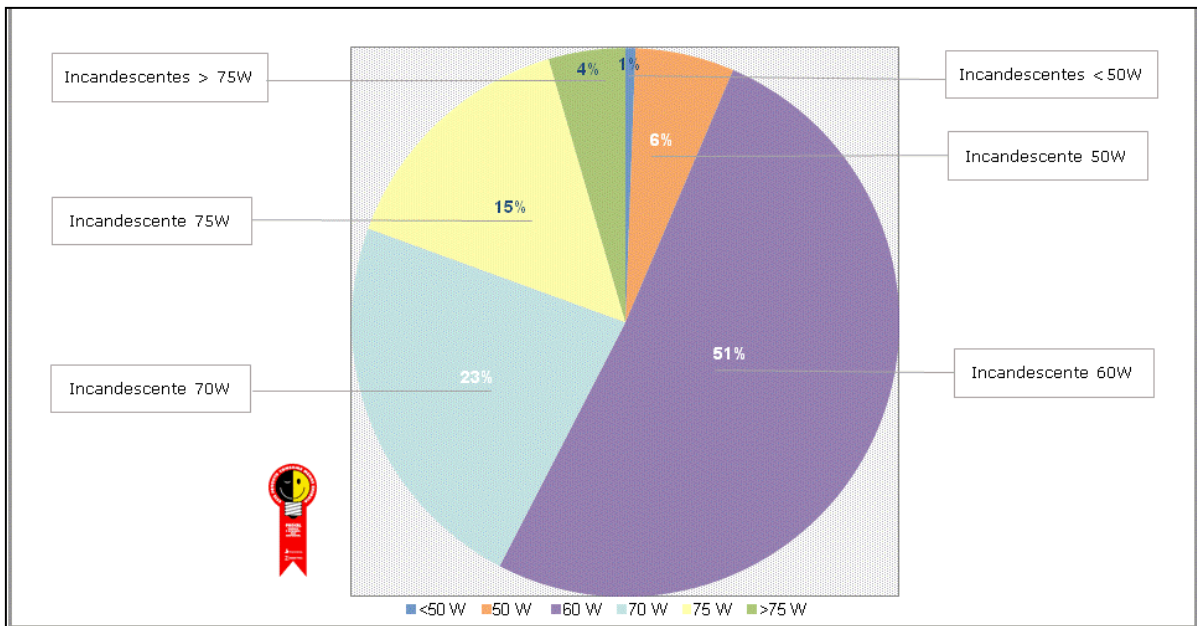


Figura 6-13 – Distribuições das lâmpadas incandescentes equivalentes as LFC de 15W com o Selo Procel Eletrobras em 2011

