

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

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

**VIABILIDADE DE UM PROGRAMA DE ETIQUETAGEM PARA
FERROS ELÉTRICOS DE USO RESIDENCIAL NO BRASIL**

WILLIAM MENDES DE FARIAS

Itajubá, Outubro de 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DA ENERGIA

WILLIAM MENDES DE FARIAS

VIABILIDADE DE UM PROGRAMA DE ETIQUETAGEM PARA
FERROS ELÉTRICOS DE USO RESIDENCIAL NO BRASIL

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 de Energia.

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

Orientador: Prof. Dr. Jamil Haddad

Outubro de 2014

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

F224v

Farias, William Mendes de

Viabilidade de um programa de etiquetagem para ferros elétricos de uso residencial no Brasil / William Mendes de Farias. -- Itajubá, (MG) : [s.n.], 2014.

126 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Jamil Haddad.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Ferro elétrico. 2. Programas de etiquetagem. 3. Pesquisa de posse e hábitos de uso. 4. Capacitação laboratorial. I. Haddad, Jamil, orient. II. Universidade Federal de Itajubá. III. Título.

ITAJUBÁ-MG

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DA ENERGIA**

WILLIAM MENDES DE FARIAS

**VIABILIDADE DE UM PROGRAMA DE ETIQUETAGEM PARA
FERROS ELÉTRICOS DE USO RESIDENCIAL NO BRASIL**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 27 de outubro de 2014, conferindo ao autor o título de **Mestre em Ciências em Engenharia de Energia**.

Banca Examinadora:

Prof. Jamil Haddad, D.Sc. (Orientador)

Prof. Roberto de Matos, D.Sc.

Prof. Roberto Akira Yamachita, D.Sc.

Itajubá 2014



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

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA

RESULTADO DO EXAME DE QUALIFICAÇÃO

NOME ALUNO(A): William Mendes de Farias

ORIENTADOR: Jamil Haddad

Título: "Viabilidade de um Programa de Etiquetagem para Ferros Elétricos de Uso Residencial no Brasil"

DATA DO EXAME: 02/09/14

JULGAMENTO

Examinadores	Conceito A = Aprovado - R = Reprovado	Rubrica
1º	A	
2º	A	
3º	A	
4º	A	

DECISÃO FINAL: APROVADO(A) (X) REPROVADO(A) ()

BANCA EXAMINADORA: PROFS. DRS

	NOME	ASSINATURA
1º	Luiz Augusto Horta Nogueira	
2º	Roberto de Mattos	
3º	Roberto Akira Yamachita	
4º	JAMIL HADDAD	

Comentários da Qualificação (opcional)

Foram apresentadas sugestões que o aluno se comprometeu a analisar.



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

A N E X O I

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

Título da Dissertação: **“Viabilidade de um Programa de Etiquetagem para Ferros Elétricos de uso Residencial no Brasil”**

Autor: **William Mendes de Farias**

JULGAMENTO

Examinadores	Conceito A = Aprovado - R = Reprovado - I = Insuficiente	Rubrica
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 pelos menos 2 conceitos R.
 - (3) O Trabalho será considerado Insuficiente (I) se for atribuído pelo menos um conceito R. Neste 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: -

27 de outubro de 2014.

Prof. Dr. Roberto de Mattos
1º Examinador – Fund.ROGE

Prof. Dr. Roberto Akira Yamachita
2º Examinador – UNIFEI

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



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
Criada pela Lei 10436, de 24 de Abril de 2002

**TERMO DE ACEITE
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO/TESE
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTU SENSU**

Eu, Prof. Dr. _____, declaro
que aceito a versão final da Dissertação/Tese de meu orientado(a)
_____, matrícula: _____
do Programa de Pós-Graduação em _____
e que o mesmo contém as indicações e correções sugeridas pela Banca
Examinadora e que poderá ser realizada sua Homologação.

Em _____ de _____ de 20_____.

Assinatura Orientador

RESUMO

O ferro elétrico de passar roupas, eletrodoméstico presente em quase todos os lares brasileiros, faz parte da rotina diária das famílias brasileiras no alisamento de tecidos há mais de um século. Este trabalho tem como objetivo verificar a viabilidade de implementação de um programa de etiquetagem para ferros elétricos de passar roupas no país. Para isso, o estudo contou com a realização de ensaios em laboratório para verificação da eficiência energética de diversos modelos de ferros elétricos a seco e a vapor, novos e usados, adquiridos no mercado brasileiro, além de uma análise financeira do consumo mensal de energia de cada modelo de ferro elétrico e também de diversas pesquisas de posse e hábitos de uso desse eletrodoméstico. Apenas alguns poucos países possuem programas de etiquetagem de eficiência energética em ferros de passar roupas. Nestes casos, os países mais desenvolvidos e populosos optaram pela etiqueta de endosso, que é semelhante ao Selo Procel Eletrobras no Brasil.

Os resultados mostram que a implementação do Programa do Selo Procel Eletrobras para ferros elétricos de passar roupas corresponderia a uma economia anual de energia elétrica bastante significativa para o país. Esse fato, em conjunto com a perspectiva de um aperfeiçoamento tecnológico, principalmente nos modelos de ferros a vapor, indica que existe viabilidade técnica e econômica para a implementação de um programa de etiquetagem em ferros elétricos de passar roupas de uso residencial pelo governo brasileiro.

Palavras-chave: (1) Ferro Elétrico de Passar Roupas. (2) Programa de Etiquetagem. (3) Eficiência Energética.

ABSTRACT

The electric iron for households, appliance used in almost all Brazilians homes, has been part of the daily routine of Brazilian families in smoothing fabric for over a century. This study aims at determining the feasibility of implementing a labeling program for electric irons for households in Brazil. To do so, the study included laboratory tests in order to verify the energy efficiency of different models of electric irons, dry or steam, new and used, all purchased in the Brazilian market. A financial analysis of the monthly energy consumption of each model of iron is also included, as well as several possession and usage habit researches of such appliance.

Only few countries have energy efficiency labeling programs for electric irons for households, cases in which the most developed and populous countries opted for an endorsement label, which is similar to Procel Eletrobras' Seal used in Brazil.

The results show that the implementation of Program Procel Eletrobras' Seal for electric irons for households would correspond to a quite significant annual electric energy saving for the country. This fact, together with the prospect of technological improvement, especially in models of steam irons, indicates that there is technical and economic feasibility for the Brazilian government of implementing a labeling program for electrical irons for residential use.

Key Words: (1) Electrical Iron Sheets. (2) Labeling Program. (3) Energy Efficiency.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus que sempre está comigo em todos os momentos da minha vida.

Ao meu orientador, Professor D.Sc. Jamil Haddad , pela valiosa orientação, incentivo e apoio na confecção deste trabalho acadêmico.

Ao meu colega, D.Sc. Marcelo José dos Santos, pela valiosa contribuição, incentivo e apoio na confecção deste trabalho acadêmico.

Ao professor da Unifei, D.Sc. Luiz Augusto Horta Nogueira pelo incentivo e apoio dado na elaboração deste trabalho.

Aos gerentes da Eletrobras Luiz Eduardo Menandro e Rafael Meirelles David pela oportunidade e incentivo e contribuições para o desenvolvimento deste estudo acadêmico.

Aos demais colegas da Eletrobras, em especial, Luciano de Barros Giovaneli, Moisés Antônio dos Santos e George Camargo dos Santos, pelo apoio e contribuições.

Aos Colegas do Cepel, em especial, João Carlos Aguiar, Aroldo Borba e Israel Brasil, pela colaboração nos ensaios laboratoriais.

Por fim aos familiares, em especial a minha esposa Patrícia, minhas filhas Juliana e Gabriela e aos meus pais.

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

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Ferro a brasa.....	7
Figura 2.2– Ferro elétrico a seco	8
Figura 2.3– Programas de etiquetagem pelo mundo	10
Figura 2.4- Impactos dos programas de etiquetagem nas vendas de equipamentos.....	11
Figura 2.5– Passos de um programa de etiquetagem.....	12
Figura 2.6– Etiqueta de Conservação de Energia - ENCE.....	15
Figura 2.7– Selo Procel Eletrobras	16
Figura 2.8– Etiqueta concedida ao ferro elétrico na Indonésia	18
Figura 2.9– Etiqueta concedida ao ferro elétrico no Irã	18
Figura 2.10– Etiqueta concedida ao ferro elétrico na China	19
Figura 2.11– Etiqueta concedida ao ferro elétrico no Reino Unido	19
Figura 2.12 – Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial brasileiro	25
Figura 2.13 – Curva de carga do ferro elétrico.....	25
Figura 2.14– Posse média por eletrodoméstico	26
Figura 3.1– Circuito elétrico do ferro de passar a seco	31
Figura 3.2–Circuito elétrico do ferro de passar a vapor	33
Figura 3.3–Lâmina bimetalica do termostato quando submetida ao calor	34
Figura 3.4–Variação da temperatura do ferro de passar no tempo, devido à atuação do termostato	36
Figura 3.5 –Variação do consumo e potência do ferro de passar	36
Figura 3.6– Balanço de calor no ferro de passar roupas.....	38
Figura 3.7– Circuito elétrico do vaporizador portátil.....	42
Figura 4.1 - Modelos de ferros de passar usados.....	44
Figura 4.2 - Modelos de ferros de passar novos	45
Figura 4.3 - Disposição dos equipamentos utilizados nos ensaios	46

Figura 4.4 – Foto de ensaio no Cepel.....	46
Figura 4.5 - Fluxograma para determinação dos parâmetros de aquecimento do ferro	47
Figura 4.6 - Fluxograma para verificação do consumo do ferro durante a sua utilização.....	48
Figura 4.7 - Fluxograma para verificação do consumo energético do ferro em repouso	49
Figura 4.8 - Fluxograma para verificação do consumo do ferro por quantidade de vapor produzido	51
Figura 5.1– Temperaturas de funcionamento em ferros usados.....	53
Figura 5.2 – Temperaturas de funcionamento em ferros novos	54
Figura 5.3 – Potência elétrica de ferros usados	56
Figura 5.4 – Consumo de energia de ferros usados.....	57
Figura 5.5 – Linhas de tendência de Consumo X Potência de ferros usados.....	58
Figura 5.6– Potência elétrica de ferros novos.....	59
Figura 5.7 – Consumo de energia de ferros novos	60
Figura 5.8 – Linhas de tendência de Consumo X Potência de ferros novos	61
Figura 5.9 – Curva do comportamento do ferro a seco (Consumo X Potência X Tempo)	63
Figura 5.10 – Curva do comportamento do ferro a vapor (Consumo X Potência X Tempo) ..	64
Figura 5.11 – Simulações do custo de energia em ferros usados a seco	67
Figura 5.12 – Simulações do custo de energia em ferros novos a seco.....	68
Figura 5.13 – Simulações do custo de energia em ferros usados a vapor	70
Figura 5.14– Simulações do custo de energia em ferros novos a vapor.....	71
Figura 6.1 – Consumo de Energia X Potência Elétrica dos ferros por Amostras.....	80
Figura B.1 - Questionário sobre hábitos de uso do ferro elétrico.....	103
Figura B.2 – Resultados de pesquisa no portal do Procel	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1– Programas de etiquetagem em ferros no mundo	20
Tabela 2.2– Investimento na capacitação laboratorial.....	29
Tabela 3.1 – Faixas de ajuste do termostato.....	35
Tabela 3.2 – Marcas de ferro encontradas no mercado brasileiro	40
Tabela 5.1 – Temperaturas de funcionamento em ferros usados	53
Tabela 5.2 – Temperaturas de funcionamento em ferros novos.....	54
Tabela 5.3 – Potência e consumo de energia de ferros de passar usados	56
Tabela 5.4– Potência e consumo de energia de ferros de passar novos	59
Tabela 5.5 – Relação entre o consumo em repouso e em uso de ferros novos a seco.....	61
Tabela 5.6– Relação entre a produção de vapor e o consumo de energia	62
Tabela 5.7– Custo mensal de energia em ferros usados a seco para diferentes maneiras de utilização.....	66
Tabela 5.8– Custo mensal de energia em ferros novos a seco para diferentes maneiras de utilização.....	66
Tabela 5.9– Custo mensal de energia em ferros usados a vapor para diferentes maneiras de utilização.....	69
Tabela 5.10– Custo mensal de energia em ferros novos a vapor para diferentes maneiras de utilização.....	70
Tabela 6.1– Consumo de energia do ferro a seco.....	74
Tabela 6.2 – Consumo de energia do ferro a vapor.....	75
Tabela A 1 – Características técnicas dos ferros de passar da marca ARNO	92
Tabela A 2 – Características técnicas dos ferros de passar da marca BLACK & DECKER ...	93
Tabela A 3 – Características técnicas dos ferros de passar da marca BRITÂNIA.....	94
Tabela A 4 – Características técnicas dos ferros de passar da marca CADENCE.....	94
Tabela A 5 – Características técnicas dos ferros de passar da marca DELONGUI	95
Tabela A 6 – Características técnicas dos ferros de passar da marca ELETROLUX	95

Tabela A 7 – Características técnicas dos ferros de passar da marca FAET.....	95
Tabela A 8 – Características técnicas dos ferros de passar da marca MALLORY.....	96
Tabela A 9 – Características técnicas dos ferros de passar da marca NKS.....	96
Tabela A 10 – Características técnicas dos ferros de passar da marca WALITA.....	97
Tabela A 11 – Características técnicas dos ferros de passar da marca MONDIAL.....	97
Tabela B 1 – Opções de frequência de utilização do ferro elétrico.....	99
Tabela B 2– Opções de tempo de uso por vez de utilização do ferro elétrico.....	99
Tabela B 3– Quantidade de usuários por tempo e frequência de utilização do ferro elétrico..	99
Tabela B 4– Produto da quantidade de ferros pelo tempo e modo de utilização (horas)	100
Tabela B 5 – Opções de frequência de utilização do ferro elétrico.....	101
Tabela B 6 – Opções de tempo de uso por vez de utilização do ferro elétrico.....	101
Tabela B 7 – Quantidade de usuários por tempo e frequência de utilização do ferro elétrico	101
Tabela B 8 – Produto da quantidade de ferros pelo tempo e modo de utilização (horas)	102
Tabela B 9 – Opções de modo de utilização do ferro elétrico.....	104
Tabela B 10 – Opções de tempo de utilização do ferro elétrico.....	105
Tabela B 11 – Quantidade de usuários por tempo e frequência de utilização do ferro elétrico	105
Tabela B 12 – Produto da quantidade de ferros pelo tempo e modo de utilização (horas)	105
Tabela B 13 – Resumo de resultados das pesquisas do ferro elétrico	108
Tabela B 14 – Forma de utilização do ferro elétrico	109

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação de Brasileiras de Normas Técnicas
a.C.	antes de Cristo
Ampla	Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro
APEC	<i>Asia-Pacific Economic Cooperation</i>
Abinee	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
CAT	Centro de Aplicação de Tecnologias Eficientes
CEB	Companhia Energética de Brasília
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
Celesc	Centrais Elétricas de Santa Catarina
CELG	Companhia Energética de Goiás
Celpa	Centrais Elétricas do Pará
Celpe	Companhia Energética de Pernambuco
Cemar	Companhia Energética do Maranhão
Cemat	Centrais Elétricas Matogrossenses
Cemig	Companhia Energética de Minas Gerais
Cepel	Centro de Pesquisa de Energia Elétrica
Ceron	Centrais Elétricas de Rondônia
cf.	conforme
Coelba	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
Coelce	Companhia Energética do Ceará
CLASP	Collaborative Labeling and Appliance Standards Program
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores e de Níveis de Eficiência Energética
Copel	Companhia Paranaense de Energia
Cosern	Companhia Energética do Rio Grande do Norte
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
d.C.	depois de cristo
Eletrobras	Centrais Elétricas Brasileiras
Eletropaulo	Companhia de Eletricidade do Estado de São Paulo
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
FUCAPI	Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica

IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia
ISIRI	Instituto de Normas e Pesquisas do Irã
Light	Light Serviços de Eletricidade S.A.
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDIC	Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior
MME	Ministério de Minas e Energia
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PPH	Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso
PET	Planilha de Especificação Técnica
PNE	Plano Nacional de Energia
PNEF	Plano Nacional de Eficiência Energética
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PUC	Pontifícia Universidade Católica
RBMLQ	Rede Brasileira de Metrologia e Qualidade
RAC	Requisitos Técnicos de Avaliação da Conformidade
RGE	Rio Grande Energia
SINPHA	Sistema de Informação de Posses e Hábitos de Uso de Aparelhos Elétricos
SBAC	Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade
s/d	sem data
s/L	sem local
T&D	Transmissão e Distribuição
UCIEE	União Certificadora de Equipamentos Elétricos
Unifei	Universidade Federal de Itajubá

Sumário

1.	Introdução.....	1
1.1	Considerações iniciais	2
1.2	Objetivos geral e específicos	3
1.3	Justificativas e motivações	3
1.4	Estrutura da dissertação	4
2.	Revisão bibliográfica.....	6
2.1	História do ferro de passar roupas	6
2.2	Programas de etiquetagem.....	8
2.3	Programas de Etiquetagem de ferros elétricos pelo mundo	17
2.4	Lei de Eficiência Energética.....	20
2.5	Norma IEC 60311 - Métodos de ensaios em ferros elétricos de passar roupas para uso doméstico ou uso semelhante.....	22
2.6	Pesquisas de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – PPH	23
2.7	Capacitação laboratorial	27
2.8	Capacitação de laboratórios para análise da conformidade.....	28
3.	Aspectos técnicos e comerciais do ferro de passar roupas	30
3.1	Parâmetros elétricos do ferro de passar roupas	30
3.2	Funcionamento do termostato	34
3.3	Energia transferida pelo calor.....	37
3.4	Eficiência energética do ferro elétrico de passar roupas	39
3.5	Marcas e modelos comercializados no Brasil.....	39
3.6	Dispositivo de desligamento automático.....	41
3.7	Vaporizador portátil.....	41
4.	Metodologias a serem aplicadas no funcionamento do ferro de passar roupas.....	44

4.1	Método para determinação dos parâmetros de aquecimento.....	47
4.2	Método para determinação dos parâmetros de utilização.....	48
4.3	Método para determinação dos parâmetros em repouso	49
4.4	Método para determinação da relação “consumo X produção de vapor”	50
5.	Resultados Obtidos	52
5.1	Comparativo de temperaturas (calor)	52
5.2	Determinação da potência e do consumo de energia.....	55
5.3	Comportamento do ferro a seco em funcionamento.....	62
5.4	Comportamento do ferro a vapor em funcionamento.....	63
5.5	Custo do consumo de energia do ferro de passar a seco	64
5.6	Custo do consumo de energia do ferro de passar a vapor	69
6.	Estudo da viabilidade de um Programa de Etiquetagem para ferros elétricos no Brasil..	73
6.1	Estimativa do consumo energético do ferro com Selo Procel Eletrobras.....	73
6.2	Análise da viabilidade de implementação de um Programa de Etiquetagem.....	78
7.	Conclusões.....	83
7.1	Recomendações e Trabalhos Futuros	85
	Referências	87
	Apêndice A.....	92
	Apêndice B	98

“UM SONHO SONHADO SOZINHO É
APENAS UM SONHO
UM SONHO SONHADO JUNTO É O
COMEÇO DA REALIDADE.”
(MIGUEL DE CERVANTES)

1. Introdução

O Programa Nacional de Conservação de Energia - Eletrobras Procel e o Instituto Nacional de Metrologia - Inmetro têm um longo histórico de parceria na condução de programas que visam à eficiência energética do País, destacando-se o Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE e Programa do Selo Procel Eletrobras, que juntos proporcionam ganhos energéticos expressivos a cada ano. Os programas de etiquetagem são importantes instrumentos de incentivo ao desenvolvimento tecnológico de equipamentos eletroeletrônicos, uma vez que orientam os consumidores a adquirirem produtos energeticamente mais eficientes, disponíveis no mercado brasileiro e estimulam a indústria a investir na melhoria de seus produtos.

Dentro desse contexto, a Eletrobras Procel em parceria com o Inmetro, busca conhecer o desempenho energético de equipamentos elétricos, principalmente daqueles mais comercializados e utilizados no país como é o caso do ferro elétrico de passar roupas.

Diante disto, e pelo fato de ainda não existir programas de etiquetas de desempenho energético para ferros elétricos de passar roupas no Brasil, a Eletrobras Procel encomendou junto ao Centro de Pesquisa de Energia Elétrica - Cepel um estudo sobre o desempenho energético de modelos novos e usados a seco e a vapor.

A equipe do Cepel utilizou os laboratórios do Centro de Aplicação de Tecnologias Eficientes – Cate para realização de ensaios para levantar o consumo de energia elétrica em ferros elétricos de passar roupas. Para realização desses ensaios foram utilizados alguns procedimentos da norma IEC 60311, que define métodos de ensaios de desempenho em ferros elétricos de passar roupas para uso doméstico ou uso semelhante, permitindo verificar e comparar os consumos de energia elétrica de diferentes tipos de equipamentos (seco e a vapor) de diversos modelos (populares e de luxo, com variadas potências nominais) em diferentes situações de utilização, ou seja, por períodos curtos de tempo (dez minutos) e períodos mais longos (uma e duas horas).

Os resultados desse estudo em conjunto com as pesquisas de posse de equipamento e hábitos de uso, realizadas nos últimos anos, serão utilizados para orientar na decisão a respeito da viabilidade de implementação de um programa de etiquetagem para ferros elétricos de passar roupas no Brasil.

1.1 Considerações iniciais

Em pesquisa às principais fontes existentes no país e no exterior, observa-se que há certa carência de informações quanto ao desempenho energético do ferro elétrico de passar roupas. As informações encontradas quase sempre são relacionadas ao aspecto comercial desse eletrodoméstico¹.

Na Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso - PPH, realizada pela Eletrobras, por meio do Procel, para classe residencial em 2005, o ferro elétrico de passar roupas foi identificado como um equipamento utilizado com alta posse média (0,93 por domicílio brasileiro) e em uma ou mais vezes na semana por cerca de 60% dos entrevistados.

Esse equipamento funciona com o aquecimento de uma superfície extremamente lisa, por uma resistência elétrica de potência relativamente elevada, o que gerou a expectativa de um gasto energético considerável para o usuário.

Apesar da existência de certificação obrigatória do Inmetro para ferros elétricos, quanto a sua segurança elétrica desde 1º de julho de 2011 regulamentado pela Portaria 371 do Inmetro, a eficiência energética desse equipamento ainda não é avaliada por nenhum programa de etiquetagem no Brasil.