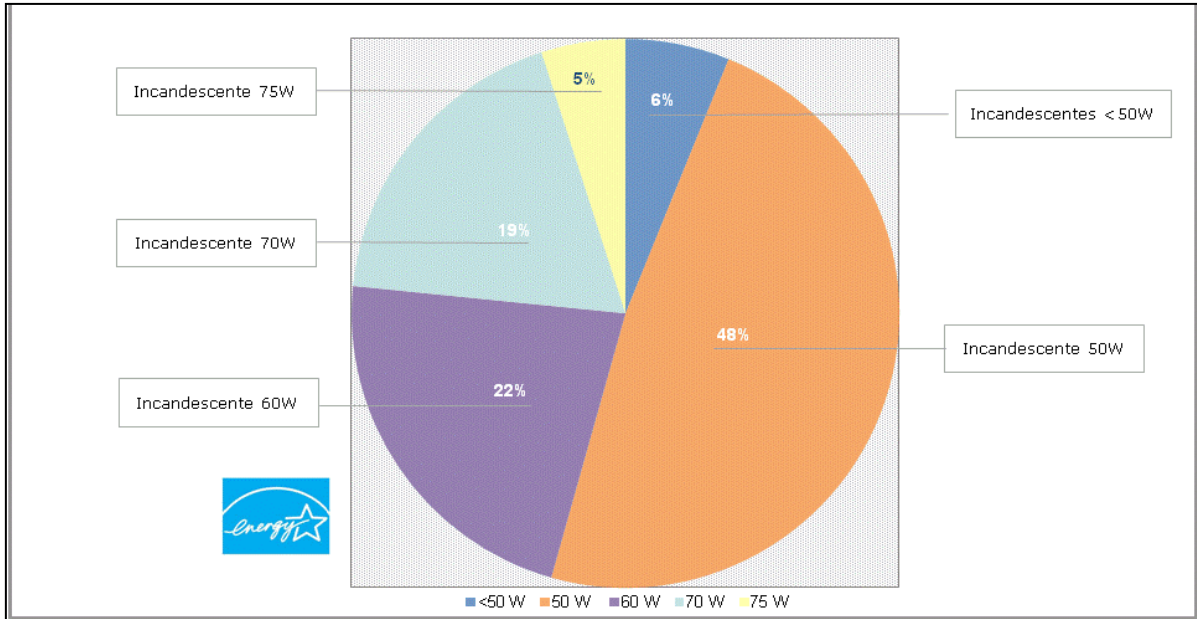


Figura 6-14 – Distribuições das lâmpadas incandescentes equivalentes as LFC de 15W com o Energy Star em 2011

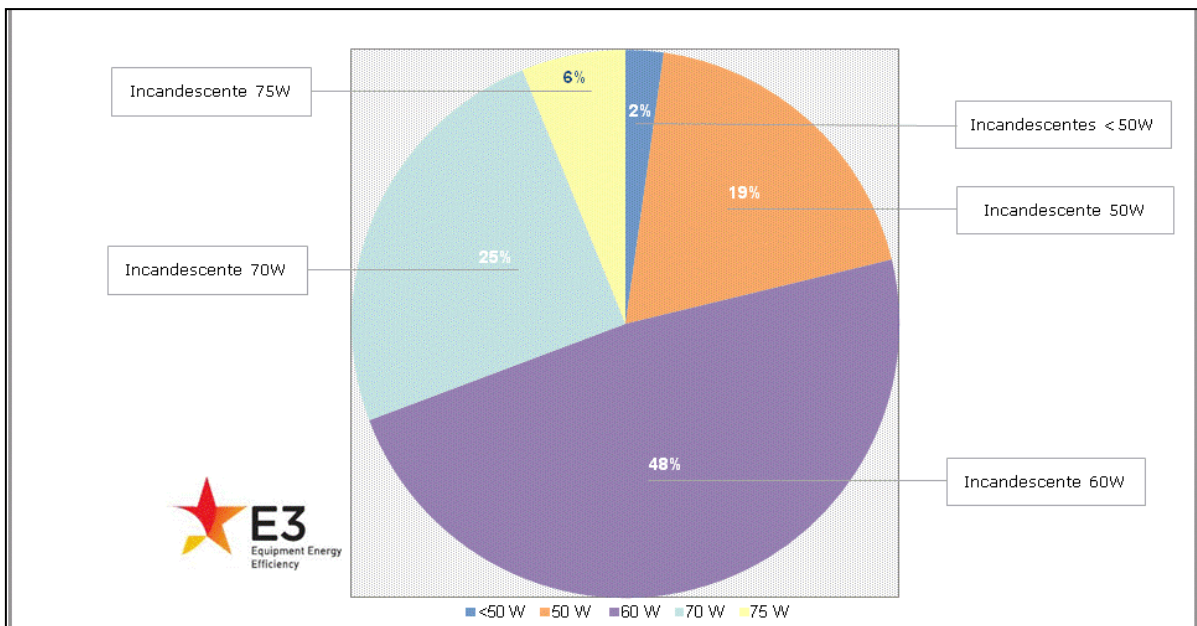


Figura 6-15 – Distribuições das lâmpadas incandescentes equivalentes as LFC de 15W com o E3 em 2011

É possível identificar que, tanto no programa do Selo Procel, quanto do E3, existe uma grande incidência de LFC com o fluxo equivalente as incandescentes de 60W (51% e 48% respectivamente). Já no caso das LFC de 15W participantes do Programa Energy Star, identificou-se a maior quantidade de incandescente equivalente a 50W, com a incidência de 48%, seguidas pelas equivalentes as incandescentes de 60W e 70W com 22% e 19% dos casos respectivamente.

No E3, com a representatividade de 25% e 19% respectivamente, as lâmpadas equivalentes as incandescentes de 70W e 50W também apresentaram grande incidência.

No Programa do Selo Procel identificou-se também 23% das lâmpadas com fluxo equivalente as incandescentes de 70W e 15% delas equivalentes as incandescentes de 75W. Destaca-se que este foi o programa que apresentou a menor incidência percentual de lâmpadas com o fluxo equivalente as incandescentes de 50W, em apenas 6% dos modelos.

Vale lembrar que, de acordo com a Norma NBR 14671, só podem ser comercializadas no Brasil lâmpadas incandescentes de alto fluxo luminoso.

Para as LFC de 20W, a figura 6.16 mostra que o programa que, em 2011, apresentou a maior média de eficiência energética foi novamente o E3, com 64,04lm/W, seguido de perto, pelo programa do Selo Procel com 63,47 lm/W. Na terceira posição, com índice médio de 60,42 lm/W ficaram as LFC contempladas com o Energy Star.

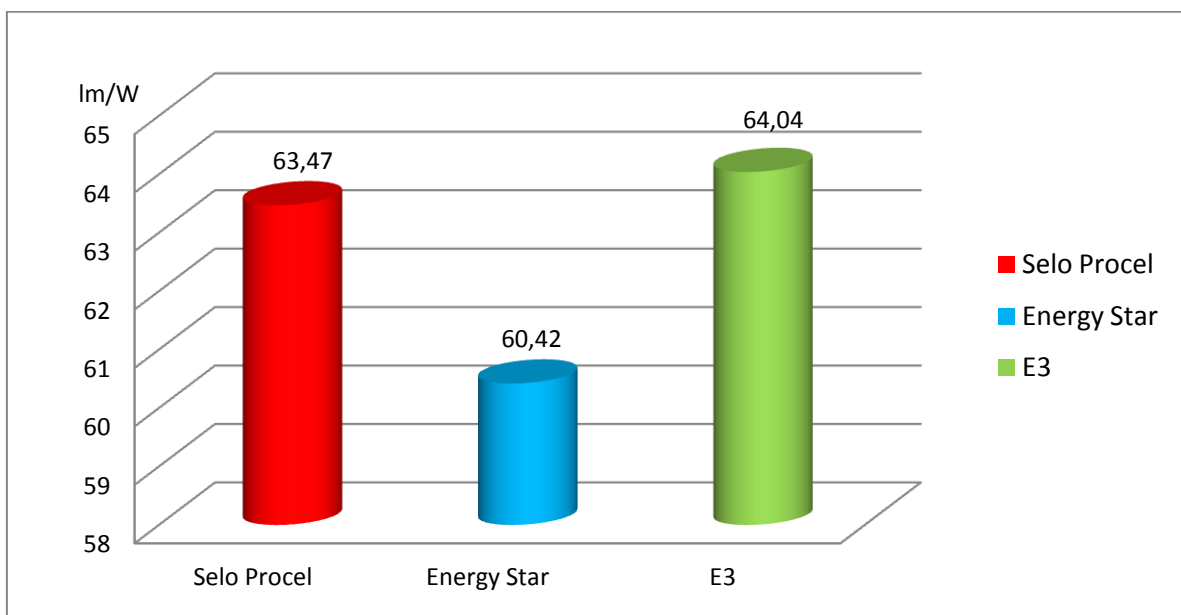


Figura 6-16 – Média das eficiências das LFC de 20W, com o Selo Procel, Energy Star e E3 em 2011

A figura 6.17 a seguir, apresenta um resumo das comparações da média das eficiências energéticas e das quantidades de lâmpadas fluorescentes compactas de potências de 9,11, 13, 15 e 20W participantes, em 2011, dos programas do Selo Procel, Energy Star e E3.