O comportamento dos outros países em relação à etiquetagem do ferro elétrico de passar roupas residenciais pode sinalizar a existência de viabilidade de implantação de um programa de etiquetagem para esses eletrodomésticos. Dessa forma, nesse trabalho foi feita uma pesquisa da etiquetagem deste eletrodoméstico em outros países, assim como, as normas e metodologias de ensaios que são utilizadas e se nesse momento a etiquetagem se apresenta na modalidade voluntária ou compulsória.

A norma IEC 60311, já citada nesse capítulo, se refere a métodos de ensaios em ferros elétricos de passar roupas para uso doméstico e tem o objetivo de estabelecer e definir as características principais de desempenho de ferros elétricos de passar roupas para uso doméstico ou uso semelhante. Para isso, estabelece diversos métodos de ensaios a fim de simular todas as situações de utilização deste eletrodoméstico.

¹Segundo o dicionário Aurélio, Eletrodoméstico, diz-se de aparelho elétrico de uso caseiro, tal como aspirador de pó, televisão, ferro elétrico, etc.

1.2 Objetivos geral e específicos

O objetivo geral desse trabalho é reunir vários argumentos para sinalizar a existência ou não de viabilidade para implementação de um programa de etiquetagem para ferros elétricos de passar roupas no Brasil. Esses argumentos foram embasados nas pesquisas de hábitos de uso do ferro de passar pelas famílias brasileiras, nos ensaios realizados em diversos modelos a seco e a vapor e na análise financeira dos custos e benefícios associados à utilização de modelos mais eficientes.

Para dar suporte a esse estudo, foram definidos os objetivos específicos a seguir:

- apresentar uma revisão bibliográfica sobre os principais conceitos explorados no trabalho para determinação dos parâmetros atuais que direcionarão os estudos;
- apresentar as características técnicas e comerciais do ferro elétrico de passar roupas para orientação na decisão de etiquetagem desse equipamento;
- definir os parâmetros de funcionamento do ferro elétrico, utilizando as diversas metodologias de ensaio definidas na IEC 60311;
- apresentar os diversos resultados obtidos nos testes em modelos de ferros a seco e a vapor;
- estimar o consumo energético do ferro elétrico de passar roupas uso residencial e analisar a viabilidade de implementação de um programa de etiquetagem para esse eletrodoméstico.

Paralelamente a esse último objetivo, com testes em modelos novos e usados pretende-se verificar as diferenças na temperatura e no consumo de energia com o tempo de uso e avaliar também hábitos de uso do ferro de passar, como por exemplo, acumular certa quantidade de roupa para passar ou passar quantidades menores?

1.3 Justificativas e motivações

Sendo o ferro elétrico de passar roupas um eletrodoméstico que utiliza uma resistência elétrica de potência relativamente elevada para produzir calor de aquecimento a uma chapa base e a uma caldeira para produção de vapor, seria presumível, para um equipamento com essas características e ainda presente em quase 100% dos lares brasileiros, que houvesse diversos estudos, tanto nacionais quanto internacionais, a respeito de sua eficiência energética.

Contudo, isso não é uma realidade, pois em consultas sobre o assunto na internet ou em bibliotecas do país, pouca coisa pode ser encontrada.

Essa é a principal motivação para realização desse trabalho, onde será verificada a viabilidade de um programa de etiquetagem para avaliação do consumo de energia do ferro elétrico a seco e a vapor comparando os diversos modelos, bem como serão avaliadas outras características energéticas que possibilitem diferenciar os diversos modelos.

Arquimedes de Siracusa viveu entre os anos 287 e 212 a.C, foi um matemático, físico, engenheiro, inventor e astrônomo. Segue uma das frases a ele atribuída:

“Dê-me uma alavanca e um ponto de apoio e levantarei o mundo”

Talvez Arquimedes tenha escrito essa frase devido a uma de suas mais importantes criações, a alavanca, entretanto, nos tempos modernos essa frase pode significar uma das motivações para realização desse trabalho. Uma vez que, na inexistência de trabalhos a respeito desse assunto, esse estudo poderá servir como alavanca para outros trabalhos de eficiência energética em ferros elétricos de passar roupas a seco e a vapor de uso doméstico.

1.4 Estrutura da dissertação

Para alcançar os objetivos traçados o trabalho foi estruturado da seguinte forma:

Na primeira parte apresenta o capítulo 1 com a introdução da dissertação, na qual há as considerações iniciais, os objetivos geral e específicos, as justificativas e motivações, bem como a estrutura do trabalho.

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

O capítulo 2 apresenta uma revisão na literatura, focada nos seguintes assuntos: história do ferro de passar roupas; programas de etiquetagem existentes no Brasil e no mundo; normas de ensaio e gestão de laboratórios; pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso no Brasil; e capacitação de laboratórios para certificação de equipamentos;

O capítulo 3 descreve os aspectos técnicos e comerciais do ferro de passar para orientação quanto ao funcionamento e aos diversos modelos de ferro a seco e a vapor existentes no mercado nacional;

O capítulo 4 apresenta e detalha as metodologias de ensaio em ferros de passar roupas, para determinação dos parâmetros de análise da viabilidade para inclusão deste eletrodoméstico em um programa de etiquetagem;

O capítulo 5 divulga e analisa os resultados obtidos com os diversos ensaios realizados em laboratório, de modelos usados e novos de ferros elétricos a seco e a vapor;

O capítulo 6 concentra todas as informações obtidas no trabalho para realizar a análise final de viabilidade de implementação de um programa de etiquetagem para ferros de passar roupas de uso residencial no país;

Na última parte do trabalho estão as conclusões, no capítulo 7, onde se observam também as recomendações para trabalhos futuros.

Por fim, foram inseridos dois apêndices. O primeiro, com informações comerciais obtidas em sites da internet sobre as características energéticas dos diversos modelos dos ferros elétricos existentes no mercado brasileiro. O segundo, com dados das pesquisas realizadas sobre os hábitos de uso do ferro elétrico nas residências brasileiras.

2. Revisão bibliográfica

A revisão da literatura para elaboração desse trabalho inicia-se com um breve relato sobre a história do ferro de passar roupas, relevante para o conhecimento da importância do equipamento nos afazeres domésticos. Seguindo o raciocínio em busca de uma análise para a viabilidade de implementação de um programa de etiquetagem para esse eletrodoméstico, são feitas algumas considerações sobre a Lei de Eficiência Energética, os programas de etiquetagem existentes no mundo, o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, bem como os impactos da implantação de programas de etiquetagem.

As metodologias que podem ser utilizadas para ensaios em ferros elétricos de passar encontram-se detalhadas na norma IEC-60311, resumida na sequência dessa revisão bibliográfica. Também foi verificada a relevância do ferro de passar na Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso - PPH, realizada em 2005, e por fim, levando-se em conta a necessidade de laboratórios para ensaios em ferros elétricos foi feita uma análise geral na Norma Brasileira NBR ISO/IEC – 17025/2005 de requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração e foram levantados também os possíveis custos para capacitação de laboratórios de ensaios de conformidade, necessários para testes em equipamentos para obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE, concedida pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro e do Selo Procel Eletrobras, concedido pela Eletrobras Procel.

2.1 História do ferro de passar roupas

A história do ferro de passar teve início por volta do século IV d.C. Supostamente naquele período já existiam formas de desenrugar as roupas, principalmente do vestuário feminino. Também é aceito que a primeira versão de um instrumento empregado na realização dessa tarefa teve origem na China, que consistia em uma vasilha metálica em forma de panela, cheia de carvão em brasa, sendo manuseada através de um cabo de madeira, osso ou outro material, a fim de obter o resultado desejado.

Nos séculos seguintes, agora no ocidente, verificou-se que a madeira, o vidro e o mármore foram os materiais mais comuns utilizados na fabricação do alisador de tecidos, sendo aplicados a frio até o século XV, uma vez que as roupas eram engomadas, impossibilitando o trabalho a quente. (Lemos, 1999)

A partir do século XV, o ferro a brasa passou a ser usado por um número cada vez maior de pessoas e assim continuou por muito tempo. Sua forma se assemelhava à que se conhece atualmente. A Figura 2.1 mostra um modelo de ferro à brasa da época.



Figura 2.1 – Ferro a brasa
Fonte: Lemos, 1999.

No século XIX, começaram a surgir outros modelos, como o ferro de água quente, a gás, e a álcool, culminando, em 1882, com a patente de um ferro elétrico de passar roupas, feita pelo americano Henry W. Seely. Contudo, a história registra que na época do lançamento do ferro elétrico, a maioria das residências não dispunha de energia elétrica e as que contavam com esse serviço só podiam utilizar este eletrodoméstico à noite, pois durante o dia as empresas de distribuição de energia suspendiam seu fornecimento à população. Isso forçava às mulheres (donas de casa) a prolongar a atividade doméstica no período noturno. Entretanto, para não alterar os seus hábitos, elas preferiram continuar usando os mesmos recursos que vinham utilizando até então. Como consequência, o ferro elétrico não obteve o sucesso esperado, chegando mesmo a ser quase esquecido pelas donas de casa.

De acordo com (Lemos, 1999), o ferro de passar patenteado em 1882, consistia em um modelo em que o calor necessário era produzido por uma lâmpada. No entanto, o seu uso não agradou, pois oferecia certo perigo de manuseio.

Os modelos de ferro elétrico de passar roupas a seco com resistência, conforme mostrado na Figura 2.2, surgiram dez anos mais tarde, em 1892. Estes eram mais práticos, eficientes e seguros; aliavam limpeza ao controle de temperatura, permitindo que sua elevação ou diminuição fosse feita sem perda de tempo; podiam ser usados em qualquer local que dispusesse de eletricidade; e, sobretudo, eram oferecidos aos interessados a um preço acessível.



Figura 2.2– Ferro elétrico a seco
Fonte: Lemos, 1999.

Com a expansão da rede de distribuição elétrica e a facilidade de produção e montagem do ferro elétrico, que podia ser feito até mesmo pelos pequenos fabricantes da época, esse eletrodoméstico se tornou acessível às donas de casa da época e indispensável à rotina diária de suas casas.

Somente em 1924 surgiu o termostato regulável, acessório que trouxe maior controle da temperatura do ferro elétrico de passar roupas, possibilitando a seleção do tecido por temperatura e, conseqüentemente, evitando a queima das roupas.

A evolução do produto atingiu seu ponto culminante em 1926, quando surgiu o primeiro ferro elétrico a vapor. Os primeiros ferros fabricados no Brasil somente surgiram durante a década de 1950. A partir deste marco foi dado início ao abastecimento do mercado com uma grande variedade de formas dos ferros de passar, disponibilizando modelos capazes de atender o gosto e a preferência dos consumidores.

2.2 Programas de etiquetagem

As etiquetas de eficiência são rótulos informativos afixados aos produtos fabricados para descrever o seu desempenho energético. Esses rótulos orientam os consumidores, no momento da compra, pois permite realizar a escolha comparativa entre equipamentos através da informação do seu consumo energético. As etiquetas podem ser afixadas isoladamente aos produtos ou em conjunto com um selo de endosso, concedido apenas aos equipamentos mais eficientes.

2.2.1 Programas de etiquetagem no Mundo

Segundo a *Collaborative Labeling and Appliance Standards Program*–(CLASP²,2013), as etiquetas podem ser classificadas como:

Endosso: são “selos de confirmação”, assegurando a conformidade frente a determinado critério.

Comparação: permite ao consumidor comparar o desempenho energético de um produto com outros disponíveis no mercado, tais como as etiquetas do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE.

Informação: apresentam informações de consumo de energia.

A eficácia das etiquetas de eficiência é dependente da forma como elas apresentam a informação para o consumidor e de como são apoiadas por campanhas, por incentivos financeiros e por outros programas relacionados.

A adoção das etiquetas de eficiência atende a regulamentos que podem banir do mercado os equipamentos que não atendam ao índice mínimo de eficiência. Esse índice deve ser revisto periodicamente, fazendo com que os fabricantes melhorem o desempenho energético dos seus equipamentos.

Os programas de etiquetagem podem ser voluntários ou compulsórios, geralmente se iniciando como voluntários aos fabricantes e importadores e evoluindo para compulsório. Uma vez compulsório, o equipamento em questão só poderá ser comercializado se possuir a etiqueta de eficiência.

Uma curiosidade é que no Japão a etiquetagem se apresenta apenas como programa voluntário e sem penalidades pelo não cumprimento de metas. No entanto, a ameaça de divulgação pública da não conformidade é motivo suficiente para os fabricantes atingirem as metas preestabelecidas.

²CLASP - *Collaborative Labeling and Appliance Standards Program* – <http://www.clasponline.org> - é uma associação de organizações, entre elas o *Lawrence Berkeley National Laboratory* (LBNL), a *Alliance to Save Energy* (the Alliance), e o *International Institute for Energy Conservation* (IIEC), com o fim de ajudar os países em desenvolvimento a estabelecer programas de etiquetagem e padronização, incluindo o seu projeto, implementação e cumprimento.

O objetivo principal da etiquetagem é afetar o comportamento dos importadores, fabricantes, vendedores e consumidores. O sucesso dos programas de etiquetagem está diretamente relacionado com a estrutura política, econômica e cultural da sociedade.

Os primeiros programas de etiquetagem surgiram no século passado, mais precisamente na década de 1960, mas somente no fim da década seguinte se tornaram efetivos, agindo com fortes impactos na fabricação de equipamentos e reduzindo o consumo de energia. A Figura 2.3 apresenta alguns exemplos de etiquetas utilizadas por vários países.

		
<p>Estados Unidos</p>	<p>Argentina</p>	<p>Emirados Arabes</p>
		
<p>Tailândia</p>	<p>Israel</p>	<p>Alemanha</p>

Figura 2.3– Programas de etiquetagem pelo mundo
 Fonte: (CLASP, 2005)

Conforme já informado, os programas de etiquetagem podem ser considerados instrumentos capazes de melhorar os índices de eficiência energética. De acordo com a Figura 2.4, percebe-se os efeitos dos índices de eficiência e das etiquetas no mercado de equipamentos. Com a revisão dos índices e a retirada dos equipamentos menos eficientes do mercado, nota-se um aumento nas vendas dos produtos mais eficientes. Com a entrada do programa de etiquetagem, pode ser verificado um aumento nas vendas dos equipamentos mais eficientes, o que caracteriza um maior poder de decisão do consumidor.

Segundo (Garcia, 2003), a norma deve cortar a curva no ramo ascendente da distribuição normal “unidades vendidas x eficiência energética” para não prejudicar em muito os fabricantes, já que a idéia é retirar somente as unidades menos eficientes do mercado. Assim, os fabricantes atingidos têm que reprojeter os seus equipamentos, deslocando também a curva para a direita; já o processo de conscientização do consumidor, através dos programas de etiquetagem, desloca também a curva para a direita, mais suavemente, mas com muito mais esforço. Isoladamente, a experiência mostra que os programas obrigatórios conseguem melhores resultados, já que apenas são comercializados os equipamentos com eficiência energética comprovada.

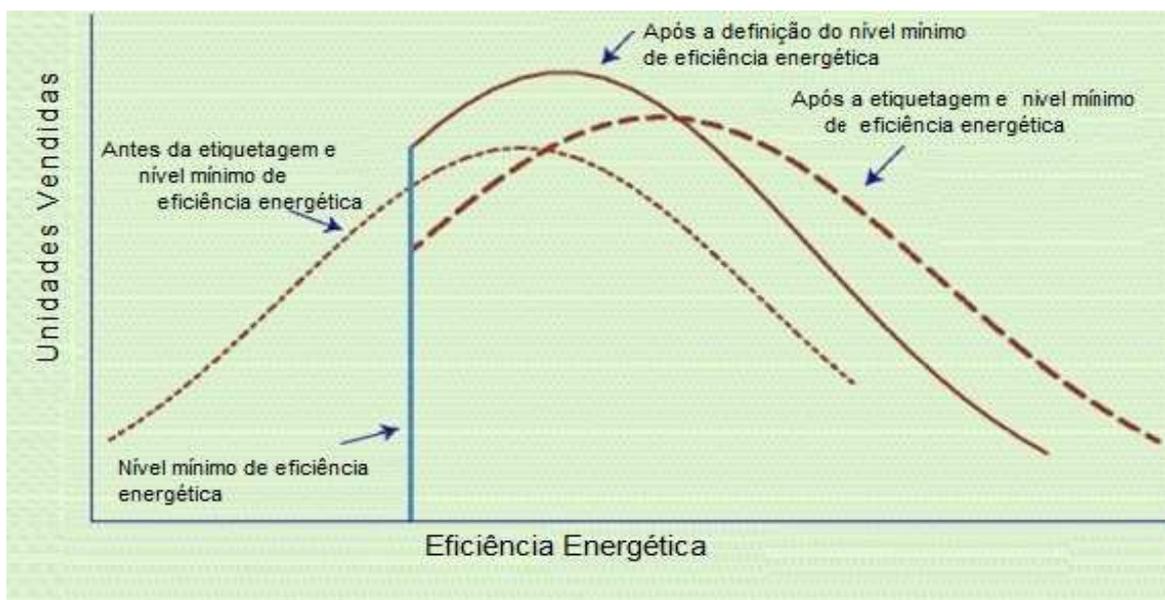


Figura 2.4- Impactos dos programas de etiquetagem nas vendas de equipamentos
Fonte: (CLASP, 2005)

Segundo a CLASP, a decisão para implantar um programa de etiquetagem deve passar pelos passos do fluxograma apresentado na Figura 2.5:

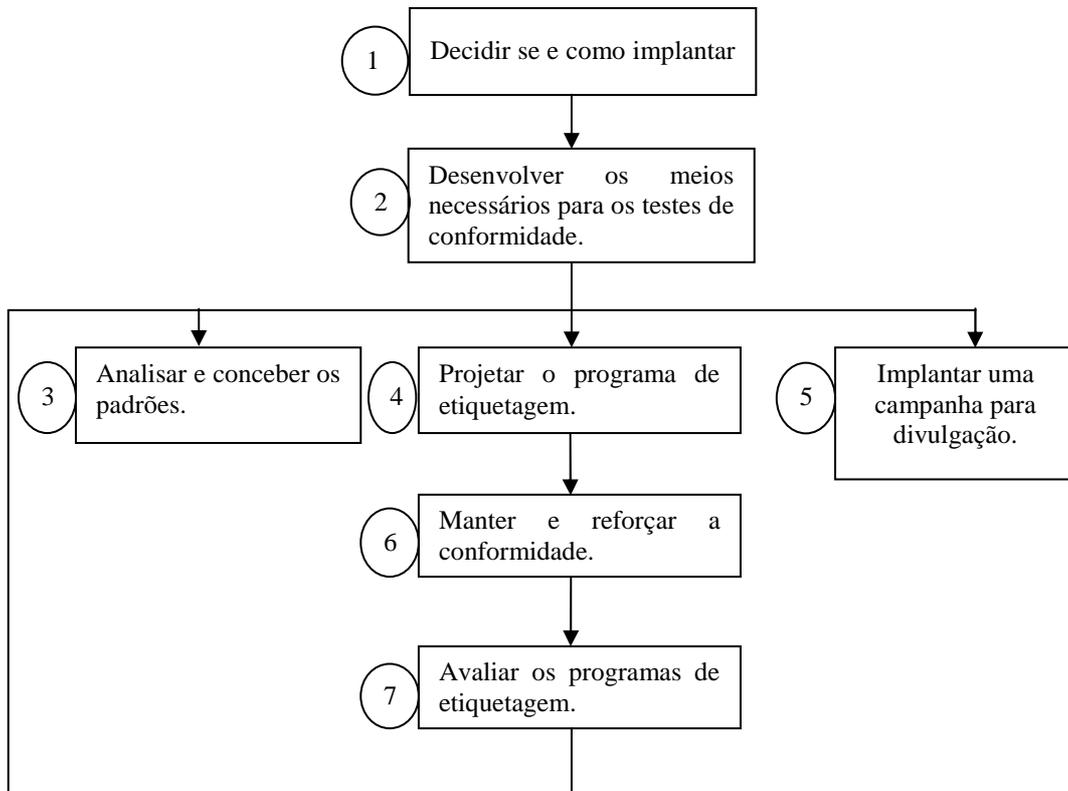


Figura 2.5– Passos de um programa de etiquetagem
 Fonte: (Adaptado da CLASP, 2005)

Onde:

① Decidir se e como implantar o programa de etiquetagem :

A decisão sobre se deve ou não se desenvolver um programa de etiquetagem é complexa e difícil. Muitos fatores podem determinar se um programa é benéfico para sociedade e, em geral, as chances de sucesso passam por um processo de tomada de decisão que inclui:

- estimar o impacto do programa de etiquetagem no consumo de energia, sobre os preços de mercado e no desenvolvimento de tecnologias a serem incorporadas aos equipamentos; avaliar como os fatores culturais locais, institucionais e políticos são susceptíveis de influenciar na eficácia do programa de etiquetagem;
- estabelecer a legitimidade política e credibilidade para o programa;
- decidir, qual a quantidade de instalações de ensaios que serão necessárias (rede laboratorial), procedimentos de ensaios, desenho da etiqueta e padrões já estabelecidos por organizações internacionais ou países vizinhos;

- estimar o impacto do programa no consumo;
- realizar triagem e seleção de quais os produtos são prioridades para o programa.

② Desenvolver os meios necessários para os testes de conformidade:

É necessário que existam redes de laboratórios para comprovar os índices preestabelecidos para os equipamentos fabricados.

③ Analisar e conceber os padrões:

Considerando os vários tipos de etiquetas e padrões, estes devem ser cuidadosamente selecionados, de acordo com o universo de fabricantes, instituições, hábitos do consumidor, credibilidade e desempenho a ser alcançado.

④ Projetar o programa de etiquetagem:

O objetivo de um programa de etiquetagem é facilitar a escolha de um produto ou equipamento pelo consumidor, cuja viabilização depende de um projeto que envolve os seguintes questionamentos:

- que produtos devem ser analisados?
- o programa deve iniciar como etiquetagem comparativa ou de endosso?
- como e em que grau os rótulos de endosso e as etiquetas comparativas devem estar relacionados?
- o programa de etiquetagem comparativa escolhido deve ser obrigatório ou voluntário?

⑤ Implantar uma campanha para divulgação:

Eficazes padrões de etiquetagem e programas de rotulagem requerem uma campanha de comunicação para apoiar a aceitação e uso das novas normas e/ou etiquetas. Os consumidores e os varejistas precisam de encorajamento e estímulo para mudar seu comportamento. A experiência da CLASP mostra que os programas serão mais eficazes se adotarem mensagens direcionadas e mecanismos de comunicação eficientes.

⑥ Manter e reforçar a conformidade:

Depois de iniciado, o programa de etiquetagem deve ser obedecido para não perder a credibilidade.