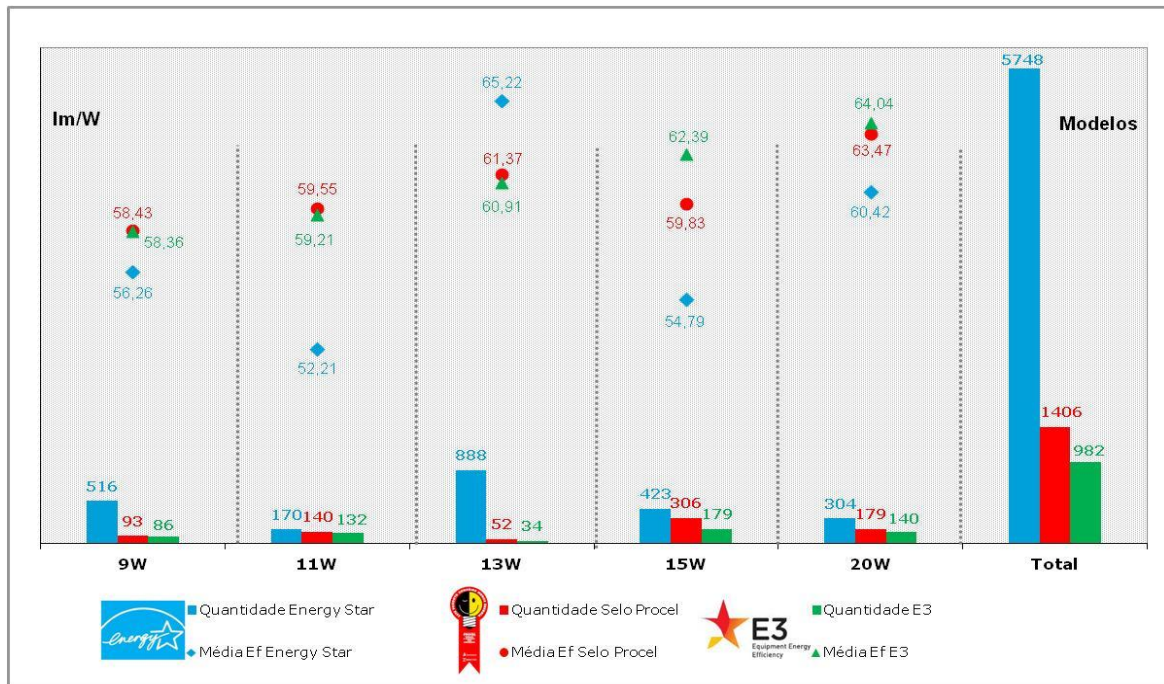


Figura 6-17 – Resumo com as comparações das LFC com o Selo Procel, Energy Star e E3 em 2011

Com relação à quantidade de modelos contemplados no ano de 2011, identifica-se claramente uma grande liderança do programa Energy Star que, sozinho, apresentava mais que o dobro de modelos que os outros dois programas somados. Neste quesito, destacam-se principalmente as LFC de 13W de potência contempladas pelo Energy Star, que, em 2011, somavam um total de 888 modelos, o que representa mais de 15% do total de modelos com o Energy Star.

Tanto no programa do Selo Procel, quanto no programa E3, as LFC de 15W foram as que apresentaram maior incidência, com 306 modelos (22% do total de modelos com o Selo Procel) e 179 modelos (18% do total de modelos com o E3) respectivamente.

Com relação à média de eficiência energética, em duas situações, nas potências de 9 e 11W, o Programa do Selo Procel foi o que apresentou o maior desempenho, nos outros três casos, nas potências de 13 e 15 e 20W, foi sempre a segunda maior média.

O Programa do Energy Star se destacou nas LFC de 13W de potência, onde apresentou uma média de eficiência energética cerca de 6% maior que o segundo lugar (o valor de 65,22 lm/W foi a maior média de eficiência energética de todos os três programas, mesmo considerando todas as potências de lâmpadas). Nas outras quatro potências estudadas, o Energy Star foi sempre o programa com a menor média de eficiência, apesar de este ter sido o programa que apresentou a maior média geral de eficiência, com o índice de 61,64-lm/W

O programa E3, em duas situações, potências de 15 e 20W, apresentou a maior média de eficiência energética.. Vale destacar que, exceto no caso das LFC de 15W, os programas do Selo Procel e E3 apresentaram sempre médias de eficiência muito próximas.

Dessa forma, um programa ideal, seria formado pelas Lâmpadas de 9 e 11W contempladas com o Selo Procel, com as lâmpadas de 13W contempladas como Energy Star e pelas lâmpadas de 15e 20W contempladas com o E3.

Conforme observado anteriormente, no programa do Energy Star as LFC de 13W de potência foram as que apresentaram a maior incidência, com uma representatividade de mais de 15% do total de modelos. No caso do programa do Selo Procel Eletrobras, as LFC que apresentaram maior incidência foram as de 15W, com a representatividade de 22% do total de modelos. Como, em ambos os casos, essas lâmpadas são usualmente utilizadas pelos consumidores na substituição de lâmpadas incandescentes de 60W, existe ai um significativo potencial de economia de energia para o Brasil. Dessa forma, uma possibilidade a ser analisada no sentido de se obter ganhos energéticos expressivos seria iniciar um processo de redução gradual no valor das potências das LFC comercializadas no País.