⑦ Avaliar os programas de etiquetagem:

É preciso avaliar constantemente o impacto do programa de etiquetagem junto ao público, aos fabricantes e às instituições participantes, de modo que os índices de eficiência sejam constantemente atualizados para produzir os ganhos esperados.

2.2.2 Programas de etiquetagem no Brasil

Segundo (Resultados do Procel, 2008), no Brasil os programas de etiquetagem surgiram na década de 1980 com o objetivo de orientar o consumidor e estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia - Inmetro, e o Programa do Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia coordenado pela Eletrobras são os programas de etiquetagem em equipamentos mais conhecidos do país.

a) Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE

O Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE foi criado, em 1984, pelo Ministério da Indústria e Comércio e a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE. Seu objetivo é prover os consumidores de informações que lhes permitam avaliar o consumo de energia dos equipamentos eletrodomésticos e selecionar, na sua decisão de compra, aqueles de maior eficiência energética, possibilitando a redução do consumo para a população em geral e, assim reduzindo investimentos governamentais em novas unidades geradoras.

O Decreto nº 4.059/2001, que regulamentou a Lei de Eficiência Energética, estabeleceu o Inmetro como órgão responsável pela regulamentação, condução e fiscalização do PBE. Tal determinação está de acordo com a Lei nº 9.933/99, que criou o Inmetro e a ele atribuiu, dentre outras funções, a implantação de programas de avaliação da conformidade. O objetivo desses programas é propiciar, através de processo sistematizado com regras preestabelecidas, um adequado grau de confiança que um produto, processo, serviço ou um profissional deve atender, de forma voluntária ou compulsória, de acordo com requisitos previstos em normas ou regulamentos. Os produtos regulamentados pelo PBE são implantados na forma voluntária e, gradativamente, passam a ser de caráter compulsório.

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE é utilizada pelo PBE como forma de evidenciar, por meio de uma estampa informativa, o atendimento de um determinado equipamento a requisitos de desempenho estabelecidos em normas e regulamentos técnicos.

Em geral, a ENCE classifica os equipamentos com a letra A para os mais eficientes e com a letra E para os menos eficientes, bem como fornece outras informações relevantes, conforme mostra a Figura 2.6.

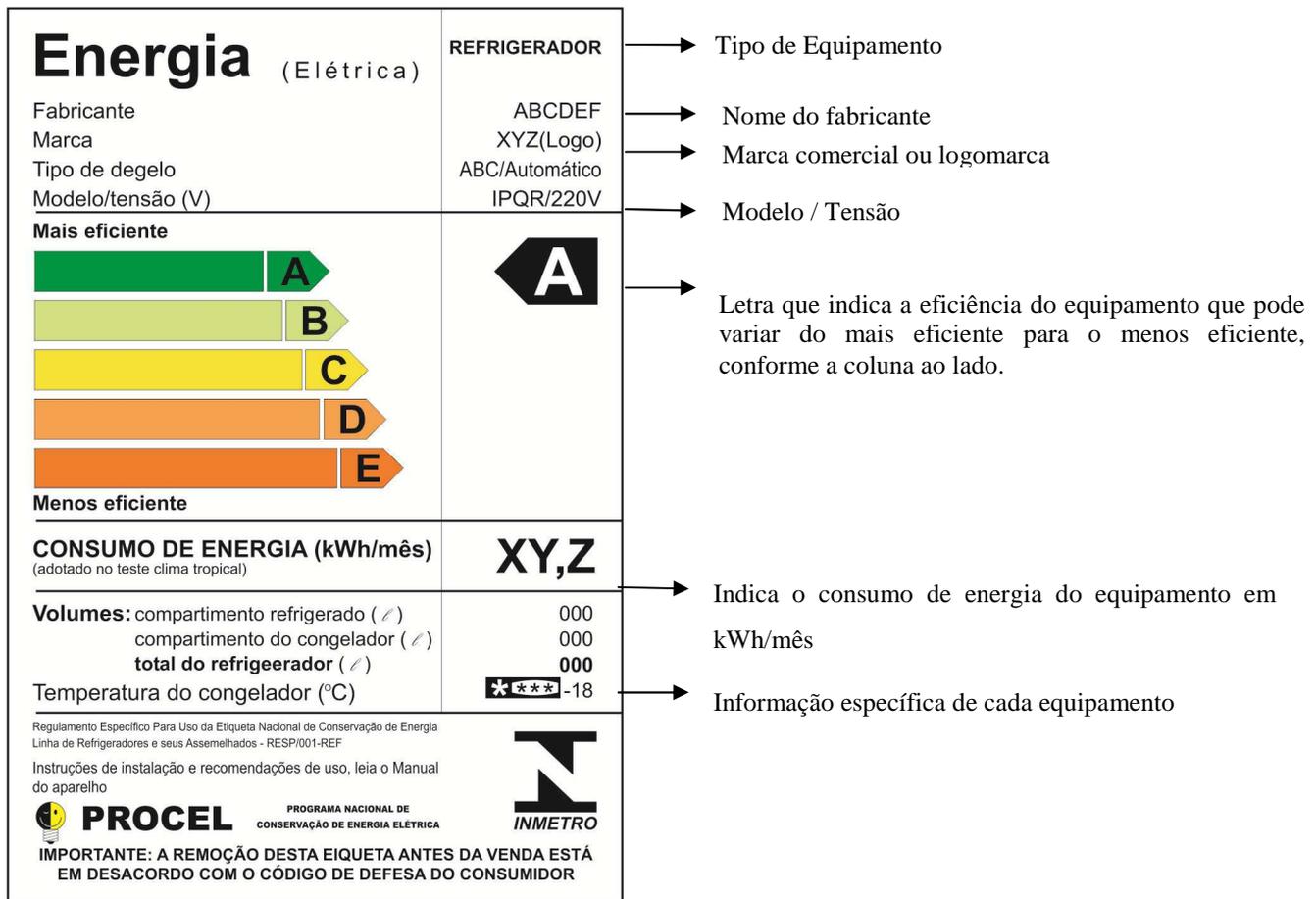


Figura 2.6– Etiqueta de Conservação de Energia - ENCE
 Fonte: (Resultados PROCEL, 2012)

Na prática, o PBE é coordenado pela Divisão de Programas de Avaliação da Conformidade - DIPAC, vinculado à diretoria da qualidade do Inmetro. Segundo (PNEF, 2012), seu funcionamento pode ser resumido nos seguintes tópicos:

- O Inmetro recebe a demanda da sociedade e faz uma avaliação preliminar da sua pertinência;
- Sendo pertinente, a demanda passa a integrar o Plano de Ação Quadrienal, que no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade - SBAC estuda a viabilidade técnico-econômica e gerencia a implantação de cada Programa de Avaliação da Conformidade;
- O Inmetro formaliza a criação da Comissão Técnica e coordena a elaboração dos Requisitos Técnicos de Avaliação da Conformidade - RAC;
- O fornecedor ensaia seu produto, elabora e encaminha ao Inmetro a Planilha de Especificação Técnica - PET;
- O Inmetro elabora e divulga em sua página na internet a Tabela que classifica os produtos de acordo com seu nível de consumo;
- O Inmetro, através de sua Rede Brasileira de Metrologia e Qualidade - RBMLQ-Inmetro, composta pelos Institutos de Pesos e Medidas estaduais:
 - a) periodicamente, coleta e verifica a conformidade de amostras de produtos no mercado;

- b) fiscaliza, também no comércio, se os produtos estão devidamente etiquetados, com a correta disposição das informações obrigatórias;
- Periodicamente, são propostos, no âmbito do CGIEE, novos índices mínimos de eficiência energética, o que resulta na reclassificação dos produtos colocados no mercado.

b) Selo Procel Eletrobras

Segundo (Resultados Procel, 2013), o Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia, mostrado na Figura 2.7, foi instituído em 1993, através de decreto, pelo Governo Federal, com a finalidade de ser uma ferramenta simples e eficaz, que permite ao consumidor identificar os equipamentos e eletrodomésticos mais eficientes à disposição no mercado, além de induzir o desenvolvimento e aprimoramento tecnológico de tais produtos.

Este Selo é concedido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, com sua Secretaria-Executiva mantida pela Eletrobras.

Tecnicamente o Selo Procel é uma etiqueta de endosso que tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria, proporcionando, assim, economia na conta de energia elétrica e também o estímulo para a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a preservação do meio ambiente.



Figura 2.7– Selo Procel Eletrobras
Fonte: (Resultados PROCEL, 2013)

Para ser contemplado com o Selo Procel, o produto deve ser submetido a ensaios específicos em laboratório idôneo, indicado pela Eletrobras Procel. Os parâmetros a serem avaliados para cada equipamento constam nos Critérios Específicos para Concessão do Selo Procel que estão no Regulamento do Selo Procel Eletrobras de Economia de Energia.

Segundo (Resultados Procel 2013), 36 categorias de equipamentos são contempladas com o Selo Procel Eletrobras, o uso de equipamentos com o selo ajudou o Brasil economizar 8,88 bilhões de kWh só em 2012, ressalta-se ainda que mais de 44 milhões de equipamentos com o Selo Procel Eletrobras foram vendidos neste ano.

2.3 Programas de Etiquetagem de ferros elétricos pelo mundo

A situação de outros países em relação à etiquetagem do ferro elétrico de passar roupas de uso residencial pode sinalizar a existência de viabilidade de implantação de um programa de etiquetagem para esses eletrodomésticos. Além desse fato, a etiquetagem deste eletrodoméstico em outros países pode ajudar na definição de normas de metodologias de ensaios a serem utilizadas, sendo possível ainda verificar o tipo de etiquetas que estão sendo utilizadas e se, nesse momento, a etiquetagem se apresenta na modalidade voluntária ou compulsória.

Dessa forma, de acordo com (CLASP, 2013), verificou-se que os países a seguir possuem algum tipo de programa de etiquetagem em ferros elétricos de passar roupas:

c) Indonésia

Na Indonésia a etiquetagem em ferros elétricos de passar roupas está sendo desenvolvida pelo Ministério de Energia e Fontes Minerais com apoio da APEC³. Atualmente o programa de etiquetas comparativas é apresentado na modalidade voluntária e utiliza para ensaios a norma SNI 04-3848-1995, a previsão é o programa se tornar compulsório em 2015 (CLASP,2013).

A Figura 2.8 traz a imagem da etiqueta utilizada para ferros elétricos na Indonésia.

³A Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (*Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC)*) é um bloco que engloba economias asiáticas, americanas e da Oceania.



Figura 2.8– Etiqueta concedida ao ferro elétrico na Indonésia
Fonte: (CLASP, 2013)

d) Irã

No Irã a etiquetagem em ferros elétricos de passar roupas está sendo revisada pelo Instituto de Normas e Pesquisas do Irã - ISIRI. O programa de etiquetas comparativas é apresentado na modalidade compulsória desde 2008 e utiliza para ensaios a norma IEC 60311 (1988).

A Figura 2.9 traz a imagem da etiqueta utilizada para ferros elétricos no Irã.

برچسب مصرف انرژی اتوی برقی خشک خانگی		انرژی
<p>بازدهی بیشتر</p> <p>A</p> <p>B</p> <p>C</p> <p>D</p> <p>E</p> <p>F</p> <p>G</p>		B
<p>بازدهی کمتر</p> <p>انرژی مصرفی (کیلووات ساعت در سال) بر اساس نتایج آزمون استاندارد (مصرف واقعی به شرایط استفاده از اتو بستگی دارد)</p>		XY.Z
<p>توان اسمی (وات)</p>		WXYZ
<p>میزان نوسانات دما (درجه سانتی گراد) بر اساس نتایج آزمون استاندارد</p>		XY.Z

Figura 2.9– Etiqueta concedida ao ferro elétrico no Irã
Fonte: (CLASP, 2013)

e) Bangladesh

Em Bangladesh a etiquetagem em ferros elétricos de passar roupas está sendo desenvolvida pelo Instituto de Normas e Testes de Bangladesh. Atualmente o programa de etiquetas comparativas é apresentado na modalidade voluntária e utiliza para ensaios a norma IEC 60311 (2005), a previsão é o programa se tornar compulsório em 2016 (CLASP,2013).

f) China

Na China a etiquetagem em ferros elétricos de passar roupas foi desenvolvida pelo Centro de Certificação de Qualidade da China, com apoio da APEC. Atualmente o programa de etiquetas de endosso é apresentado na modalidade voluntária e utiliza para ensaios as normas GB/T 18799-2008 e GB 12021.5 - 1989, o programa foi iniciado em 2010 (CLASP,2013).

A Figura 2.10 traz a imagem da etiqueta utilizada para ferros elétricos na China.



Figura 2.10– Etiqueta concedida ao ferro elétrico na China
Fonte: (CLASP, 2013)

g) Reino Unido

No Reino Unido a etiquetagem em ferros elétricos de passar roupas é revisada pela Fundação *Energy Save Trust* do Reino Unido. Atualmente o programa de etiquetas de endosso é apresentado na modalidade voluntária e utiliza para ensaios a norma IEC 60311 (2003). A etiqueta é concedida aos ferros elétricos que apresentarem consumo menor que 1,1 kWh em uma hora de funcionamento se adicionando o tempo para o aquecimento inicial.

A Figura 2.11 traz a imagem da etiqueta utilizada para ferros elétricos no Reino Unido.



Figura 2.11– Etiqueta concedida ao ferro elétrico no Reino Unido
Fonte: (CLASP, 2013)

A Tabela 2.1 resume os programas de etiquetagem de ferro elétrico de passar roupas existentes no mundo segundo a CLASP:

Tabela 2.1– Programas de etiquetagem em ferros no mundo

País	Classificação da Etiqueta	Modalidade da Etiquetagem	Regulamentação Nacional	Norma utilizada para Ensaios
Indonésia	Comparativa	Voluntária	APEC	SNI 04-3848-1995
Iran	Comparativa	Obrigatória	ISIRI 7872	IEC 60311
Bangladesh	Comparativa	Voluntária	Energy Efficiency and Conservation Rules	IEC 60311
China	Endosso	Voluntária	CQC Mark Certification	GB/T 18799-2008 GB 12021.5-1989
Reino Unido	Endosso	Voluntária	Energy Saving Trust	Energy Saving Trust Procedure

Fonte: (Clasp, 2013)

2.4 Lei de Eficiência Energética

Após 10 anos em tramitação no Congresso Nacional, a Lei nº 10.295, também conhecida como Lei de Eficiência Energética, foi sancionada pelo Presidente da República em 17 de outubro de 2001, quando o Brasil passava pela imposição de um racionamento de energia.

Em seus seis artigos, a Lei delega ao Poder Executivo à prerrogativa de estabelecer níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, em equipamentos fabricados ou comercializados no Brasil.

No entanto, é importante ressaltar que a Lei não indicava os procedimentos necessários para o estabelecimento de tais níveis, baseando-se apenas em indicadores técnicos pertinentes.

A regulamentação da Lei de Eficiência Energética foi feita através do Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001, que define os procedimentos e as responsabilidades para o estabelecimento dos indicadores e dos níveis de eficiência energética. Esse Decreto, entre outras iniciativas, instituiu o Comitê Gestor de Indicadores e de Níveis de Eficiência Energética – CGIEE, que possui entre suas atribuições, a elaboração das regulamentações específicas para cada tipo de aparelho consumidor de energia e o estabelecimento do

programa de metas com indicação da evolução dos níveis a serem alcançados por cada equipamento regulamentado.

Ainda de acordo com a Lei, em até um ano a partir da publicação dos níveis máximos de consumo específico de energia ou mínimos de eficiência energética para os equipamentos, por meio de Portaria Interministerial, será iniciado um processo semelhante para elaboração de um Programa de Metas para a progressiva evolução de tais níveis.

O processo de definição dos parâmetros necessários para regulamentação dos produtos pela Lei tem se baseado em metodologias, regulamentos específicos, critérios de avaliação da conformidade e laboratórios utilizados pelo PBE na concessão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE e pelo Programa Nacional de Conservação de Energia na concessão do Selo Procel Eletrobras.

Assim como no caso dos programas do PBE e do Selo Procel Eletrobras, a Lei tem priorizado os equipamentos de grande posse e de significativo consumo de energia.

Segundo os (Resultados Procel, 2012) os primeiros equipamentos regulamentados pela Lei foram os motores elétricos de indução trifásicos, por meio do Decreto nº 4.508, de 11 de dezembro de 2002. Esses também foram os primeiros equipamentos que tiveram a aprovação do seu Programa de Metas, através da Portaria Interministerial (Ministério de Minas e Energia - MME, Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT e Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior - MDIC) nº 553, de 8 de dezembro de 2005.

Em seguida, ocorreu a regulamentação de lâmpadas fluorescentes compactas com reator integrado, refrigeradores e freezers, fogões e fornos a gás, condicionadores de ar, aquecedores de água a gás, reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor de sódio e a vapor metálico.

Mais recentemente, em dezembro de 2010 foi promulgada a Portaria Interministerial 1.007/2010 (BRASIL, 2010), que regulamentou os níveis mínimos de eficiência energética para lâmpadas incandescentes, assim, a partir de 2012 até 2016, essas lâmpadas deverão atingir pelo menos os níveis de eficiência energética estabelecidos, ou serão banidas do mercado. Levando-se em consideração a tecnologia atual dessas lâmpadas, é improvável que atendam aos requisitos estabelecidos na Portaria Interministerial, tornando praticamente certo que a fabricação e importação desses equipamentos serão proibidas.

Por fim, destaca-se que a Lei de Eficiência Energética, em termos de política pública, induz a transformação do mercado dos equipamentos produzidos e comercializados no Brasil, estabelecendo a melhoria contínua da sua evolução tecnológica e eficiência energética. Assim,

os milhões de consumidores brasileiros passam a contribuir, quando adquirem os produtos mais eficientes, para o esforço de sustentabilidade em níveis mundiais.

2.5 Norma IEC 60311⁴ - Métodos de ensaios em ferros elétricos de passar roupas para uso doméstico ou uso semelhante

O objetivo desta norma é estabelecer e definir as características principais de desempenho de ferros elétricos de passar roupas para uso doméstico ou uso semelhante. Para isso, ela estabelece diversos métodos de ensaios a fim de simular todas as situações de utilização deste eletrodoméstico.

Os ferros elétricos avaliados por esta norma incluem: ferro a seco; ferro a vapor; ferro a vapor com bomba mecânica; ferros com pulverização e ferros a vapor com reservatório de água separado ou caldeira. Neste trabalho foram considerados apenas os modelos a seco e a vapor.

A norma detalha os métodos para execução dos seguintes procedimentos:

- Ensaio de Temperatura:
 - a) Medição do tempo de aquecimento;
 - b) Medição da temperatura do deslocamento inicial e da temperatura de sobreaquecimento;
 - c) Medição da temperatura da chapa ou base do ferro;
 - d) Determinação do ponto mais quente ou de maior temperatura;
 - e) Medição da distribuição da temperatura na chapa;
 - f) Medição da flutuação cíclica de temperatura do ponto mais quente.
- Avaliação da produção de vapor:
 - a) Determinação da massa de vapor;
 - b) Determinação dos padrões de pulverização do vapor.
- Medições relativas à operação a vapor:
 - a) Medição de tempo de aquecimento para a operação a vapor;
 - b) Medição do tempo de início do vapor, de produção de vapor e de perda de água;
 - c) Determinação da massa de vapor por utilização.
- Avaliação de alisamento do tecido:

⁴ IEC. *International Electrotechnical Commission IEC 60311/2002*. Edition 4.1. New York: IEC, 2002.

- a) Alisamento teste em dobras de pano;
- b) Avaliação do ferro de passar em repouso;
- c) Passando tecidos com jato de vapor;
- d) Passando tecidos sem a utilização do vapor.
- Medição da potência de uso e do consumo de energia:
 - a) Medição da potência de uso do ferro;
 - b) Medição do consumo de energia do ferro;
 - c) Determinação da eficiência do ferro em uso.
- Avaliação da chapa base do ferro:
 - a) Determinação da lisura da chapa base do ferro;
 - b) Medida da chapa base quanto à possibilidade de riscar os tecidos;
 - c) Determinação da adesão à chapa base de teflon ou revestimento semelhante.
- Medição da estabilidade do termostato:
 - a) Teste do termostato no aquecimento do ferro;
 - b) Teste do termostato quando o ferro esfria;
 - c) Cálculo do erro de funcionamento do termostato.

Alguns desses procedimentos serão bastante úteis para ensaios em alguns modelos ferros elétricos a seco e a vapor e logicamente para decisão da viabilidade de etiquetagem.

No Capítulo 4 é apresentado um passo a passo em organograma da realização desses procedimentos.

2.6 Pesquisas de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – PPH

As pesquisas de posse e hábitos de uso de equipamentos é uma ferramenta bastante eficaz para determinação do consumo de energia atrelado a utilização dos equipamentos por um grupo de usuários. Dessa forma, esse trabalho mostra algumas informações sobre a posse e os hábitos de uso do ferro elétrico na pesquisa a nível nacional realizada em 2005 e nas pesquisas realizadas respectivamente em 2011 e 2012, pela Amazonas Energia para a cidade de Parintins e pela Companhia de Eletricidade de Brasília para a cidade de Brasília.

Os resultados obtidos pela depuração das informações colhidas nessas pesquisas estão detalhados no Apêndice B deste trabalho.

a) PPH – Brasil ano base 2005

A PPH realizada em 2005, e elaborada conjuntamente pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC - RJ e a Eletrobras PROCEL na classe residencial teve por objetivo quantificar a tipologia da posse e obter a declaração da utilização de equipamentos elétricos, mediante aplicação, em campo, de questionário para coleta de informações. Nesses questionários foram considerados quesitos relativos às condições socioeconômicas, qualidade do fornecimento da energia elétrica, medidas adotadas no racionamento ocorrido em 2001, previsão de aquisição de eletrodomésticos, entre outros, segundo critérios padronizados adotados por outros institutos de pesquisa, de forma a se permitir algumas comparações pertinentes.

Essa pesquisa já havia sido realizada em 1988 e em 1997, sob a mesma coordenação, com 10.818 e 15.870 consumidores entrevistados, respectivamente. Em 2005 foram contemplados 16 estados e o Distrito Federal, com a participação de 21 empresas distribuidoras de energia elétrica: Centrais Elétricas do Pará - Celpa, Centrais Elétricas de Rondônia - Ceron e Manaus Energia (região Norte); Companhia Energética de Pernambuco - Celpe, Companhia Energética de Maranhão - Cemar, Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia - Coelba, Companhia Energética do Ceará - Coelce e Companhia Energética do Rio Grande do Norte - Cosern (região Nordeste); Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro - Ampla, Companhia Energética de Minas Gerais - Cemig, Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL, Companhia de Eletricidade do Estado de São Paulo - Eletropaulo, Light Serviços de Eletricidade S.A. - Light (região Sudeste); Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE, Rio Grande Energia - RGE, Companhia Paranaense de Energia - Copel e Centrais Elétricas de Santa Catarina - Celesc (região Sul) e Companhia Energética de Brasília - CEB, Companhia Energética de Goiás - Celg e Centrais Elétricas Matogrossenses - Cemat (região Centro-Oeste). Nesse caso, foram aplicados 9.847 questionários.

Após a realização de alguns ajustes estatísticos adequados na primeira pesquisa, que ocorreu em uma base metodológica diferente, foi possível obter importantes informações relativas ao crescimento das cargas instaladas por unidade consumidora residencial; às mudanças na natureza dessas cargas; à velocidade de penetração de novos equipamentos eletroeletrônicos; às mudanças de hábitos de uso pelos clientes; às influências dos aumentos tarifários, entre outras informações relevantes, que auxiliam a Eletrobras Procel quanto o Inmetro em suas decisões estratégicas, visando o uso eficiente dos eletrodomésticos utilizados pela classe residencial.

A participação dos eletrodomésticos no consumo residencial no Brasil, de acordo com a PPH realizada em 2005, é mostrada na Figura 2.12. Verifica-se que o ferro elétrico de passar, juntamente com o aparelho de som, tem a menor participação, representando, cada um, 3% do consumo de energia elétrica da residência.

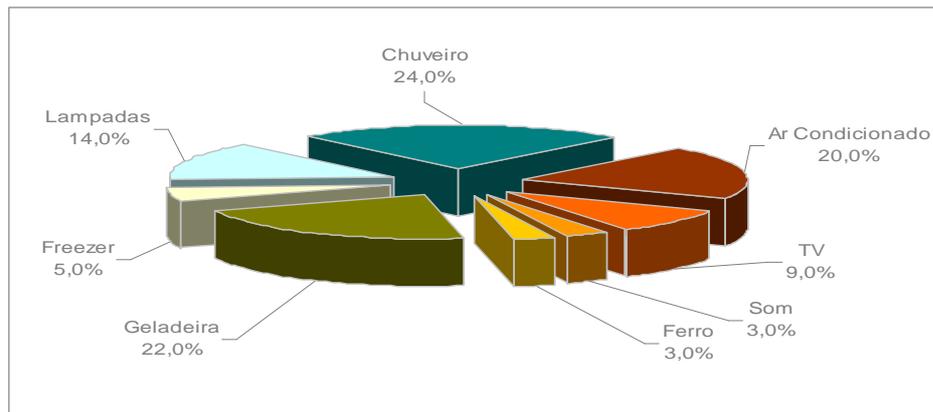


Figura 2.12 – Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial brasileiro
Fonte: (PPH, 2005)

O consumo energético desse eletrodoméstico está representado na curva de carga do gráfico da Figura 2.13. Pode-se verificar que o período de maior utilização desse eletrodoméstico está compreendido entre 15h30min e 16h30min.

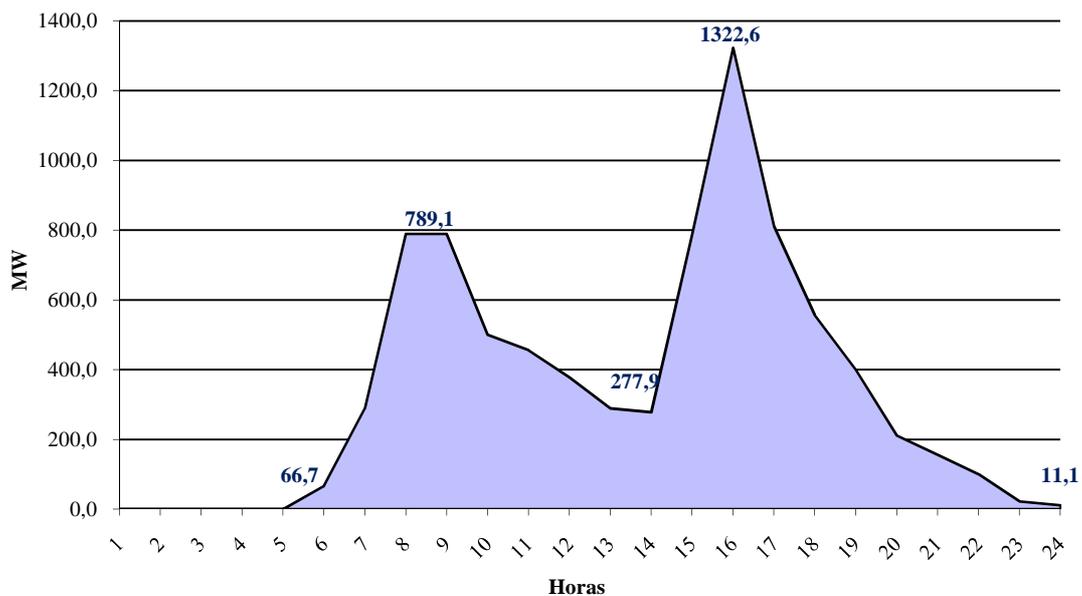


Figura 2.13 – Curva de carga do ferro elétrico
Fonte: (SINPHA, 2005)

Para obtenção da curva de carga apresentada na Figura 2.13, utilizou-se as informações de consumo de energia do ferro elétrico coletadas na PPH em média para um dia e para uma residência em 2005, em função da quantidade total de 61,7 milhões de residências no Brasil (EPE, 2012) no ano de 2012.

Após o tratamento estatístico da amostra de 9.847 questionários aplicados na pesquisa, foi utilizada uma amostra de 4.310 questionários, dentre os quais, 3.992 responderam que possuem ferro de passar em sua residência, resultando em uma posse média de 0,93, ou seja, estima-se que 93% das residências brasileiras dispõem do ferro de passar. A Figura 2.14 mostra a posse média de alguns eletrodomésticos avaliados na PPH 2005. Verifica-se também na Figura 2.14 que o ferro é o equipamento que possui maior posse do que equipamentos já contemplados com o Selo Procel Eletrobras, como é o caso de microondas, lavadora de roupas e ventiladores.

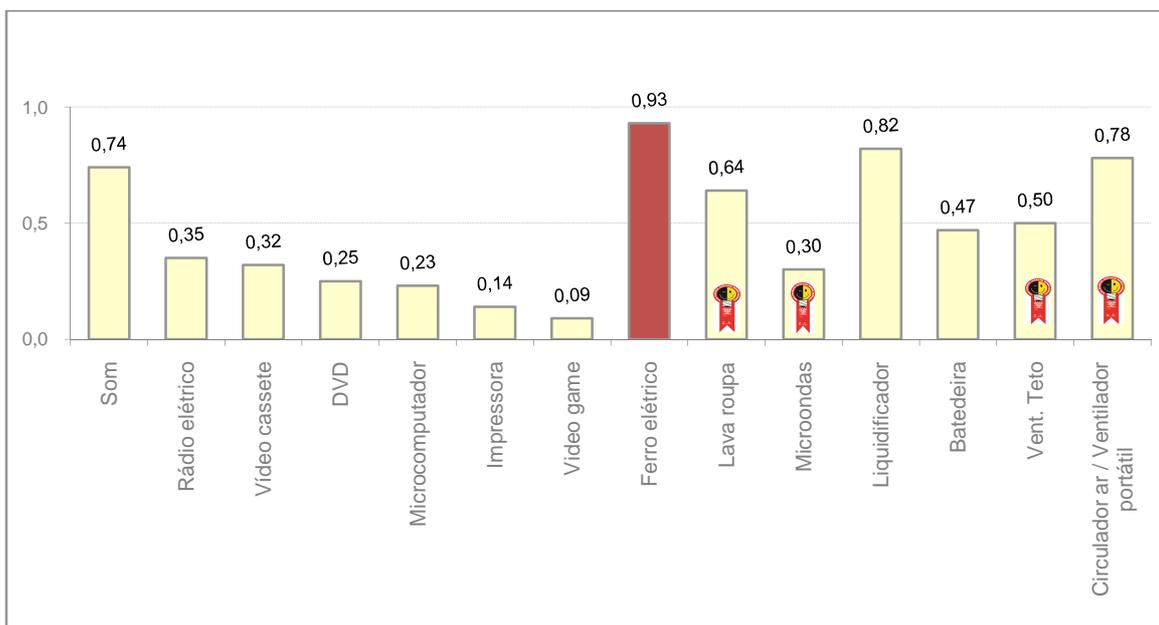


Figura 2.14– Posse média por eletrodoméstico
Fonte: (PPH, 2005)

Cabe destacar ainda que, de acordo com a posse declarada na PPH, o ferro elétrico de passar roupas é considerado um equipamento que é utilizado com muita intensidade nos lares brasileiros. Seu uso declarado foi de uma a três vezes por semana, por 54,4% dos entrevistados.

b) PPH - Parintins ano base 2011

A PPH de Parintins foi realizada pela Eletrobras Amazonas Energia em 2011 para viabilizar a implementação do projeto piloto de um sistema de *smart grid* de controle da operação do sistema de distribuição de energia na cidade.

De um total de 419 residências que participaram da pesquisa, usuários de 396 residências responderam que utilizam o ferro elétrico de passar roupas e a maioria prefere utilizar esse eletrodoméstico apenas uma vez por semana. Resultando em tempo médio de utilização mensal de 5,39 horas por cada usuário, conforme pode ser verificado no Apêndice B.

c) PPH – Brasília ano base 2012

Uma exigência da ANEEL para aprovação da revisão tarifária de uma determinada concessionária de energia é a realização de uma PPH na área de sua concessão. Dessa forma, em 2012 a Companhia de Eletricidade de Brasília – CEB realizou uma PPH em aproximadamente 2.200 residências.

Verificou-se que usuários de 1.725 residências afirmaram utilizar o ferro elétrico de passar roupas, sendo que a maioria prefere utilizar o eletrodoméstico apenas uma vez por semana e o tempo médio de utilização desse eletrodoméstico por mês é 9,25 horas por cada residência, conforme pode ser constatado no Apêndice B deste trabalho.

2.7 Capacitação laboratorial

Conforme já informado nesse trabalho, para implantação de um programa de etiquetagem é necessário desenvolver meios para testes de conformidade, ou seja, é necessário capacitar laboratórios para certificação e etiquetagem de equipamentos, dando suporte à Lei de Eficiência Energética.

Dessa forma, um estudo de viabilidade para etiquetagem de um determinado equipamento deve considerar a análise dos custos da capacitação de laboratórios para realização dos ensaios de conformidade.

2.7.1 Norma NBR ISO/IEC 17025

Essa norma traz os requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração e se aplica todos os laboratórios de primeira, segunda e terceira partes onde os ensaios e/ou calibrações são parte da inspeção e certificação do produto.

Em seu texto verifica-se a existência de cinco capítulos: o primeiro traz os objetivos a serem alcançados; o segundo traz as referências normativas que dão suporte a gestão de laboratórios; o terceiro traz termos e definições úteis no trabalho com laboratórios; o quarto procura envolver toda a realidade do funcionamento de um laboratório de ensaios e ou/ calibração desde organização dos laboratórios até atendimento ao cliente e no quinto são apresentados os requisitos técnicos para avaliação das incertezas de medição características de cada equipamento utilizado para testes em laboratório, informações fundamentais para projetar a capacitação laboratorial necessária..

Segundo a IEC 17025, os laboratórios de ensaio devem ter e aplicar procedimentos para estimativa das incertezas de medição. Em alguns casos, a natureza do método de ensaio pode impedir o cálculo rigoroso, metrológica e estatisticamente válido da incerteza de medição. Nesses casos, o laboratório deve pelo menos tentar identificar todos os componentes de incerteza e fazer uma estimativa razoável.

O grau de rigor necessário para estimativa da incerteza de medição depende dos fatores como:

- Os requisitos do método de ensaio;
- Os requisitos do cliente;
- A existência de limites estreitos nos quais são baseadas as decisões sobre a conformidade.

O laboratório deve ser aparelhado com todos os equipamentos para amostragem, medição e ensaio requeridos para desempenho correto dos ensaios e /ou calibração. Nos casos em que o laboratório precisar usar equipamentos que estejam fora do seu controle permanente, ele deve assegurar que os requisitos desta norma sejam atendidos.

A escolha dos equipamentos laboratoriais depende do equilíbrio entre custos, riscos e possibilidades técnicas. Dessa forma, a faixa de incerteza ou o erro de medição admitido para comparação do desempenho energético dos equipamentos pode elevar os custos da capacitação laboratorial.

2.8 Capacitação de laboratórios para análise da conformidade

Até o final de 2006 a Eletrobras Procel capacitou 22 laboratórios de universidades e centros de pesquisas em todo território nacional, para realização de ensaios de conformidade em equipamentos para o PBE e o Selo Procel. A Tabela 2.2 apresenta os custos de investimento em equipamentos e serviços para capacitação de alguns destes laboratórios.

Tabela 2.2– Investimento na capacitação laboratorial

Laboratório	Instituição	Local	Inauguração	Investimento (R\$)
Aquecedores Elétricos	Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT	SP	2008	336,8 Mil
	União Certificadora de Equipamentos Elétricos - UCIEE	SP	2008	539,6 Mil
Iluminação	União Certificadora de Equipamentos Elétricos - UCIEE	SP	2008	607,1 Mil
Eletroeletrônico	Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT	SP	2008	301,7 Mil
	Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica - FUCAPI	AM	2007	301,7 Mil
Ventiladores Industriais	Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT	SP	2008	384,3 Mil
Sistemas Eólicos	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS	RS	2007	923,9 Mil

Fonte: (Adaptado dos Resultados Procel, 2007 - 2008)

Tendo em vista a realização de ensaios em equipamentos de carga resistiva, os laboratórios de aquecedores elétricos são aqueles que mais se assemelham a um laboratório para ensaios em ferros elétricos de passar roupas, implicando também em investimentos semelhantes em capacitação laboratorial. Segundo a Tabela 2.2 os investimentos para capacitação dos laboratórios de aquecimento elétrico foram, em média, R\$ 438 mil.

3. Aspectos técnicos e comerciais do ferro de passar roupas

A decisão de implementação de um programa de etiquetagem requer profundo conhecimento do funcionamento do equipamento que será contemplado com a etiqueta. Dessa forma, o estudo do funcionamento de ferros elétricos de passar roupas poderá determinar onde se pode atuar para melhorar a sua eficiência energética diferenciando-se assim os diversos modelos existentes no mercado brasileiro.

Nesse capítulo será analisado o circuito elétrico do ferro de passar roupas, controlado pela ação de um termostato, para alimentação da resistência elétrica de aquecimento seletivo da chapa base e da caldeira para produção do vapor. Além disso, serão analisadas algumas características dos diversos modelos de ferro elétrico encontrados no mercado brasileiro, incluindo o funcionamento do vaporizador portátil, que também é usado para alisamento de tecidos.

3.1 Parâmetros elétricos do ferro de passar roupas

Os modelos de ferros de passar mais encontrados no mercado brasileiro são os do tipo a seco e a vapor. Para avaliar o consumo de energia elétrica desses modelos, deve-se fazer uma análise criteriosa dos seus respectivos circuitos elétricos, levando-se em conta ainda o uso de acessórios que podem facilitar a execução da tarefa.

3.1.1 Funcionamento do ferro de passar roupas a seco

O circuito elétrico de funcionamento do ferro de passar a seco, mostrado na Figura 3.1, é semelhante ao modelo patenteado no início do século XX. Seu princípio de funcionamento utiliza a Lei de Joule⁵ para transformar energia elétrica em calor através da dissipação da potência causada pela resistência elétrica em contato com a chapa base, controlado pela ação de um termostato que permite o funcionamento do ferro por determinado intervalo de tempo.

⁵Lei de Joule (também conhecida como efeito Joule) é uma lei física que expressa a relação entre o calor gerado e a corrente elétrica que percorre um condutor em determinado tempo. Seu nome é devido a James Prescott Joule (1818-1889), que estudou o fenômeno em 1840.

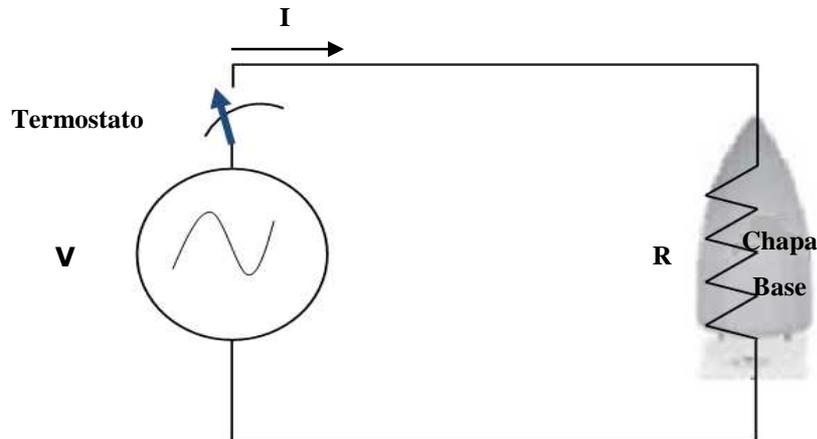


Figura 3.1– Circuito elétrico do ferro de passar a seco

A formulação deste processo é apresentada a seguir:

Potência dissipada na resistência do ferro a seco em watts (P_S):

$$P_S = I^2 \cdot R \quad (3.1)$$

Calor obtido pelo ferro de passar roupas a seco ligado em joules (Q_S):

$$Q_S = I^2 \cdot R \cdot \Delta t \quad (3.2)$$

Onde:

I é a corrente elétrica solicitada na resistência em amperes;

R é a resistência elétrica do circuito ohms;

Δt é o intervalo de tempo em que o ferro permanece ligado em horas.

Em análise ao circuito da Figura 3.1, verifica-se a presença de um termostato que desliga o circuito quando este alcança a temperatura desejada. Considerando a relevância desse dispositivo no funcionamento do ferro de passar, parte importante desse trabalho será dedicada em sua análise.

O calor gerado pelo processo se propaga na chapa base do ferro de passar de maneira irregular em condução transiente, cujo fenômeno depende do material de confecção da chapa base. Levando-se em conta que os modelos existentes no mercado brasileiro utilizam materiais equivalentes, essa análise torna-se irrelevante na decisão sobre a viabilidade de implantação de um programa de etiquetagem para ferros de passar roupas.

O consumo específico de energia elétrica do ferro de passar a seco em watt-hora(C_S) é determinado pela potência dissipada na resistência elétrica no intervalo de tempo em que o ferro permanece ligado, conforme se verifica na seguinte equação:

$$C_S = I^2 \cdot R \cdot \Delta t \quad (3.3)$$

É importante salientar que apesar das formulações do calor Q_S e do consumo específico de energia do ferro serem idênticas, tratam-se de resultados totalmente diferentes, uma vez que o consumo elétrico se esgota assim que o circuito é desligado. O mesmo não pode ser dito com relação ao calor que, devido as suas propriedades transientes de condução, possui tempo maior para aquecer a superfície da chapa base e, por consequência, também possui tempo maior para esfriá-la. Dessa forma, mesmo tendo sua potência elétrica máxima próxima à da nominal, o ferro elétrico de passar roupas possui potência média, durante o seu funcionamento, bastante inferior. Esse fato torna o ferro de passar a seco um eletrodoméstico de baixo consumo, uma vez que o consumo retrata a potência média em relação ao tempo de utilização. Mais adiante, nesse capítulo, serão apresentadas informações importantes sobre o calor gerado pelo ferro de passar roupas.

3.1.2 Funcionamento do ferro de passar roupas a vapor

O circuito elétrico de funcionamento do ferro de passar a vapor, mostrado na Figura 3.2, difere do circuito do ferro a seco (Figura 3.1) pela presença de uma caldeira que utiliza o calor produzido na resistência elétrica para produção de vapor, que sai pelos orifícios da chapa base ou pela frente do aparelho. O objetivo do vapor é amolecer a trama do tecido, agindo diretamente nas fibras e, conseqüentemente, tornando a tarefa de passar roupas mais rápida e de melhor rendimento na eliminação de vincos e rugas.

Assim como no ferro a seco, o princípio de funcionamento do ferro a vapor também se baseia na Lei de Joule para transformar energia elétrica em calor através da dissipação da potência na resistência elétrica em contato com a chapa base por determinado intervalo de tempo. Contudo, nesse caso, a resistência elétrica também aquece a água existente na caldeira para produção dos efeitos desejados.

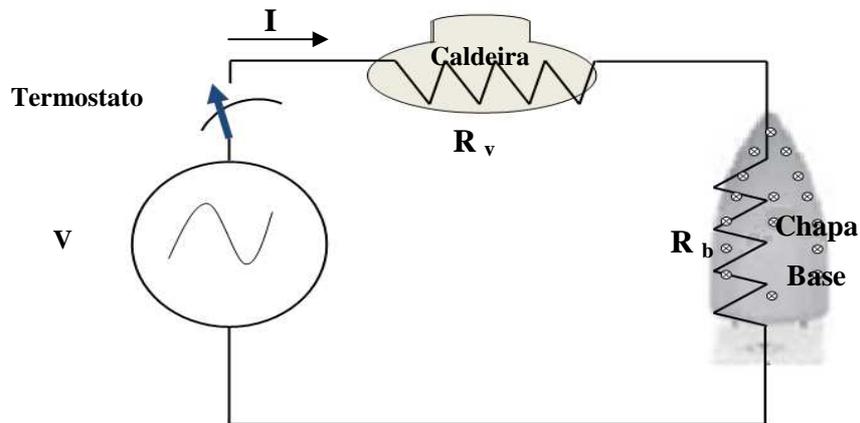


Figura 3.2–Circuito elétrico do ferro de passar a vapor

A formulação deste processo é apresentada a seguir:

Potência dissipada na resistência para aquecimento da chapa base da caldeira em watts (P_v):

$$P_v = I^2 \cdot (R_b + R_v) \quad (3.4)$$

Calor obtido pelo ferro de passar roupas a vapor ligado em joules(Q_v):

$$Q_v = I^2 \cdot (R_b + R_v) \cdot \Delta t \quad (3.5)$$

Onde:

I é a corrente elétrica solicitada nas resistências em amperes;

R_b é a resistência elétrica para aquecimento da chapa base em ohms;

R_v é a resistência elétrica para produção de vapor em ohms;

Δt é o intervalo de tempo do ferro ligado em horas.