Para viabilizar essa estratégia, poderiam ser estabelecidas algumas potências padrões para as LFC de acordo com a equivalência para as lâmpadas incandescentes. Assim, as LFC com as demais potências (não padrões) não seriam aprovadas pelos programas e, como consequência, não poderiam ser comercializadas. Após alguns anos a relação das potências padrões de LFC poderia ser revisada, reduzindo os valores das potências, sem alterar a relação de lâmpada incandescente equivalente. Após essa revisão, mais uma vez, as demais potências de LFC (incluindo as antigas potências padrões estabelecidas) seriam eliminadas do mercado. A definição de potências padrões para as LFC, associadas às incandescentes equivalentes, também facilitaria a vida consumidor, uma vez que simplificaria muito as informações e utilizaria como base de comparação uma informação mais habitual para o consumidor comum, que é a lâmpada incandescente equivalente.

7. Conclusões e Recomendações

O uso de etiquetas/selos que apresentam informações ao consumidor sobre o desempenho energético de máquinas e equipamentos é um mecanismo de política pública que vem sendo adotado em diversos países do mundo e tem como objetivo principal conservar energia através do estímulo ao uso/venda de equipamentos mais eficientes. No Brasil o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE e o Selo Procel Eletrobras há alguns anos cumprem esse importante papel com bastante sucesso. A partir de 2001, esses programas foram complementados pela Lei 10.295/ 2011 que foi criada com o objetivo de impedir a comercialização de produtos que não atendam a requisitos mínimos de eficiência energética ou máximo de consumo.

Desde o início do programa do Selo Procel Eletrobras até o ano de 2011, a média da eficiência energética das LFC evoluiu significativamente. No caso dos modelos de LFC de 127V contemplados por esse programa a média de eficiência saiu de 49,2 lm/W em 1999 para 61,0 lm/W em 2011, o que representa uma evolução de cerca de 24%. No caso dos modelos alimentados na tensão de 220V a evolução foi de 23,6%, saindo da média de 49,1 lm/W para a média de 60,7 lm/W.

Na comparação entre as LFC contempladas com o Selo Procel Eletrobras, o Selo Energy Star e o Selo E3 verificou-se que a média geral de eficiência energética das lâmpadas participantes dos três programas em 2011 estavam muito próximas, com uma diferença máxima entre eles inferior a 1,5%. O programa Energy Star apresentou as lâmpadas com a maior média geral de eficiência, com o índice de 61,64lm/W, seguido pelo E3, com 60,97 lm/W e pelo Selo Procel com 60,80lm/W. Estratificando a comparação pelas potências de LFC mais comercializadas no Brasil obteve-se os seguintes resultados:

- Nas potências de 9 e 11W, o Programa do Selo Procel foi o que apresentou o maior desempenho, 58,43 lm/W e 59,55 lm/W, respectivamente, ficando na segunda posição para os outros casos;

- As LFC de 13W de potência com o Energy Star apresentaram a maior média de eficiência energética de todos os três programas com 65,22 lm/W, sendo esse o maior valor médio de eficiência considerando todas as potências de lâmpadas. Nas outras quatro potências estudadas, o Energy Star foi sempre a terceira melhor média de eficiência;

- Para as LFC de potências de 15 e 20W, o programa E3 apresentou a maior média de eficiência energética, com destaque para a média de 62,39lm/W para as lâmpadas de 15W que foi bem superior as demais.

Considerando que as lâmpadas participantes dos três programas possuem o mesmo país de origem e, em alguns casos, são fabricados nas mesmas unidades fabris, fica claro que a decisão quanto a qualidade e eficiência energética do modelo a ser adquirido e comercializado fica a cargo do importador, podendo este optar por modelos de maior ou menor eficiência, de acordo com a sua estratégia comercial. Esse raciocínio, associado às informações sobre as médias das eficiências das LFC de cada um dos programas, indica que ainda existe possibilidade de se incrementar levemente as eficiências das LFC contempladas com o Selo Procel Eletrobras.