Com a função adicional de aquecimento para produção do vapor, o consumo de energia elétrica do ferro a vapor em watt-hora (C_v) é obtido pela potência dissipada na resistência elétrica, tanto para o aquecimento da chapa base, quanto para a produção de vapor no

intervalo de tempo em que o ferro permanece ligado, conforme se verifica na seguinte formulação:

$$C_v = I^2 \cdot (R_b + R_v) \cdot \Delta t \quad (3.6)$$

É importante ressaltar ainda que devido a sua dupla função, o ferro de passar roupas a vapor permanece com o termostato ligado por mais tempo do que o ferro a seco e, conseqüentemente, ocasionando um consumo energético maior.

3.2 Funcionamento do termostato

Conforme mostrado nos circuitos das Figuras 3.1 e 3.2, o termostato tem como função principal o controle da temperatura do ferro elétrico de passar roupas, ligando e desligando a sua resistência elétrica para produção dos efeitos desejados. Essa comutação ocorre devido ao fato do termostato ser composto por uma lâmina bimetálica com coeficientes de dilatação linear diferentes. O metal de maior coeficiente de dilatação linear é colocado voltado para o contato, e quando a temperatura aumenta, esse metal se dilata mais que o outro, criando uma curvatura para o lado oposto do contato elétrico, ou seja, o contato elétrico é desfeito, impedindo a passagem de corrente elétrica, conforme ilustrado na Figura 3.3.

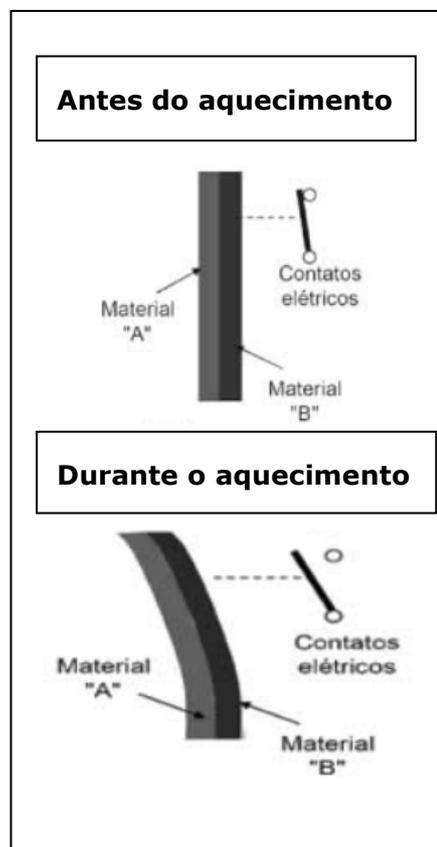


Figura 3.3–Lâmina bimetálica do termostato quando submetida ao calor
 Fonte: <http://www.brasilecola.com/fisica>

Outra função do termostato diz respeito à seleção do tipo de tecido a ser passado. O ajuste de seleção do tecido é feito através da ação sobre um botão, que aumenta ou diminui as distâncias entre contatos elétricos do termostato. Quanto menor essa distância, mais rapidamente o ferro será desligado, caracterizando assim, um tecido que necessita de menor temperatura para seu alisamento. A norma IEC60311 introduz marcações para máximas temperaturas de passar roupas, indicadas por um, dois ou três pontos no seletor do termostato. Cada marcação significa uma faixa de temperatura para certos tipos de tecido, conforme apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Faixas de ajuste do termostato

Seletor do termostato	Temperatura relativa (°C)	Tecido apropriado
(um ponto) •	$70 < ^\circ\text{C} < 120$	Acetato, poliamida e polipropileno
(dois pontos) ••	$100 < ^\circ\text{C} < 160$	Poliéster, seda, viscose e lã
(três pontos) •••	$140 < ^\circ\text{C} < 210$	Algodão e linho

Fonte: (IEC 60311, 2005)

Na Figura 3.4 pode ser visualizado o comportamento do termostato durante o funcionamento do ferro de passar roupas. A temperatura inicial de “*overswing*” do ferro de passar roupas corresponde à temperatura registrada no momento em que o termostato desliga o eletrodoméstico pela primeira vez. A temperatura média de pico é a média das temperaturas de pico após três desligamentos consecutivos e a temperatura de sobreaquecimento se refere à temperatura adicional que o ferro atinge quando comparado à temperatura média de pico.

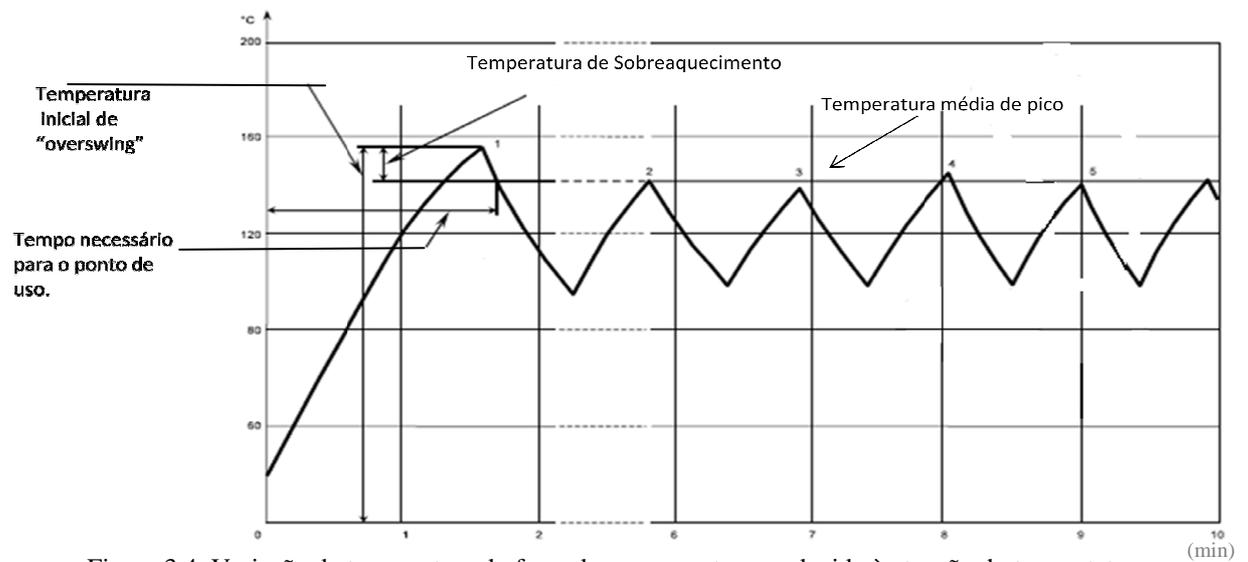


Figura 3.4–Variação da temperatura do ferro de passar no tempo, devido à atuação do termostato
Fonte: (IEC 60311, 2005)

A Figura 3.5, por sua vez, apresenta o consumo de energia do ferro de passar em função de sua potência durante o tempo de funcionamento. Nota-se que, devido à atuação do termostato, o circuito desse eletrodoméstico permanece desligado boa parte do tempo de sua utilização. Contudo, verifica-se, na mesma Figura, que para alcançar a temperatura de uso, o ferro elétrico de passar roupas consome uma quantidade relevante de energia elétrica (C_i). Vale a pena ressaltar que o gráfico da Figura 3.5 foi construído através de ensaios em ferro de passar a seco, realizados no Cepel.

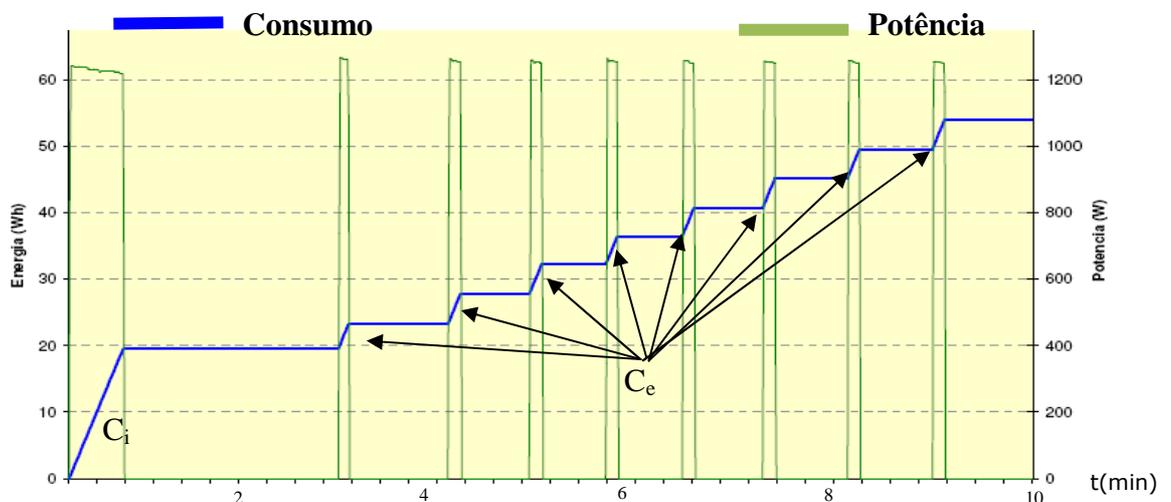


Figura 3.5 –Variação do consumo e potência do ferro de passar
(Adaptado CEPEL, 2012)

A ação do termostato faz com que o consumo total de energia elétrica do ferro de passar, durante o seu funcionamento, seja dividido em duas etapas: consumo para o aquecimento inicial do ferro e consumo para execução do serviço (passar roupas). Na linha de consumo do gráfico anterior, podem-se visualizar essas etapas, que são utilizadas na formulação a seguir:

$$C_t = C_i + \sum_{j=1}^S C_{ej} \quad (3.7)$$

Onde:

C_t é o consumo total de energia elétrica do ferro em watt-hora;
 C_i o consumo para aquecimento inicial em watt-hora;
 C_e o consumo para execução do serviço em watt-hora;
 S é número de atuações do termostato após o aquecimento inicial em unidades.

Nota-se que, dependendo do tempo de utilização desse eletrodoméstico, o consumo de energia elétrica para seu aquecimento inicial pode superar o consumo para execução de serviços menores, como por exemplo, o alisamento de apenas uma peça de roupa.

3.3 Energia transferida pelo calor

Segundo Moran e Shapiro (2007), o calor é a energia transferida para (ou de) um sistema, unicamente por diferença de temperatura. No caso do ferro elétrico de passar roupas, o calor é propagado na chapa base por contato direto das partículas de matéria. A transferência de energia ocorre por meio da difusão de elétrons livres, ou em outras palavras, o calor é transferido por condução quando átomos adjacentes vibram um contra o outro, ou quando elétrons se movem de um átomo a outro.

Analisando a Figura 3.4, verifica-se que a temperatura do ferro elétrico de passar roupas aumenta nos instantes em que o circuito elétrico está ligado. Contudo, nos instantes em que o ferro de passar encontra-se desligado, a temperatura decresce com o tempo, trocando calor com o meio, de acordo com a temperatura do entorno, até alcançar o equilíbrio térmico. Na verdade, esse equilíbrio nunca é alcançado durante o trabalho do ferro de passar, pois o termostato religa o circuito de acordo com as características e o tipo do tecido escolhido.

Pode-se então analisar o calor gerado pelo ferro elétrico de passar roupas em duas etapas. Na primeira, com o ferro elétrico ligado, verifica-se que o calor tende a aumentar com o tempo, como representado nas equações 3.2 e 3.5. Na segunda etapa, com o ferro elétrico desligado,

verifica-se que a corrente elétrica e, conseqüentemente, o consumo energético são nulos. Assim, o calor, ainda útil ao trabalho, tende a diminuir com o tempo.

A Figura 3.6 apresenta a padronização dos ciclos de calor do ferro de passar. Na primeira etapa, o calor é transferido para a chapa base e o sinal é admitido positivo (+). Já na segunda etapa, quando o calor é transferido para fora da chapa base, o sinal é negativo (-).

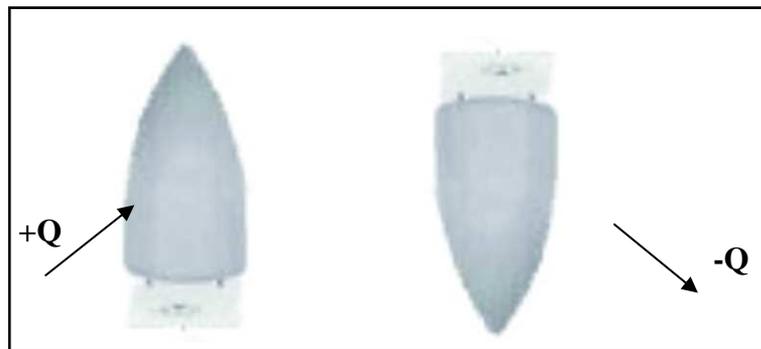


Figura 3.6– Balanço de calor no ferro de passar roupas
(Adaptado de Moran e Shapiro, 2007)

Para entender melhor essa segunda etapa, pode-se utilizar a Lei de Newton do resfriamento, que estabelece que a taxa de perda de calor de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e seus arredores.

A Lei é dada pela seguinte equação diferencial:

$$\frac{dQ}{dt} = h \cdot A(T_{ent} - T(t)) = -h \cdot A \cdot \Delta T(t) \quad (3.8)$$

Onde:

Q é o calor transferido pelo ferro desligado em joule;
h é o coeficiente de transferência térmica em watts/metros quadrado. kelvin;
A é a área da superfície de onde o calor está sendo transferido em metros quadrado;
T é a temperatura inicial na superfície em kelvin;
 T_{ent} é a temperatura do entorno em kelvin;
 $\Delta T(t)$ é o gradiente térmico entre o objeto e o entorno dependente do tempo em segundos.

3.4 Eficiência energética do ferro elétrico de passar roupas

A eficiência energética do ferro elétrico de passar roupas pode ser representada como a energia elétrica gasta ou consumida para gerar a quantidade de calor necessária para execução do trabalho de alisamento de tecidos.

De acordo com as Figuras 3.5 e 3.6, verifica-se que esse eletrodoméstico consome certa quantidade de energia em seu aquecimento inicial sem ter iniciado o seu trabalho. Quando o ferro alcança a temperatura adequada ao tecido, o trabalho é iniciado e a temperatura é mantida até o final, com o circuito elétrico sendo ligado e desligado pela atuação do termostato o balanço de energia x calor desse trabalho determina a eficiência do ferro elétrico de passar roupas.

Uma análise mais aprofundada não se faz necessária para alcançar os objetivos desse trabalho, contudo, pode-se afirmar que o ferro elétrico de passar é um equipamento bastante eficiente, pois consegue transformar a maior parte da energia demandada em calor necessário para execução do alisamento de tecidos. Fica como sugestão para trabalhos futuros uma modelagem termodinâmica para determinar a eficiência energética deste eletrodoméstico.

3.5 Marcas e modelos comercializados no Brasil

Em âmbito nacional, as principais marcas encontradas no mercado de ferros elétricos de passar roupas são as seguintes: ARNO, BLACK & DECKER, BRITÂNIA, CADENCE, DELONGUI, ELETROLUX, FAET, MALLORY, MONDIAL, NKS e WALITA.

Basicamente, os modelos fabricados se distinguem pela quantidade de acessórios instalados para facilitar a execução do serviço. Esse diferencial determina a aceitação dos usuários e o preço de mercado desse eletrodoméstico.

Seguem alguns acessórios que podem ser encontrados nos ferros de passar:

- Lâmpada Piloto;
- Spray;
- Reservatório de água;
- Sistema de limpeza automática;
- Sistema antegotejamento;
- Jato extra de vapor;

- Base antiaderente e super deslizante;
- Empunhadura anatômica;
- Controle vapor – seco.

Apesar da importância desses acessórios para o mercado de ferros de passar roupas, a análise de viabilidade de etiquetagem para esse eletrodoméstico exige um estudo mais criterioso de outras características, como por exemplo: peso, potência, tensão e tipo (seco/vapor).

A Tabela 3.2 apresenta um resumo da pesquisa realizada em setembro de 2013 nos sites dos principais fabricantes e importadores de ferros elétricos de passar no Brasil. No total foram identificados 91 modelos entre as 11 principais marcas de ferros elétricos.

Tabela 3.2 – Marcas de ferro encontradas no mercado brasileiro

Marca	Nº de modelos	Faixa de Potência (W)	Preço médio em Set/2013 (R\$)
ARNO	09	1.000 a 2.100	99,78
BLACK & DECKER	14	515 a 1.800	88,26
BRITÂNIA	10	650 a 1.400	84,80
CADENCE	11	1.000 a 2.000	78,00
DELONGUI	03	1.000 a 1.500	122,45
ELETROLUX	06	900 a 2.400	102,43
FAET	05	1.000 a 1.600	53,80
MALLORY	07	1.000 a 2.000	54,35
MONDIAL	09	800 a 1.200	50,71
NKS	05	1.000 a 1.200	71,86
WALITA	12	1.000 a 2.400	124,55

No apêndice A pode ser verificado o levantamento completo das características relevantes para viabilização de um programa de etiquetagem para ferros de passar das diversas marcas e modelos encontrados no mercado brasileiro.

3.6 Dispositivo de desligamento automático

Alguns ferros elétricos de passar roupas existentes no mercado brasileiro possuem um sensor capaz de identificar a ausência de movimento após alguns segundos na posição horizontal e após alguns minutos na posição vertical, desligando assim os seus circuitos elétricos e garantindo maior segurança ao usuário.

Normalmente, esse sensor de movimento atua por um descuido do usuário na utilização do equipamento, deixando-o ligado sem utilização e oferecendo assim riscos de incêndio à residência ou até mesmo riscos de ocorrência de queimaduras aos moradores do local.

Embora alguns fabricantes informem que esse dispositivo também torna o ferro elétrico de passar roupas energeticamente mais econômico, nesse trabalho não foi testado nenhum modelo que contemplasse tal dispositivo. Assim, fica como sugestão para trabalhos futuros, os ensaios desses modelos de ferro para comparação com os modelos convencionais e verificação da existência de economia de energia.

3.7 Vaporizador portátil

Além dos tradicionais ferros de passar a seco e a vapor, encontrados no mercado brasileiro para realização da tarefa doméstica de alisamento de roupas, os vaporizadores portáteis vêm ganhando espaço nesse mercado. Esse eletrodoméstico permite não apenas o alisamento, mas também a higienização de roupas penduradas no cabide. Essa praticidade pode reduzir o tempo para a execução da tarefa, auxiliando, por exemplo, as pessoas que necessitam sair cedo de casa e não têm roupa passada a sua disposição. Além disso, esse equipamento permite o alisamento e a higienização de cortinas sem a necessidade de sua remoção.

O vaporizador portátil não é fabricado para utilizar produtos químicos, mas somente água. Seu jato de vapor oscila entre 95° e 97° C, eliminando bactérias, fungos, ácaros e mofos sem danificar os tecidos. Fácil de manipular, este equipamento pode ser utilizado também na limpeza da casa, além de garantir que roupas e artigos de cama, mesa e banho sejam sempre higienizados e bem passados.

A principal diferença entre os ferros tradicionais e os vaporizadores é a ausência da chapa base para o alisamento dos tecidos. Contudo, como no ferro, o princípio de funcionamento desse eletrodoméstico também utiliza a Lei de Joule para transformar energia elétrica em calor através da dissipação da potência causada pela resistência elétrica, que aquece a água existente na caldeira para produção do vapor. A Figura 3.7 mostra o circuito elétrico de funcionamento do vaporizador portátil.

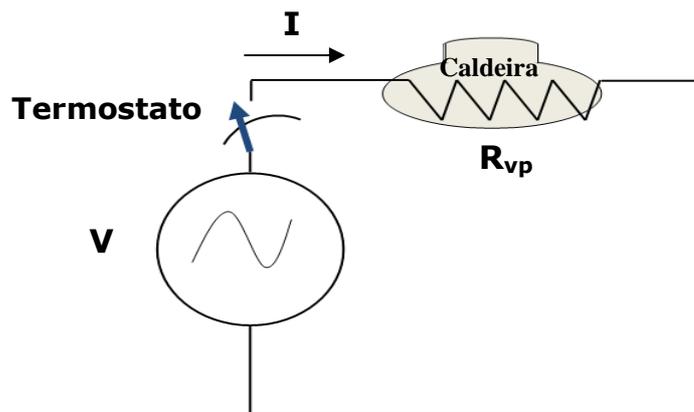


Figura 3.7– Circuito elétrico do vaporizador portátil

A formulação deste processo é apresentada a seguir:

Potência dissipada na resistência para aquecimento da caldeira em watts (P_{vp}):

$$P_{vp} = I^2 \cdot R_{vp} \quad (3.9)$$

Calor obtido pelo vaporizador portátil ligado em joule (Q_{vp}):

$$Q_{vp} = I^2 \cdot R_{vp} \cdot \Delta t \quad (3.10)$$

Onde:

I é a corrente elétrica solicitada na resistência em amperes;

R_{vp} é a resistência elétrica para produção de vapor em ohms;

Δt é o intervalo de tempo que o circuito permanece ligado em horas.

O consumo de energia elétrica do vaporizador (C_{vp}) é dado pela potência dissipada na resistência elétrica para produção de vapor no intervalo de tempo em que permanece ligado, como se verifica na seguinte formulação:

$$C_{vp} = I^2 \cdot R_{vp} \cdot \Delta t \quad (3.11)$$

Embora existam vantagens para aquisição do vaporizador portátil, o resultado final do trabalho realizado por esse eletrodoméstico no alisamento dos tecidos ainda apresenta pouca aceitação nas residências brasileiras, sendo utilizado apenas de forma complementar aos ferros a seco e a vapor. Esse fato faz com que o vaporizador portátil seja pouco representativo para análise da viabilidade de etiquetagem.

4. Metodologias a serem aplicadas no funcionamento do ferro de passar roupas

Este capítulo descreve os procedimentos adotados para determinação dos parâmetros de funcionamento do ferro elétrico de passar roupas, que teve como base a norma IEC 60311. Essa atividade contou com o apoio do Cepel, que através de uma demanda gerada pela Eletrobras Procel a respeito da avaliação do desempenho energético do ferro de passar, utilizou seus laboratórios e sua equipe técnica para realizar ensaios em diversos modelos novos e usados.

A avaliação de modelos novos e usados se fez necessária por dois motivos: o primeiro é o efeito comparativo do consumo de energia dos ferros com os avanços tecnológicos proporcionados por períodos de fabricação diferentes; o segundo motivo é a verificação da influência do desgaste dos componentes do ferro elétrico de passar roupas no seu consumo de energia elétrica.

Em uma primeira etapa, foram avaliadas oito amostras de ferros de passar usados, sendo que dois modelos contaram com duas amostras cada, totalizando seis modelos diferentes de ferros, conforme mostrado na Figura 4.1. Na segunda etapa, foram adquiridas amostras de ferros novos de diferentes fabricantes, modelos e características, totalizando oito modelos, conforme apresentado na Figura 4.2, cujos ensaios foram realizados em condições semelhantes à etapa anterior. Além disso, foram realizados alguns testes adicionais visando avaliar outras hipóteses sobre o comportamento dos ferros, as quais não haviam sido verificadas na primeira etapa.



Figura 4.1 - Modelos de ferros de passar usados
Fonte: (<http://www.buscape.com.br>, 2012)



Figura 4.2 - Modelos de ferros de passar novos
 Fonte: (<http://www.buscape.com.br>, 2012)

Para estudar o comportamento dos ferros de passar roupas em diversas situações de operação, visando principalmente à determinação do seu consumo de energia elétrica, foram realizados diversos ensaios com base em procedimentos simplificados da norma IEC 60311, nos meses de julho, outubro e novembro de 2011.

As temperaturas foram registradas com a utilização do multímetro ET 2615A, cujo sensor foi acoplado à chapa base do ferro de passar para simular a atividade realizada pelos seus usuários em uma tábua de passar roupas com tecido de algodão. A medição dos parâmetros elétricos (tensão, corrente, potência, energia, etc.) foi feita por meio dos medidores *Watts Up PRO ES* ou *Yokogawa CW240* (este utilizado somente para os ferros de 220V). Tais medidores possibilitaram o armazenamento e a leitura dos parâmetros verificados, os quais foram registrados em arquivos de dados. A Figura 4.3 ilustra a disposição dos equipamentos utilizados nos ensaios.

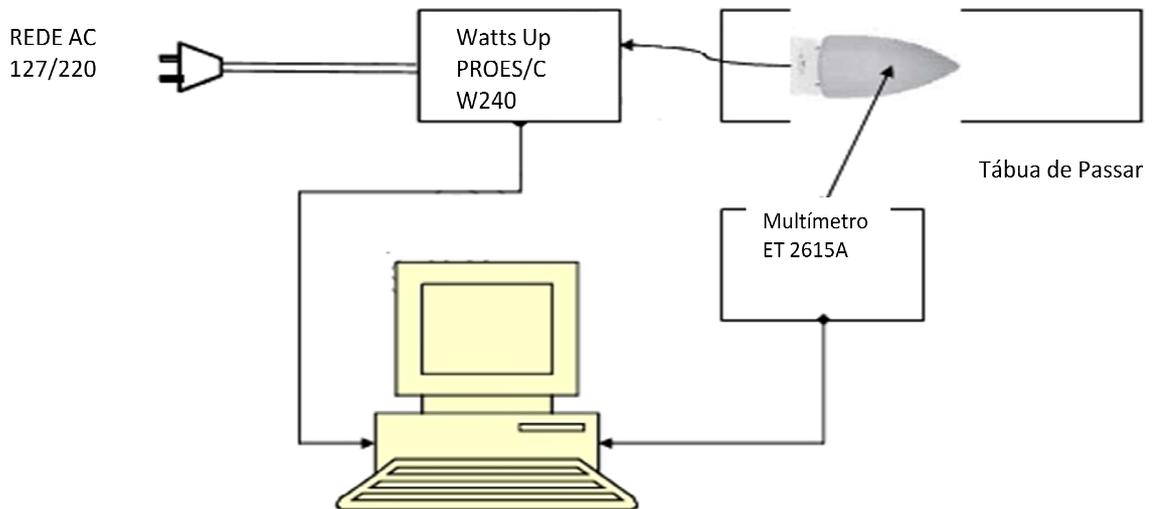


Figura 4.3 - Disposição dos equipamentos utilizados nos ensaios
Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

De maneira complementar às medições realizadas com os equipamentos citados anteriormente, utilizou-se o cronômetro portátil *Relmaq 8902* para registrar o primeiro momento em que o termostato liga e desliga o circuito elétrico. Esse equipamento também foi utilizado para simular as condições reais de utilização do ferro de passar roupas, descrita no item 4.2. A Figura 4.4 mostra ensaio realizado no Cepel.



Figura 4.4 – Foto de ensaio no Cepel
Fonte:(Eletrobras Cepel, 2012)

4.1 Método para determinação dos parâmetros de aquecimento

Primeiramente, o medidor de consumo *Watts Up* ou (CW240) é inicializado juntamente com a leitura de temperatura do multímetro (ET 2615A), registrando-se assim a temperatura inicial da chapa base (temperatura ambiente). O ferro é, então, ligado através do seletor do termostato na posição máxima, ou seja, em três pontos (Tabela 3.1), para o registro da variação de temperatura, corrente elétrica, potência e energia consumida, monitorando-se o momento em que o equipamento atinge sua temperatura máxima. Nesse instante, o termostato abre o circuito elétrico e a temperatura começa a cair até o momento em que o termostato religa o circuito elétrico, mantendo-se em uma faixa de temperatura de utilização, ou seja, a faixa em torno da qual a temperatura do ferro oscilará. A energia gasta para aquecimento do ferro de passar refere-se àquela consumida até este ponto de religamento. A partir desse ponto será registrada a energia consumida em regime de operação.

A Figura 4.5 apresenta o fluxograma de procedimentos para se obter os parâmetros elétricos e a variação de temperatura no período de aquecimento do ferro elétrico de passar roupas.

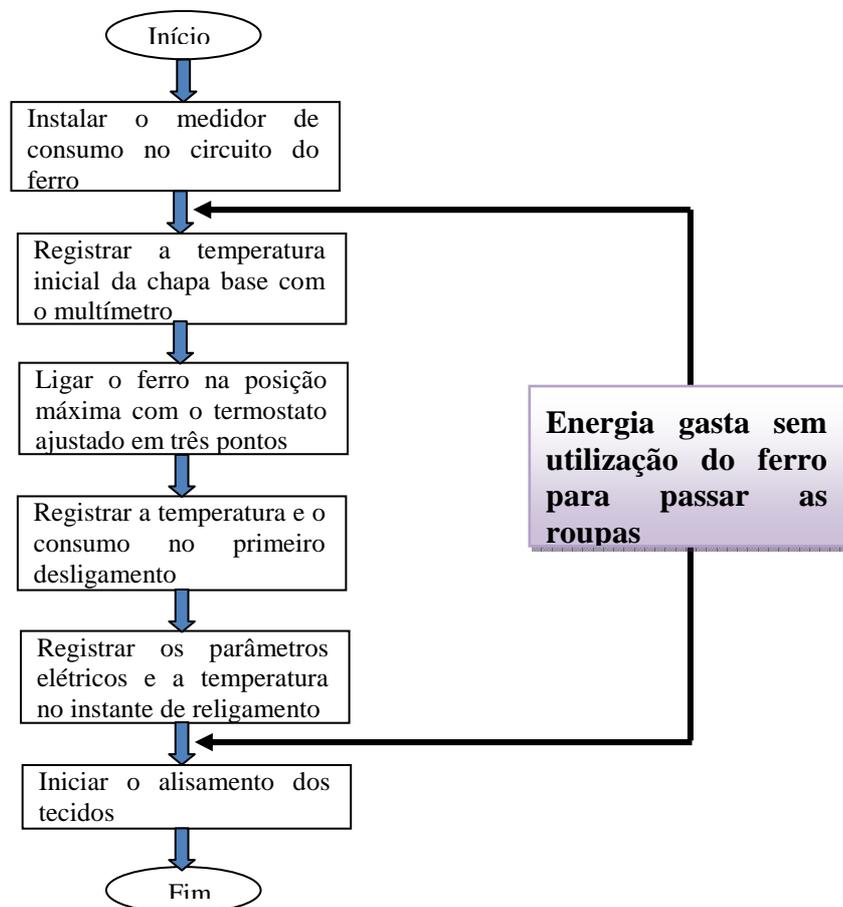


Figura 4.5 - Fluxograma para determinação dos parâmetros de aquecimento do ferro
Fonte: (Adaptado da IEC 60311)

4.2 Método para determinação dos parâmetros de utilização

Seguindo orientação da norma IEC 60311, o objetivo desse procedimento é simular as condições reais de utilização do ferro de passar roupas. Assim, após o primeiro religamento, o ferro é utilizado para passar roupas por vinte segundos e, em seguida, é deixado descansando por dez segundos, alternadamente, por um tempo total de dez minutos, composto de 20 ciclos de uso/reposo. Finalizado esse período, o ferro é, então, desligado e registra-se a energia consumida e a potência máxima utilizada em toda a sua operação.

De acordo com a norma, para analisar o comportamento de uso do ferro de passar durante um período de uma hora, basta multiplicar por seis os resultados obtidos na primeira medição. Da mesma forma, para a utilização do ferro por duas horas, basta multiplicar por dois os resultados encontrados em uma hora. A Figura 4.6 mostra o fluxograma de procedimentos para verificação do consumo durante a utilização do ferro de passar.

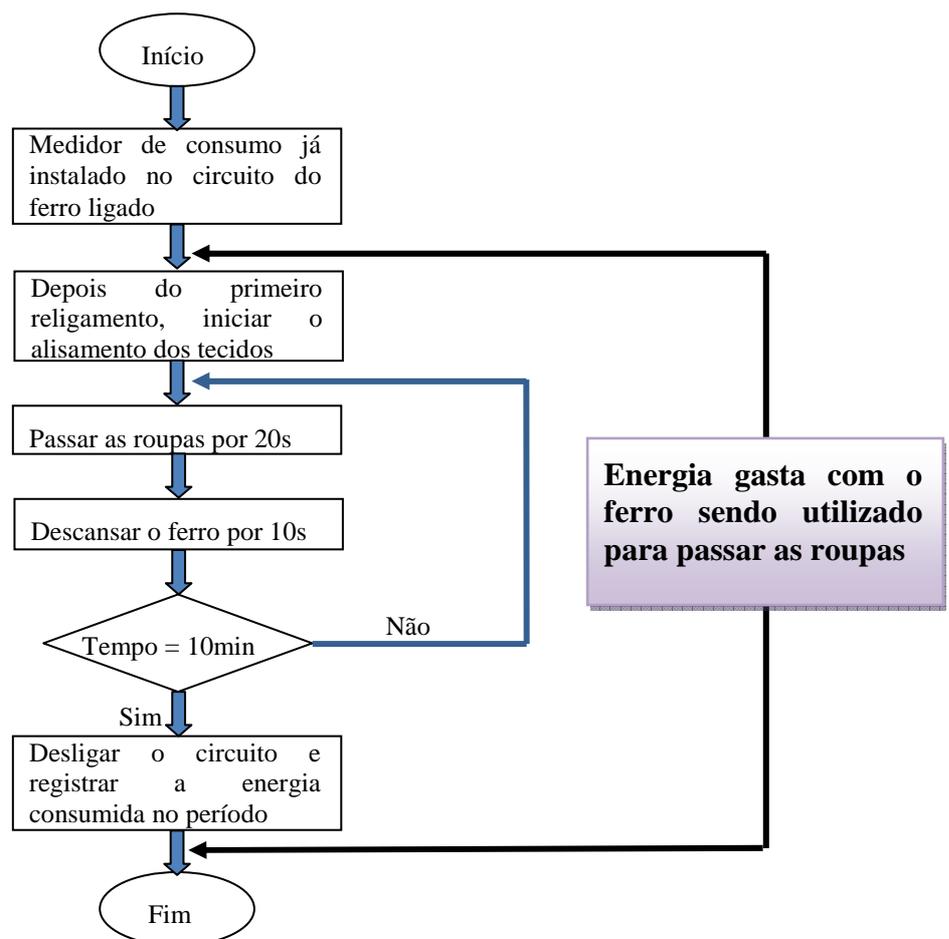


Figura 4.6 - Fluxograma para verificação do consumo do ferro durante a sua utilização
Fonte: (Adaptado da IEC 60311)

4.3 Método para determinação dos parâmetros em repouso

Os métodos descritos anteriormente foram realizados tanto para os modelos “usados” quanto para os modelos “novos” de ferro de passar roupas. Contudo, para fazer uma melhor avaliação do comportamento desse eletrodoméstico, foram realizados outros dois ensaios adicionais utilizando somente modelos de ferros novos. São eles: ensaio de consumo em repouso e ensaio de consumo para produção de vapor.

O ensaio de consumo em repouso foi realizado de maneira idêntica às condições impostas ao procedimento anterior, exceto pela ausência do ciclo de passagem das roupas, isto é, após o aquecimento inicial. Nesse caso, o ferro foi mantido em repouso na posição vertical durante dez minutos, sendo possível registrar as mesmas informações verificadas no teste anterior.

Ressalta-se ainda que, com esse ensaio, pode-se ter a verdadeira noção da parcela de consumo de energia que é atribuída ao ato de passar as roupas. A Figura 4.7 apresenta o fluxograma de procedimentos para verificação do consumo energético do ferro em repouso.

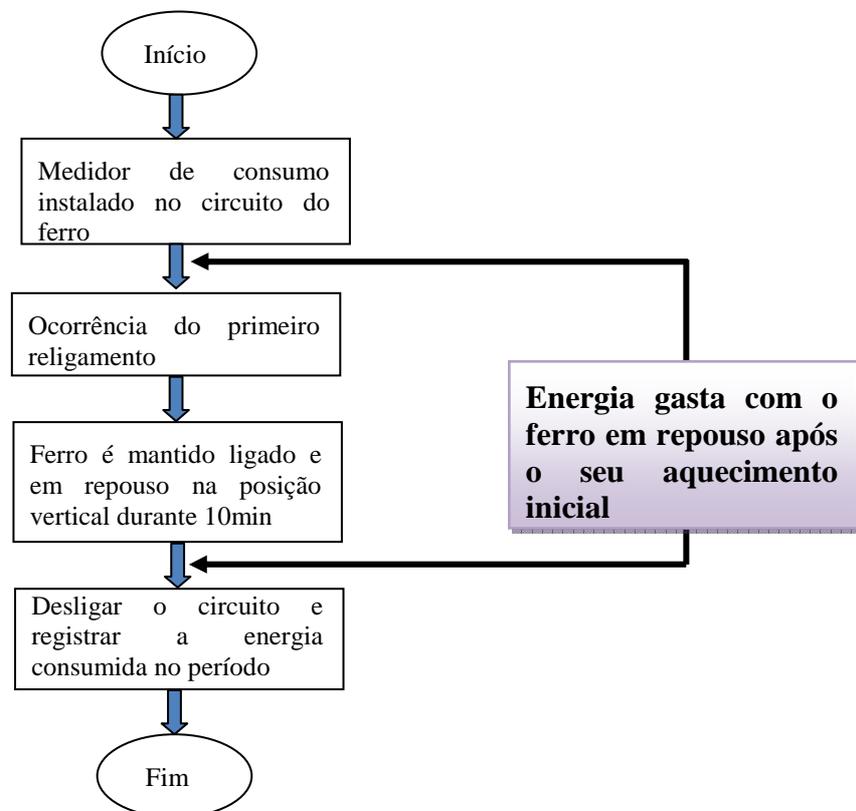


Figura 4.7 - Fluxograma para verificação do consumo energético do ferro em repouso
Fonte: (Adaptado da IEC 60311)

4.4 Método para determinação da relação “consumo X produção de vapor”

Devido à necessidade de verificar algumas diferenças no consumo de energia elétrica dos diversos modelos de ferros de passar, funcionando no modo a vapor, foi realizado um procedimento para determinar a relação “consumo X produção de vapor”.

Inicialmente, com o auxílio de uma balança eletrônica, mediu-se o peso do ferro de passar antes do início do ensaio. Em seguida, o equipamento foi abastecido com água até 50% de sua capacidade total e pesado novamente. O ferro foi, então, fixado em uma estrutura e suspenso na horizontal a 1,5 m de altura em relação ao piso.

O teste foi iniciado com o ferro no modo seco (saídas de vapor fechadas) durante o tempo de aquecimento inicial, de maneira idêntica aos testes anteriores. Destaca-se ainda que, foram utilizados os mesmos instrumentos das medições anteriores para o registro de temperatura, potência e energia.

Uma vez atingida à temperatura de trabalho, a saída de vapor foi ajustada para 50% de sua capacidade. O ferro foi utilizado para passar roupas por vinte segundos e deixado descansando por dez segundos, totalizando um período de seis minutos, composto por 12 ciclos de uso/repouso. Ao término desses ciclos, o ferro foi desligado, registrou-se o seu consumo e fechou-se a saída de vapor até o retorno à temperatura ambiente. O equipamento foi, então, pesado novamente para calcular a quantidade de vapor produzido.

Figura 4.8 ilustra passo a passo o fluxograma de procedimentos para obtenção da energia consumida pelo ferro elétrico de passar para produção de certa quantidade de vapor.

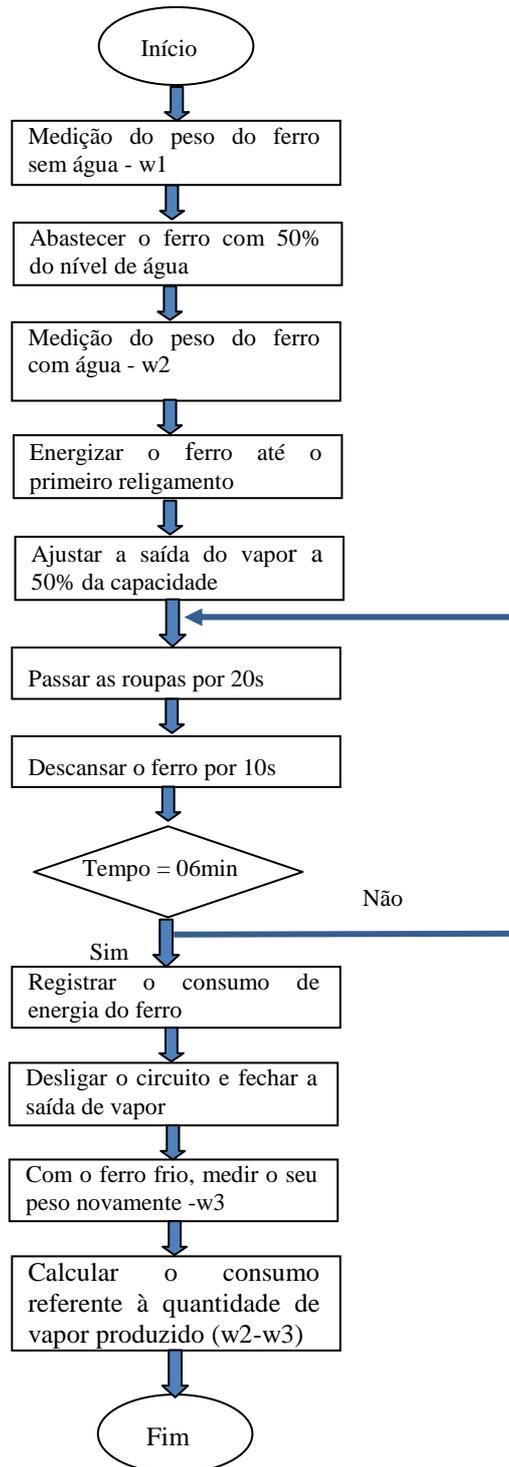


Figura 4.8 - Fluxograma para verificação do consumo do ferro por quantidade de vapor produzido
 Fonte: (Adaptado da IEC 60311)

5. Resultados Obtidos

Este capítulo apresenta a análise dos resultados obtidos nos ensaios de laboratório, realizados no Eletrobras Cepel, em diversos modelos de ferros de passar roupas “novos e usados”, cujos procedimentos foram adaptados da norma IEC60311. Foi feita uma análise comparativa envolvendo procedimentos para determinação das temperaturas (calor) alcançadas, da potência elétrica medida e nominal (declarada pelo fabricante), do consumo de energia elétrica, da relação entre produção de vapor e consumo de energia elétrica e principalmente do custo final da energia consumida. As informações coletadas nesses procedimentos farão parte do conjunto de subsídios necessários para verificação da viabilidade de um programa de etiquetagem para ferros de passar roupas de uso residencial no Brasil.

Como o objetivo da pesquisa é puramente científico, a divulgação dos resultados irá respeitar o sigilo existente entre as marcas de ferros. Dessa forma, os modelos das diversas marcas ensaiados serão tratados no estudo como amostras de ferro de passar roupas a vapor e a seco.

É importante ainda destacar que os modelos de ferro de passar a vapor foram ensaiados tanto no modo a vapor quanto no modo a seco, através da atuação no botão de fechamento do vapor.

5.1 Comparativo de temperaturas (calor)

Conforme apresentado no Capítulo 4, a variação de temperatura na chapa base do ferro de passar roupas foi registrada pelo multímetro ET2615A. Antes do início do ensaio, com o ferro frio, registrou-se a sua temperatura inicial. Em seguida, ligou-se o ferro e, no momento do primeiro desligamento, registrou-se a temperatura máxima alcançada. Depois, durante o funcionamento normal do ferro, foi registrada a temperatura de utilização (trabalho).

Vale ressaltar que, para medição e análise das temperaturas alcançadas, ajustou-se os termostatos de todos os ferros na posição máxima de temperatura, ou seja, na posição de três pontos, conforme Tabela 3.1.

A Tabela 5.1 e a Figura 5.1 mostram, de forma comparativa, a variação da temperatura nos diversos modelos de ferros usados.