Entretanto, antes de se iniciar um novo processo para incremento da eficiência das LFC contempladas com o Selo Procel Eletrobras, é preciso ter em mente que a melhoria da qualidade/eficiência das lâmpadas está diretamente relacionada ao seu preço, ou seja, quanto maior as exigências, maior o preço cobrado pelo fabricante para produzir a LFC de acordo com a especificação e esse incremento de preço posteriormente é repassado para o consumidor final. É preciso considerar também que o consumidor brasileiro ainda está acostumado a escolher as LFC que pretendem adquirir em função de sua potência nominal (conforme habito adotado na compra das lâmpadas incandescentes) e não como deveriam, considerando prioritariamente a eficiência luminosa ou quantidade de luz emitida pela lâmpada. Assim, o aumento do preço das LFC, proporcionado por novos incrementos das exigências para a concessão do Selo Procel, associado ao desconhecimento da população das vantagens do uso de equipamentos mais eficientes com o Selo poderia, ao invés proporcionar o aumento na procura de modelos mais eficientes, estimular a venda de modelos menos eficientes, porém mais baratos.

Dessa forma, antes de se iniciar um novo processo de revisão de índices de eficiência energética exigidos para a concessão do Selo Procel seria interessante realizar um trabalho para instruir os consumidores sobre como devem agir no momento da escolha de suas lâmpadas, deixando clara a importância de não se verificar apenas a potência das LFC, mas também a sua eficiência e a quantidade de luz emitida pela mesma (a exigência de um destaque a essas informações nas embalagens das LFC pode facilitar esse processo). Da mesma forma, conforme observado no Capítulo 6, deve ser analisada a possibilidade de iniciar um processo de redução gradual no valor das potências das LFC comercializadas no País.

Vale destacar que a entrada da tecnologia a LED (diodos emissores de luz) irá alterar completamente, já nos próximos anos, o mercado de iluminação, afetando assim parte ou totalidade do mercado projetado para as LFC. Estima-se que as lâmpadas e luminárias com LEDs já ocupem cerca de 10% do mercado de iluminação no Brasil (informação verbal⁶). Hoje em dia, apesar das lâmpadas LED serem cerca de 4 a 5 vezes mais caras que as LFC (para lâmpadas com fluxos luminosos equivalentes), elas já apresentam eficiência energética equivalente as LFC, vida declarada cerca de três vezes maior (embora ainda não haja ensaios laboratoriais que comprovem essa informação) e são mais sustentáveis, uma vez que são praticamente isentas de substâncias tóxicas. Existe a expectativa de que as lâmpadas LED continuem evoluindo muito no quesito eficiência e, com aumento de escala de produção e venda, tenham seus preços significativamente reduzidos. Somente entre os anos de 2010 e 2011, o preço do kilolumen emitido pelas lâmpadas LED disponibilizadas nos EUA variou de US\$ 138,62 para US\$62,25 (DOE, 2012).

Assim sendo, torna-se mais interessante ao governo brasileiro e seus agentes, nesse momento, focar esforços em desenvolver a nova, promissora e sustentável tecnologia de iluminação a LED (seja através da concessão de incentivos ou desenvolvimento de programas de avaliação da conformidade), ao invés de desenvolver novos trabalhos voltados para tecnologia de lâmpadas fluorescentes compactas, que como vimos anteriormente, já atingiu um excelente nível de maturidade e eficiência.

⁶ Informação fornecida pelo Diretor técnico da Abilux Isac Roizemblatt em apresentação realizada em 13 de novembro de 2012.

8. Referências Bibliográficas

ALICE WEB/MDIC, 2012. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Disponível em: < <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em 12 jul. 2012.

ANEEL. **Manual para elaboração do Programa de Eficiência Energética**, 2008.

ANEEL. **Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE**, 2013.

AMERICAN GENERAL. **Catálogo 2010**. Disponível em: <http://www.americangeneral.com.br/>. Acesso em: 02 de abril de 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IMPORTADORES DE PRODUTOS DE ILUMINAÇÃO – ABILUMI. **Calculadora de Eficiência Energética**. Disponível em: < <http://www.abilumi.org.br>>. Acesso em 15 de janeiro de 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR14539 - **Lâmpada fluorescente com reator integrado à base para iluminação geral - Requisitos de desempenho**. Junho de 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – Norma NBR 14671– **Lâmpadas com filamento de Tungstênio para uso doméstico e iluminação geral similar – Requisitos de Desempenho**. Abril de 2001.

BASTOS, Felipe Carlos. **Análise da Política de Banimento de Lâmpadas Incandescentes do Mercado Brasileiro**. 2011. 117 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

Batista, N.; La Rovere, E.; Aguiar, J.; **Energy efficiency labeling of buildings: Na assessment of the Brazilian case, Energy and buildings**, 2011.