Tabela 5.1 – Temperaturas de funcionamento em ferros usados

Amostra	Modo de Utilização	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura de Trabalho (°C)
01	Seco	23	269	186
01	Vapor	22	257	214
02	Seco	21	272	205
02	Vapor	22	257	193
03	Seco	24	346	243
04	Seco	24	244	189
05	Seco	25	221	181
05	Vapor	22	197	179
06	Seco	25	211	174
06	Vapor	22	207	177
07	Seco	23	251	180
07	Vapor	22	240	181
08	Seco	22	235	184
08	Vapor	25	232	189

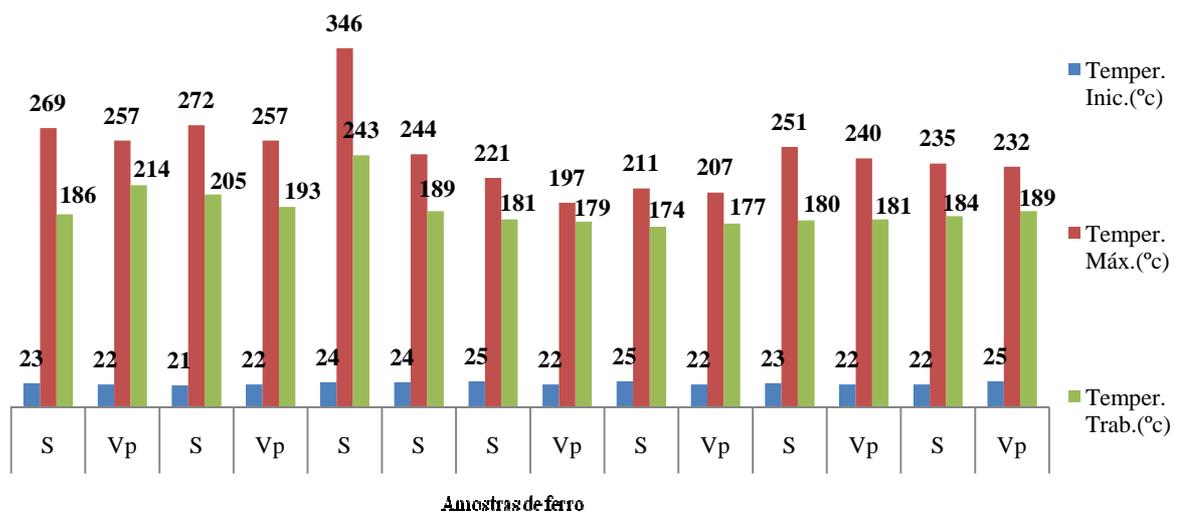


Figura 5.1– Temperaturas de funcionamento em ferros usados
 Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

Analisando as temperaturas obtidas nos ensaios realizados, verificou-se que, apesar do tempo de uso, quase todos os ferros de passar roupas mantiveram as temperaturas ajustadas pelo termostato, observando ainda que, na maioria dos casos, os ferros a seco atingiram temperaturas máximas maiores do que o mesmo modelo a vapor. No que se refere às temperaturas de trabalho, verificou-se que, com a exceção da amostra 3 que parece ter algum tipo de defeito em seu termostato, a diferença entre a média das temperaturas (185,6 °C) e a maior temperatura aferida para os ferros a seco (205 °C) foi de 9,5%. Para os ferros a vapor, essa diferença alcançou 11,7%.

É importante observar que esses eletrodomésticos possuem diferentes tempos de uso e foram submetidos a esforços distintos, ocasionando, em consequência, desgastes diferentes. Dessa forma, seria perfeitamente possível obter uma grande diferença entre as temperaturas registradas, fato que não é percebido nos resultados.

A Tabela 5.2 e a Figura 5.2 apresentam os resultados obtidos de temperatura nos ensaios realizados em modelos de ferros novos.

Tabela 5.2 – Temperaturas de funcionamento em ferros novos

Amostra	Modo de Utilização	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura de Trabalho (°C)
01	Seco	23	236	195
02	Seco	22	223	187
03	Seco	22	226	195
04	Seco	24	201	188
04	Vapor	21	207	192
05	Seco	21	235	197
05	Vapor	20	221	188
06	Seco	22	227	197
06	Vapor	22	223	195
07	Seco	23	214	193
07	Vapor	23	214	191
08	Seco	22	224	195
08	Vapor	22	223	195

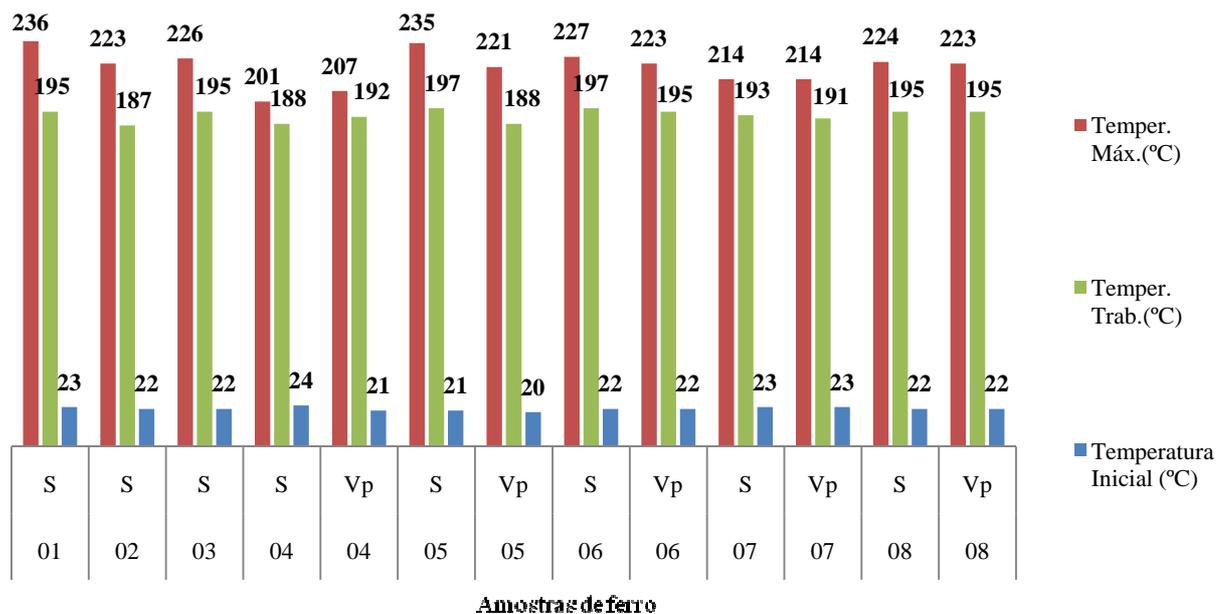


Figura 5.2 – Temperaturas de funcionamento em ferros novos

Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

De acordo com os resultados, diferente dos ferros usados visto acima, verificou-se que as temperaturas ajustadas pelo termostato foram mantidas para todos os ferros novos de passar roupas, contudo, verificou-se que da mesma forma que ocorre com os modelos usados, a maioria dos modelos de ferros novos a seco apresentaram valores maiores para as temperaturas máximas em comparação aos modelos novos a vapor. Quanto às temperaturas de trabalho, verificou-se que a diferença entre a média das temperaturas (193,4 °C) e a maior temperatura aferida para ferros novos a seco (197 °C) foi de 1,8%, enquanto que para os modelos a vapor essa diferença foi de 1,4%, o que confirma que os ferros a seco atingem temperaturas máximas maiores que os ferros a vapor.

A análise comparativa entre as temperaturas dos ferros usados e dos novos mostra que, com o passar do tempo de uso, esses eletrodomésticos tendem apresentar uma maior variação de temperatura. Muito provavelmente esse fato ocorre devido ao desgaste nos componentes de seus termostatos.

5.2 Determinação da potência e do consumo de energia

Os resultados obtidos de potência elétrica e consumo de energia pode direcionar a pesquisa para a determinação da viabilidade de etiquetagem dos ferros elétricos a seco e a vapor.

Tabela 5.3 apresenta os resultados alcançados após a realização dos procedimentos descritos no item 4.2, para determinação da potência elétrica e do consumo de energia em ferros de passar usados, funcionando a seco e a vapor.

Vale ressaltar que o consumo inicial e o consumo em 10 minutos de uso do ferro foram medidos em ensaios de laboratório segundo as recomendações do documento: “*International Electrotechnical Commission IEC 60311*”, que se denomina nessa dissertação de norma IEC 60311. As equações desse capítulo são adequações da norma IEC 60311 (cf. IEC 60311, 2002). Dessa forma, o consumo de energia (C) após uma e duas horas de uso de ferros a seco e a vapor, usados e novos, foram determinados a partir da seguinte equação (cf. IEC 60311, 2002, p. 14):

$$C = C_i + 6 \cdot C_{10} \cdot k \quad (5.1)$$

Onde:

C_i : consumo de energia inicial do ferro (Wh);

k : valor múltiplo do tempo ($k=1$ para 1 hora de funcionamento, $k=2$ para 2 horas de funcionamento etc.)⁶;
 C_{10} : consumo de energia do ferroem 10 minutos de uso (Wh).

Tabela 5.3 – Potência e consumo de energia de ferros de passar usados

Amostra	Modo de Utilização	Potência Nominal (W)	Potência Medida (W)	Consumo Inicial (Wh)	Consumo 10 min. (Wh)	Consumo 1 h (Wh)	Consumo 2 h (Wh)
01	Seco	1.200	1.211	19,4	30,3	201,2	383,0
01	Vapor	1.200	1.217	24,2	108,9	677,6	1.331,0
02	Seco	1.200	1.235	22,6	36,9	244,0	465,4
02	Vapor	1.200	1.232	22,9	111,2	690,1	1.357,3
03	Seco	1.000	1.053	21,8	31,3	209,6	397,4
04	Seco	1.200	1.098	22,4	38,8	255,2	488,0
05	Seco	1.000	991	19,3	34,0	223,3	427,3
05	Vapor	1.000	983	20,9	55,8	355,7	690,5
06	Seco	1.400	994	20,4	28,8	193,2	366,0
06	Vapor	1.400	1.001	23,4	89,3	559,2	1.095,0
07	Seco	1.400	1.245	25,8	28,8	198,6	371,4
07	Vapor	1.400	1.264	26,3	113,2	705,5	1.384,7
08	Seco	1.400	1.239	23,2	30,8	208,0	392,8
08	Vapor	1.400	1.264	23,3	100,8	628,1	1.232,9

A Figura 5.3 mostra uma análise comparativa entre a potência declarada pelos fabricantes e a potência medida em laboratório dos ferros usados. Percebe-se que apenas a amostra 5 a seco a potência declarada pelos fabricantes está igual a potência medida em laboratório.

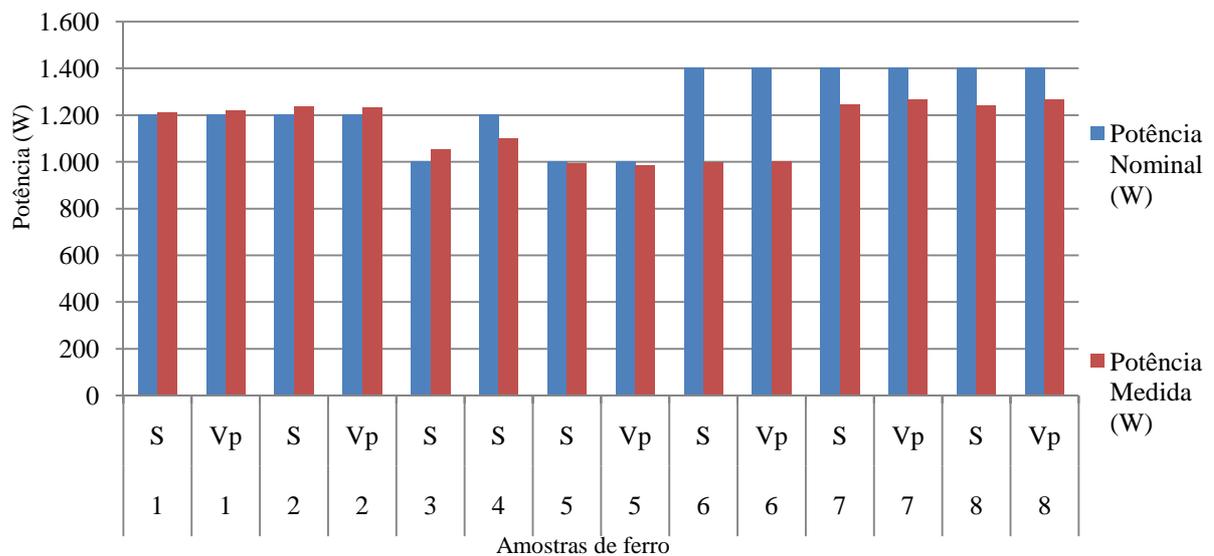


Figura 5.3 – Potência elétrica de ferros usados
 Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

⁶ O valor k é adimensional porque o tempo em horas já está embutido no valor de C_{10} .

A Figura 5.4 apresenta o consumo de energia dos ferros elétricos de passar usados no início de funcionamento, bem como após uma e duas horas de uso.

O consumo inicial é caracterizado pela energia gasta durante o aquecimento inicial da chapa base do ferro de passar, ou seja, é o consumo de energia do ferro sem a realização de sua atividade principal, que é o alisamento dos tecidos. Apesar de ser uma etapa necessária para um bom resultado da operação do ferro, o consumo inicial é considerada uma etapa de desperdício de energia elétrica do equipamento. De acordo com a Figura 5.4, nota-se que na fase inicial de funcionamento não existe diferença de consumo entre ferros a seco e a vapor. Contudo, essa diferença torna-se mais evidente com o decorrer do tempo de utilização, com o consumo do ferro a seco podendo chegar a 26,8% do consumo do ferro a vapor, como, por exemplo, entre as amostra 7 de modelos usados funcionando a seco ou a vapor, para duas horas de funcionamento.

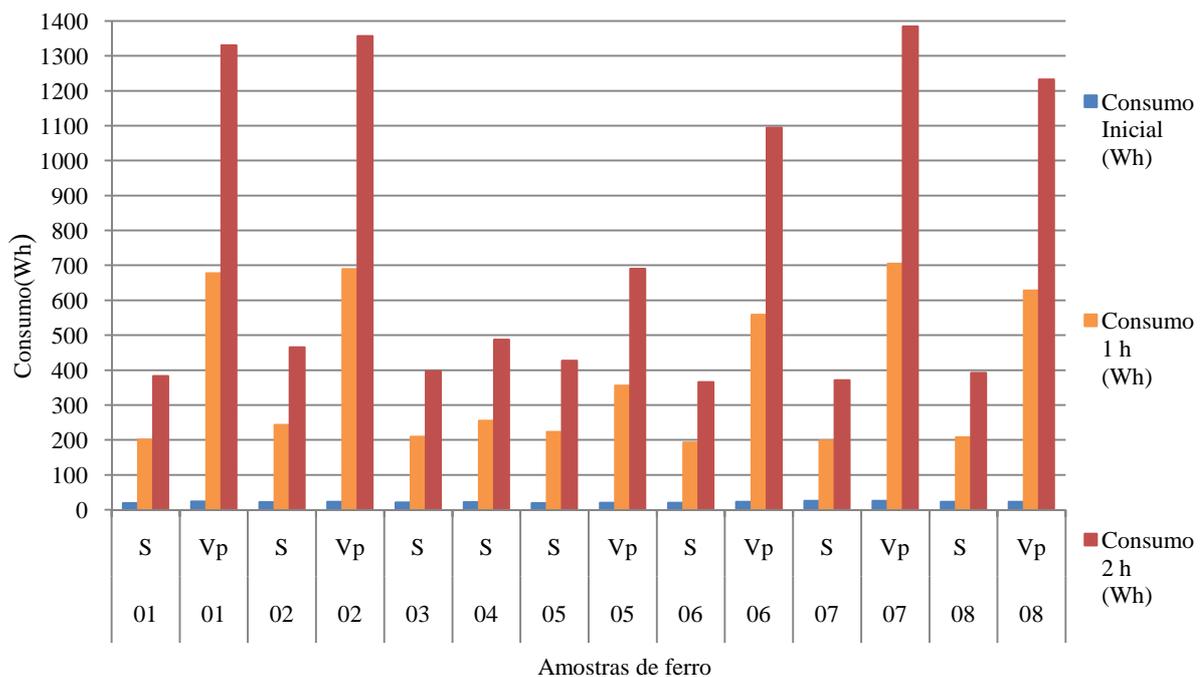


Figura 5.4 – Consumo de energia de ferros usados
Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

A Figura 5.5 apresenta as linhas de tendência de “Consumo X Potência” para ferros de passar usados a seco e a vapor. De acordo com o agrupamento dos pontos, percebe-se que os ferros a seco e a vapor possuem patamares totalmente distintos de consumo de energia. Em uma hora de funcionamento, os ferros a vapor consomem em média três vezes mais energia que o ferro a seco. Com esse fato é possível afirmar que, para o caso de viabilidade de um programa de etiquetagem, os ferros a seco e a vapor deverão ser tratados em categorias distintas. Uma

outra análise indica que uma etiquetagem de comparação se aplicaria apenas aos ferros a vapor, uma vez que os pontos da curva para esse modelo encontram-se menos agrupados do que os pontos da curva do ferro a seco.

Também pode ser verificado no gráfico da Figura 5.5 que o consumo de energia do ferro elétrico de passar roupas depende mais do tempo de utilização do que da potência dissipada em sua resistência elétrica, uma vez que, os ferros elétricos mais potentes chegam mais rapidamente a temperatura de utilização. Essa afirmação vem do fato de existir uma larga faixa de potência entre os modelos de ferros usados, principalmente nos ferros a seco, resultando em valores de consumo de energia muito equivalentes.

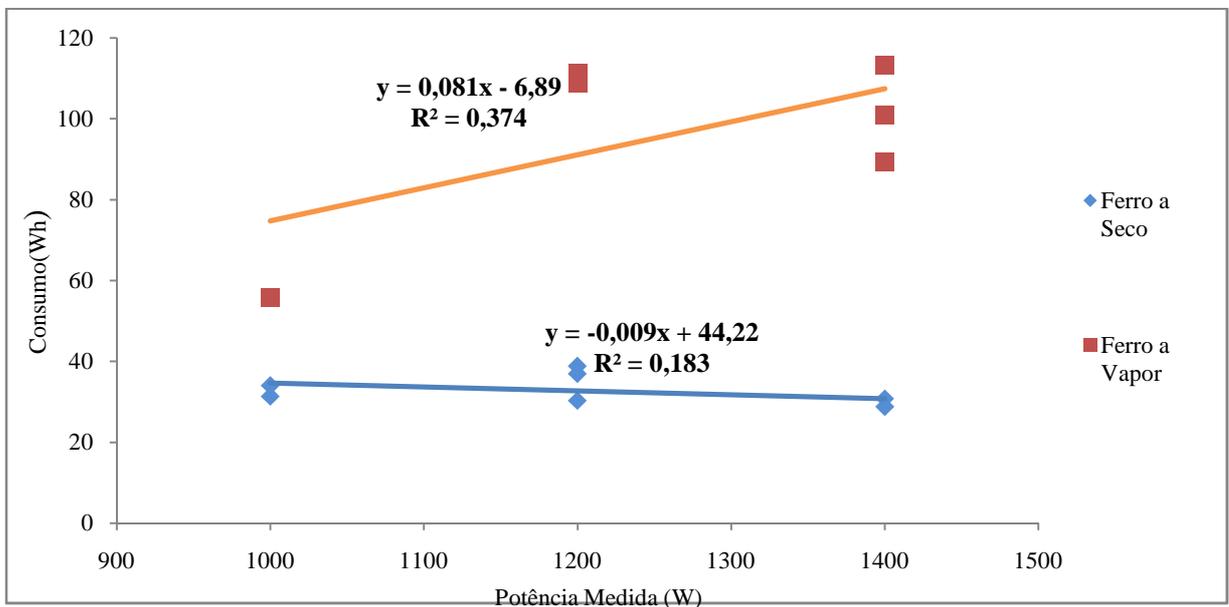


Figura 5.5 – Linhas de tendência de Consumo X Potência de ferros usados
Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

Embora as informações sobre ferros de passar roupas usados sejam relevantes para verificação dos efeitos causados pelo desgaste dos seus componentes, também é de suma importância para verificação da viabilidade de um programa de etiquetagem a realização de ensaios em modelos novos, uma vez que programas de etiquetagem, como o PBE, testam equipamentos recém fabricados. Dessa forma, os mesmos procedimentos utilizados para determinação da potência elétrica e do consumo de energia dos ferros usados foram adotados para os diversos modelos de ferros novos, funcionando a seco e a vapor, cujos resultados estão apresentados na Tabela 5.4.

Tabela 5.4– Potência e consumo de energia de ferros de passar novos

Amostra	Modo de Utilização	Potência Nominal (W)	Potência Medida (W)	Consumo Inicial (Wh)	Consumo 10 min. (Wh)	Consumo 1 h (Wh)	Consumo 2 h (Wh)
01	Seco	1.200	1.180	22,1	34,8	230,9	439,7
02	Seco	1.000	988	10,1	28,5	181,1	352,1
03	Seco	1.000	1.001	16,5	33,5	217,5	418,5
04	Seco	1.500	1.220	23,4	35,4	235,8	448,2
04	Vapor	1.500	1.239	24,0	93,2	583,2	1.142,4
05	Seco	1.400	1.318	17,2	34	221,2	425,2
05	Vapor	1.400	1.321	17,2	91,4	565,6	1.114,0
06	Seco	1.000	957	24,7	40,9	270,1	515,5
06	Vapor	1.000	960	24,4	101,8	635,2	1.246,0
07	Seco	2.400	1.996	41,0	37,5	266,0	491,0
07	Vapor	2.400	1.979	41,2	119,7	759,4	1.477,6
08	Seco	2.400	1.963	39,1	38,1	267,7	496,3
08	Vapor	2.400	1.978	39,1	111,1	705,7	1.372,3

A Figura 5.6 apresenta os valores de potência declarada pelos fabricantes e de potência medida em laboratório dos ferros novos. Diferentemente dos modelos usados, foi percebido que nos ferros novos, com exceção da amostra 3, a potência medida foi sempre inferior à potência declarada pelos fabricantes.

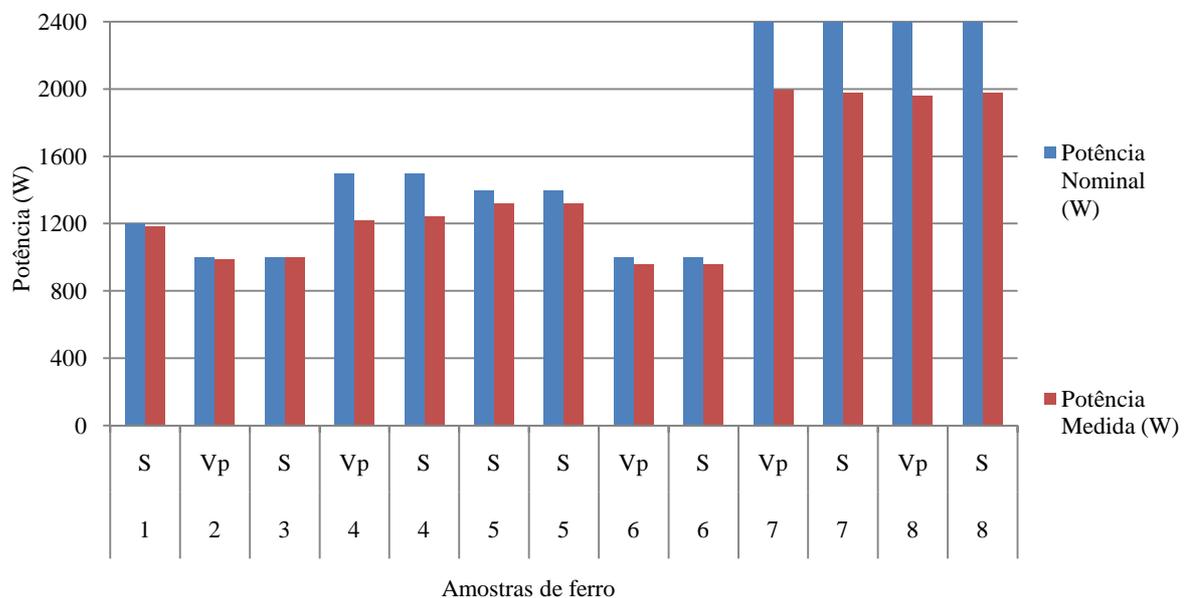


Figura 5.6– Potência elétrica de ferros novos
Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

Os resultados de consumo de energia dos ferros de passar novos estão apresentados na Figura 5.7. De maneira semelhante aos modelos usados, o consumo inicial dos modelos de ferros novos também apresentou valores muito próximos. Esse fato mostra que o tempo de uso tem pouca influência sobre a operação do termostato no aquecimento inicial.