BRASIL. Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. **D.O.U.**, Brasília, DF,

18 de outubro de 2001. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme>>. Acesso em 12 de setembro de 2011.

BRASIL. Lei nº 12.212, de 20 de janeiro de 2010. Dispõe sobre a Tarifa Social de Energia Elétrica; altera as Leis nos 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.925, de 23 de julho de 2004, e 10.438, de 26 de abril de 2002; e dá outras providências. **D.O.U.**, Brasília, DF, 21 de janeiro de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12212.htm>. Acesso em 12 de setembro de 2012.

BRASIL. Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. **D.O.U.**, Brasília, DF, 25 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19991.htm>. Acesso em 12 de setembro de 2012.

BRASIL. Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. **D.O.U.**, Brasília, DF, 20 de dezembro de 2001. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme>>. Acesso em 12 de setembro de 2011.

BRASIL. Portaria Interministerial Nº 132, de 12 de Junho de 2006. Regulamentação específica que define os índices mínimos de eficiência energética de lâmpadas fluorescentes compactas. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme>>. Acesso em 12 de setembro de 2011.

BRASIL. Portaria Interministerial Nº 1008, de 31 de Dezembro de 2010. Programa de metas de lâmpadas fluorescentes compactas. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme>>. Acesso em 15 de setembro de 2011.

CARDOSO, Rafael Balbino; NOGUEIRA, Luiz Augusto. **Análise Conceitual dos Benefícios Energéticos e das Inter-relações entre o Selo PROCEL e a Etiqueta Inmetro**. Junho de 2011.

CARDOSO, R. B.. **Avaliação da Economia de Energia atribuída ao Programa Selo PROCEL em Freezers e Refrigeradores**. 2008. 189f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia) – Unifei – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, 2008.

CARDOSO, R. B.. **Estudo dos impactos energéticos dos Programas Brasileiros de Etiquetagem Energética: Estudo de caso em refrigeradores de uma porta, condicionadores de ar e motores elétricos**. 2012. 145f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia) – Unifei – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, 2012.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso da Cidade de Parintins**. Relatório interno. 2011

COLLABORATIVE LABELING & APPLIANCE STANDARDS PROGRAM - CLASP <<http://www.clasponline.org>>. Acessado em 05 de fevereiro de 2012.

CLASP, *Energy-Efficiency Labels and Standards: A Guidebook for Appliances, Equipment and Lighting*. Lead authors: Wiel, S. and McMahon, J. E., *Collaborative Labeling and Appliance Standards Program, 2 ed. February, 321 p., 2005*.

COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CGIEE. Ministério de Minas e Energia. **Implementação da Lei de Eficiência Energética: Relatório de Atividades – Maio a Dezembro de 2002**. Preparado por ASSUMPÇÃO, M.G. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme>>. Acesso em 20 de outubro de 2009.

COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CGIEE. Ministério de Minas e Energia. **Relatório de Atividades 2002 - 2008**. Brasília, 2009.

COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – CGIEE. Ministério de Minas e Energia. **Relatório de Atividades 2009 - 2010**. Brasília, 2011.

COSTA, G. J. C. C. **Iluminação Eficiente**. 4. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006.

DAVID, Rafael Meirelles. **Implantação de Níveis Mínimos de Eficiência Energética para Lâmpadas Fluorescentes Compactas com Reator Integrado**. 2010. 113 f. Monografia (Curso de Especialização do Uso Racional da Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Rio de Janeiro, 2010.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA < <http://www.energystar.gov/>>. Acessado em 05 de janeiro de 2012.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. **ENERGY STAR Program Requirements and Criteria for CFLs – Version 4.2 (2010)**. Disponível em: <http://www.energystar.gov/index.cfm?c=manuf_res.pt_lighting>. Acessado em 05 de fevereiro de 2012.

EQUIPMENT ENERGY EFFICIENCY COMMITTEE
<<http://www.energyrating.gov.au/programs/e3-program/e3-committees/about/>>. Acessado em 06 de janeiro de 2012.

FUPAI. **Avaliação de Resultados do Programa do Selo PROCEL de Economia de Energia - Iluminação**. 2007.

GELLER, H. **Índices Mínimos de Eficiência Energética, Etiquetas e Procedimento de Ensaio para Refrigeradores, Freezers e Condicionadores de Ar de Janela no Canadá, México, Estados Unidos, China e Outros Países em Desenvolvimento e em Transição**. [s/l], 2006. Disponível em: <http://www.clasponline.org/en/ResourcesTools/Resources/StandardsLabelingResourceLibrary/2006/~/_media/Files/SLDocuments/2006-2011/200607_MEPSLabelTestProcedureForRefrigeratorsAndFreezers_Portuguese.pdf>. Acessado em 14 de abril de 2011.

HADDAD, J. Uso eficiente da energia: dos incentivos regulatórios recentes até a atual Lei da Eficiência Energética. Em: **Congresso Brasileiro de Energia – CBE**, 9, Seminário Latino-Americano de Energia, 4, Rio de Janeiro, 20-22 maio, 2002. v. 3; p. 1499-1504.

HADDAD, J. A lei de eficiência energética e o estabelecimento de índices mínimos de eficiência energética para equipamentos no Brasil. Disponível em: Revista Brasileira de Energia, Vol. 11, Nº 1, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – Inmetro. Informação ao Consumidor. Etiquetas. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/etiquetas.asp>. Acesso em 10 de abril de 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – Inmetro. **Portaria Inmetro 289 de 2006**. 16 de novembro de 2006. Publicada no Diário Oficial da União de 21 de novembro de 2006, seção 01, página 81.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – Inmetro. **Portaria Inmetro 489 de 2010**. 08 de dezembro de 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – Inmetro. **Regulamento de Avaliação da Conformidade para Lâmpadas Fluorescentes Compactas com Reator Integrado à Base**. 16 de novembro de 2006

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – Inmetro. **Requisito de Avaliação da Conformidade para Lâmpadas Fluorescentes Compactas com Reator Integrado à Base**. 08 de dezembro de 2010

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética - CGIEE. [s/d], [s/l]. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/conselhos_comite/CGIEE.html>. Acesso em 21 de março de 2010.

OSRAM. Disponível em: http://www.osram.com.br/osram_br/. Acessado em 22 de maio de 2012.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA -Procel.
Banco de dados de equipamentos etiquetados e com o Selo Procel Eletrobras (Interno). PFD/PFDE. *s/d*.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA -Procel.
Critérios para a Concessão do Selo Procel de Economia de Energia para Lâmpadas Fluorescentes Compactas com Reator Integrado – Revisão I. 04 de outubro de 2006

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA -Procel.
Critérios para a Concessão do Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia para Lâmpadas Fluorescentes Compactas com Reator Integrado – Revisão II. 30 de novembro de 2012

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA -Procel.
Manual de Iluminação Eficiente. Preparado por **RODRIGUES, P.** 1. ed. 2002.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA -Procel.
Relatório da Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso. DPS/DPST. 2007.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA -Procel.
Relatório de Resultados do Programa Procel 2011 – Ano Base 2010. DPS/DPST. 2011

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA -Procel.
Relatório de Resultados do PROCEL 2012 – ano base 2011. DTD. 2012

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA -Procel.
Relatório de Resultados do PROCEL 2013 – ano base 2012. PFD. 2013

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA -Procel.
Regulamento para Concessão do Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia (Revisão –III); 2011. Disponível em:
<<http://www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={95F19022-F8BB-4991-862A-1C116F13AB71}>>. Acesso em 21 de março de 2011.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA -Procel. **Catálogo do Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia 2011**; 2012. Disponível em: <<http://www.eletobras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={2DEB4057-D085-49A8-A66E-5D946249DC56}>>. Acesso em 27 de março de 2012.

PROGRAMA NACIONAL DA RACIONALIZAÇÃO DO USO DOS DERIVADOS DE PETRÓLEO E DO GÁS – Conpet. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br>. Acesso em 10 de junho de 2012.

SYLVANIA LIGHTING – A Notice of Price Increase. Disponível em: http://www.enviromate.com/index.php/sylvania_lighting . Acesso em 10 de janeiro de 2012.

US DEPARTMENT OF ENERGY - DOE. **SSL Research and development: Multi-Year Program Plan**. 2011.

US DEPARTMENT OF ENERGY – DOE. **CALiPER Exploratory Study - Retail Replacement Lamps – 2011**. Abril de 2012.

VASCONCELLOS, L.E.M.; LIMBERGER, M.A.C. (Org.). **Iluminação Eficiente: Iniciativas da Eletrobras Procel e Parceiros**. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2013.

WEG. **Manual para correção do valor de potência**. 2009. Disponível em: www.weg.net. Acesso em 02 abril de 2012.