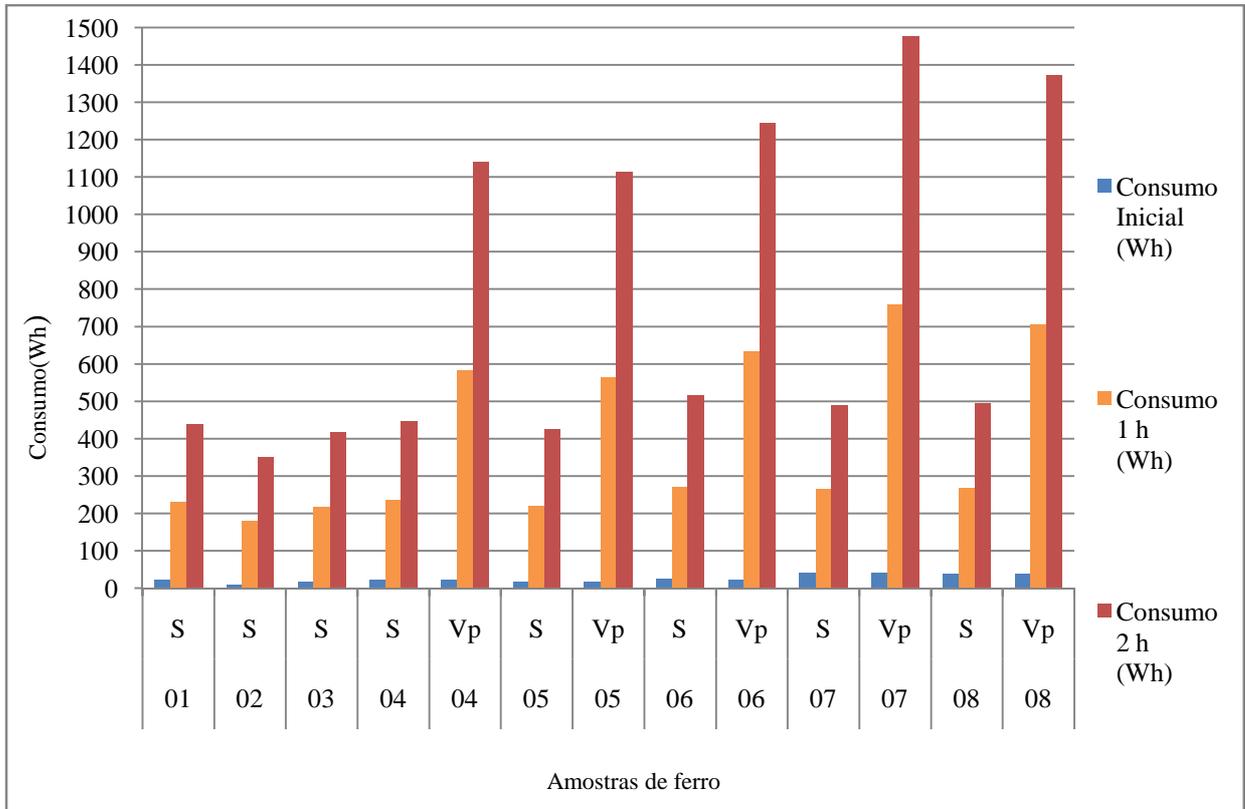


Figura 5.7 – Consumo de energia de ferros novos
 Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

A Figura 5.8 apresenta as linhas de tendência de “Potência X Consumo” dos ferros novos a seco e a vapor. De maneira similar aos ferros usados, verificou-se que os modelos a vapor consomem em média três vezes mais energia que os modelos a seco. Ratificando o que foi informado para os equipamentos usados, os dados de potência e consumo obtidos nos ensaios de ferros novos confirmam que os ferros a seco e a vapor deverão ser etiquetados em categorias distintas.

Nesse trabalho, será mostrado mais adiante que a diferença existente no consumo de energia dos modelos de ferros a vapor, verificado na Figura 5.8, se dá pela maior ou menor capacidade de produção de vapor.

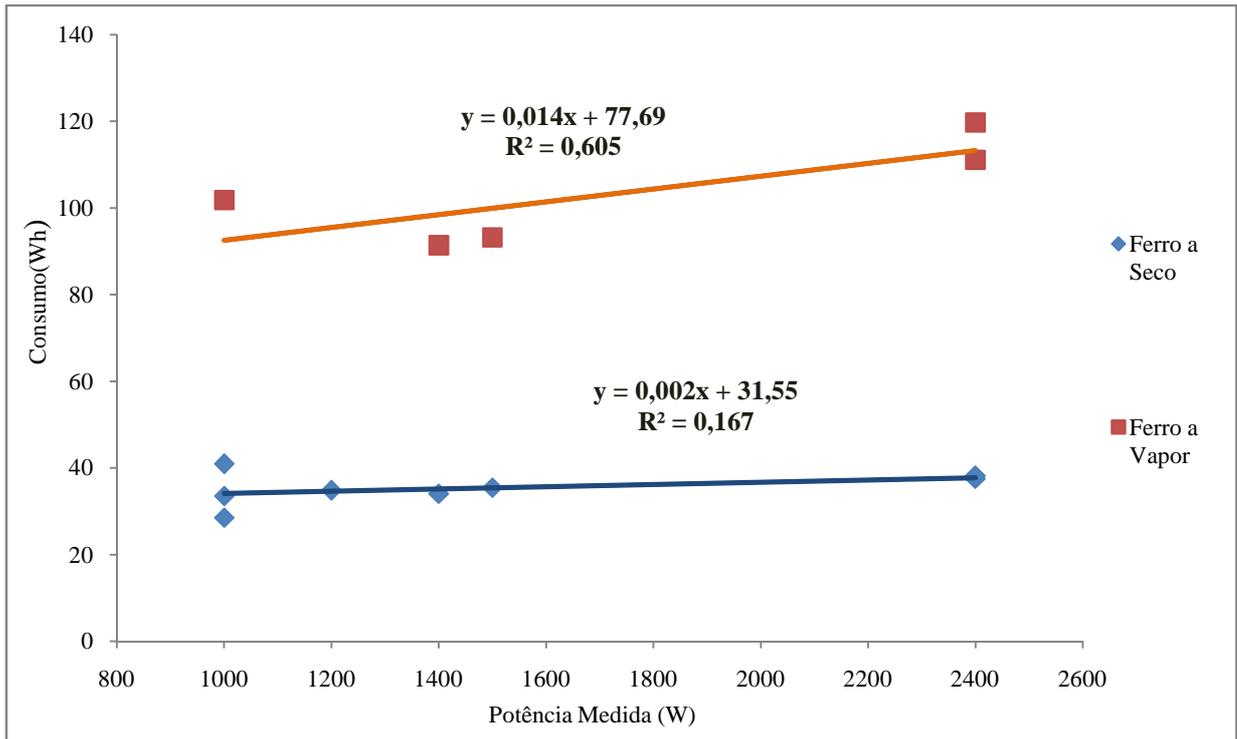


Figura 5.8 – Linhas de tendência de Consumo X Potência de ferros novos
Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

5.2.1 Consumo de energia do ferro em repouso

Para determinação do consumo de energia do ferro em repouso foi utilizando os procedimentos descritos no item 4.3 somente nos modelos de ferros novos. Os resultados de consumo do ferro de passar em repouso e em funcionamento normal, quando utilizado no modo a seco, estão representados na Tabela 5.5. É importante lembrar que em repouso o ferro a vapor normalmente não produz vapor e, portanto, o ensaio contou apenas com modelos utilizados a seco.

Tabela 5.5 – Relação entre o consumo em repouso e em uso de ferros novos a seco

Amostra	Modo de Utilização	Consumo 10 min (Wh) uso	Consumo 10 min (Wh) repouso	Relação $C_{\text{repouso}}/C_{\text{uso}}$
01	Seco	34,8	22,6	65%
02	Seco	28,5	18,5	65%
03	Seco	33,5	21,9	65,6%
04	Seco	35,4	25,4	71,8%
05	Seco	34,0	23,5	69,2%
06	Seco	40,9	30,7	75,1%
07	Seco	37,5	29,4	78,5%
08	Seco	38,1	29,8	78,2%

De acordo com os resultados, observa-se que nos primeiros 10 minutos o ferro a seco em repouso consome, em média, 71% da energia que consome no seu funcionamento normal, ou

seja, a troca de calor com o tecido faz com que o ferro de passar a seco consuma, em média, 29% a mais de energia.

5.2.2. Consumo de energia e produção de vapor

Conforme verificado na Figura 5.8, o consumo de energia dos modelos de ferros novos a seco é muito próximo. No entanto, percebeu-se que existe uma diferença maior no consumo de energia dos modelos de ferro a vapor. Diante disso, surgiu a necessidade de verificar se a produção de vapor tem influência no consumo de energia do ferro. Então, utilizando o procedimento descrito no item 4.4, foi obtida a relação entre a produção de vapor (P_{vapor}) e o consumo de energia, conforme apresentado na Tabela 5.6.

Tabela 5.6– Relação entre a produção de vapor e o consumo de energia

Amostra	P_{vapor} (g)	Consumo 6 min (Wh)	Relação $P_{\text{vapor}}/\text{Consumo}$ (g/Wh)
04	80,0	79,4	1,01
05	65,0	67,4	0,96
06	80,0	76,5	1,05
07	155,9	136,8	1,14
08	105,8	96,5	1,10

Confirmando as expectativas, verificou-se que as amostras 7 e 8 produzem mais vapor, bem como consomem mais energia. Portanto, fica evidenciado que quanto maior a produção de vapor maior é o consumo de energia do ferro elétrico de passar roupas. Caso exista a viabilidade de um programa de etiquetagem, a capacidade de produção de vapor também deverá ser avaliada.

5.3 Comportamento do ferro a seco em funcionamento

A Figura 5.9 apresenta os valores de consumo de energia e de potência elétrica, obtidos durante os primeiros 15 minutos do ensaio de simulação de um ferro de passar a seco com potência nominal de 1400 W, em funcionamento normal, conforme procedimento descrito no item 4.2.

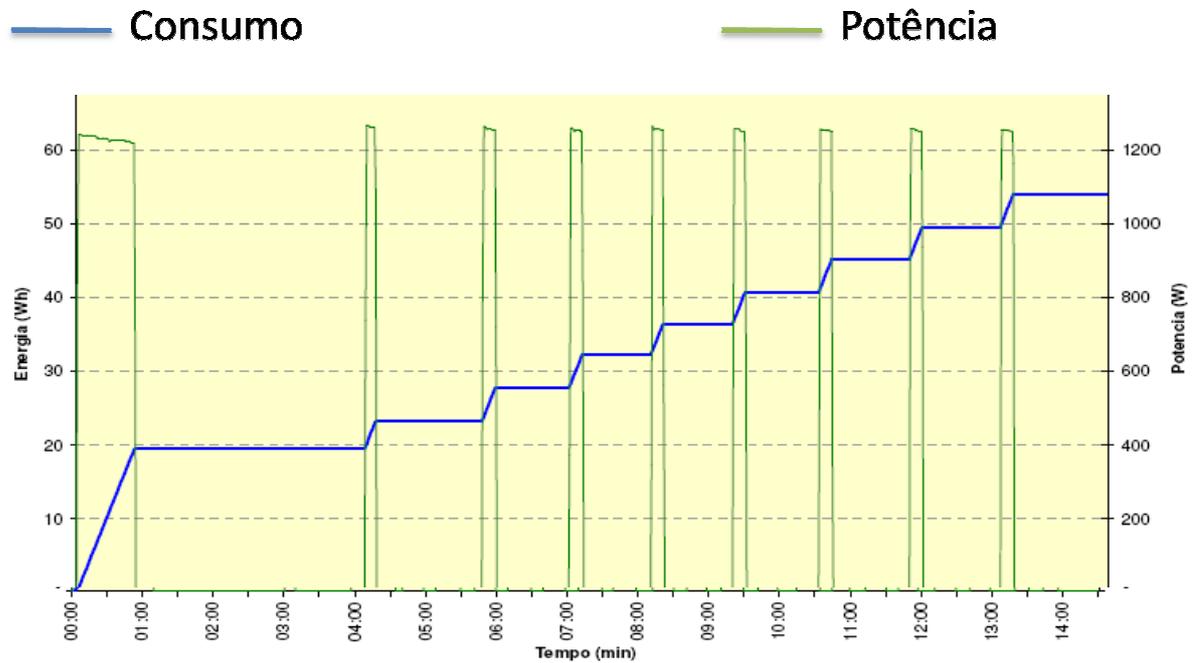


Figura 5.9 – Curva do comportamento do ferro a seco (Consumo X Potência X Tempo)
Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

Analisando a Figura 5.9, verifica-se que nos primeiros ciclos de 10 minutos, o ferro de passar consome energia em apenas em 2,25 minutos de seu funcionamento. Nos outros 7,75 minutos, o ferro de passar a seco permanece desligado pelo seu termostato, embora ainda seja utilizado para o alisamento dos tecidos. Fazendo a mesma análise para os próximos ciclos de 10 minutos, sem a necessidade do aquecimento inicial, o ferro elétrico de passar consome energia durante 2 minutos e permanece desligado pelo termostato durante 8 minutos. Sem dúvida, a propriedade termodinâmica de resfriamento dos materiais, apresentada no item 3.4, em conjunto com a atuação do termostato é o motivo pelo baixo consumo de energia desse eletrodoméstico.

5.4 Comportamento do ferro a vapor em funcionamento

O procedimento descrito no item 4.2 também foi realizado para um ferro a vapor com potência nominal de 1200 W em seus primeiros 15 minutos de funcionamento, com o intuito de registrar o consumo de energia e a potência elétrica, conforme apresentado na Figura 5.10.

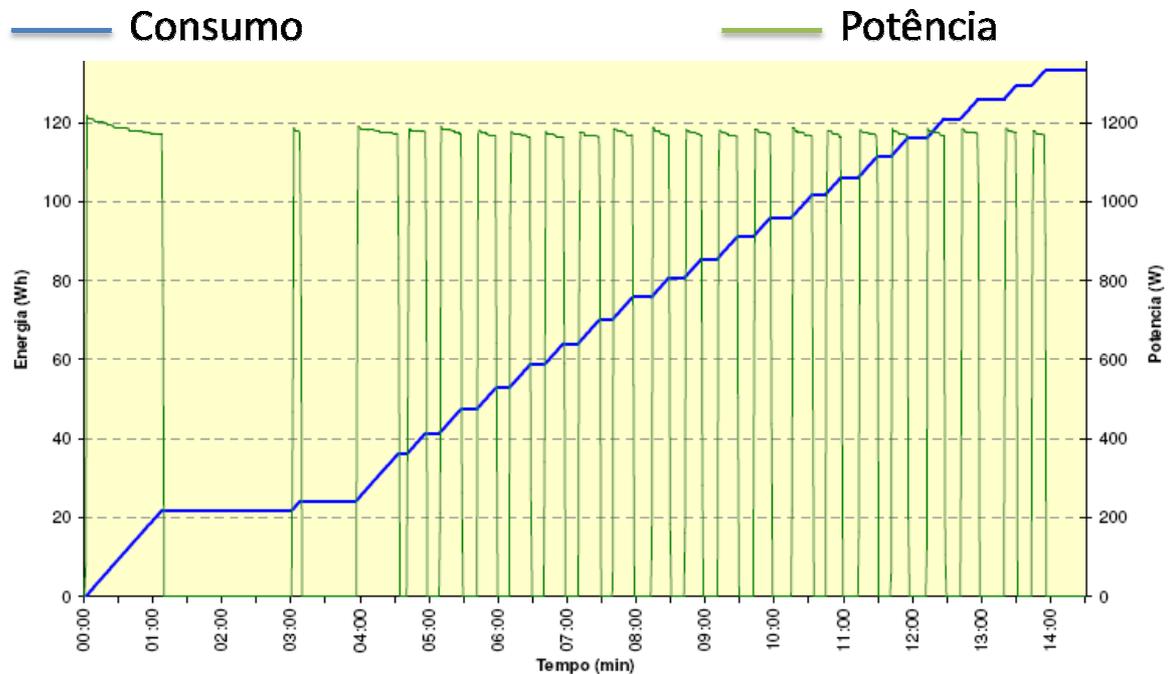


Figura 5.10 – Curva do comportamento do ferro a vapor (Consumo X Potência X Tempo)
Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

De acordo com os resultados da Figura 5.10, verifica-se que nos primeiros ciclos de 10 minutos o ferro de passar a vapor consome energia em 5,2 minutos e nos demais 4,8 minutos o ferro permanece desligado pelo seu termostato, mesmo sendo utilizado para executar a tarefa de alisamento de tecidos. Repetindo a análise para os próximos ciclos de 10 minutos, sem a etapa do aquecimento inicial, o ferro de passar consome energia durante 6,0 minutos, permanecendo desligado pelo termostato durante 4,0 minutos. Comparando o comportamento dos ferros a seco e a vapor, verifica-se que o termostato do ferro a vapor atua com maior frequência no circuito e, como consequência, o ferro a vapor permanece mais tempo ligado e consome mais energia que o ferro a seco.

5.5 Custo do consumo de energia do ferro de passar a seco

O custo da energia gasta pelo ferro elétrico de passar roupas é um fator de fundamental importância para análise da viabilidade de um programa de etiquetagem. Dessa forma, a partir dos valores de consumo de energia determinados pelos ensaios em ferros a seco (item 4.2), foi feita uma simulação do custo mensal de energia para os diversos modelos de ferros a

seco, usados e novos. Para isso, levou-se em conta a tarifa residencial média do Brasil no ano de 2012, que foi de 0,40926 R\$/kWh, conforme ANEEL⁷.

Para determinação do custo da energia gasta no funcionamento normal do ferro elétrico de passar roupas a seco em um mês, utilizou-se como base o consumo de energia durante o aquecimento inicial do ferro e o consumo em 10 minutos de seu funcionamento normal.

Assim, o custo do consumo mensal de energia do ferro a seco (CC_S) é dado por (cf. IEC 60311, 2002, p. 24):

$$CC_S = \left(N_S \cdot C_{Si} + 6 \cdot C_{S10} \cdot \sum_{j=1}^{N_S} k_{Sj} \right) \times T_{ANEEL} \quad (5.2)$$

Onde:

N_S : número mensal de vezes que o ferro a seco é usado;

C_{Si} : consumo de energia inicial do ferro a seco (kWh);

k_{Sj} : valor múltiplo do tempo ($k_s=1$ para 1 hora de funcionamento, $k_s=2$ para 2 horas de funcionamento etc.);

C_{S10} : consumo de energia do ferro a seco em 10 minutos de uso (kWh);

T_{ANEEL} : tarifa residencial média do Brasil, conforme ANEEL (R\$/kWh).

Os respectivos resultados estão apresentados nas tabelas 5.7 e 5.8, considerando simulações realizadas com 8 e 16 horas de uso do ferro, distribuídas em quatro diferentes formas de utilização do eletrodoméstico. Na primeira simulação, admitiu-se o uso de quatro vezes de duas horas no mês, ou o equivalente a uma vez de duas horas por semana, totalizando 8h/mês. Na segunda simulação, considerou-se o uso de 48 vezes de 10 minutos, equivalente a 8h/mês. Na terceira, com 16h/mês, foi admitido o uso de quatro vezes de quatro horas, ou uma vez por semana de quatro horas. Finalmente, na quarta simulação, foi considerado o uso de 48 vezes de 20 minutos, equivalente a 16h/mês.

Deve ser destacado ainda que, na segunda e na quarta simulação, o fato do ferro ser utilizado por uma maior quantidade de vezes no mês implica necessariamente no aumento da passagem

⁷ Tarifa residencial média obtida no site da ANEEL:

http://relatorios.aneel.gov.br/_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSampClasseCons.xlsx&Source=http://relatorios.aneel.gov.br/RelatoriosSAS/Forms/AllItems.aspx&DefaultItemOpen=1

do equipamento pela etapa de aquecimento inicial como consequência, o consumo e o custo da energia são maiores.

Também é importante ressaltar que, em cada uma das simulações realizadas foi admitido o mesmo tempo de uso por vez do ferro. Como a equação 5.1 é geral, poderiam ser considerados diferentes tempos de uso em uma mesma simulação. Por exemplo, na segunda simulação, poderia ser admitido um uso do ferro de 36 vezes de 9 minutos e 12 vezes de 13 minutos, totalizando 8 horas mensais.

Tabela 5.7– Custo mensal de energia em ferros usados a seco para diferentes maneiras de utilização

Amostra	Modo de Utilização	Consumo Inicial (Wh)	Consumo 10 min (Wh)	Custo de Energia R\$/mês - 8h (4x2h)	Custo de Energia R\$/mês - 8h (48 x 10 min)	Custo de Energia R\$/mês - 16h (4 x 4h)	Custo de Energia R\$/mês - 16h (48 x 20 min)
01	Seco	19,4	30,3	0,63	0,98	1,22	1,57
02	Seco	22,6	36,9	0,76	1,17	1,49	1,89
03	Seco	21,8	31,3	0,65	1,04	1,27	1,66
04	Seco	22,4	38,8	0,80	1,20	1,56	1,96
05	Seco	19,3	34	0,70	1,05	1,37	1,71
06	Seco	20,4	28,8	0,60	0,97	1,16	1,53
07	Seco	25,8	28,8	0,61	1,07	1,17	1,64
08	Seco	23,2	30,8	0,64	1,06	1,25	1,67

Tabela 5.8– Custo mensal de energia em ferros novos a seco para diferentes maneiras de utilização

Amostra	Modo de Utilização	Consumo Inicial (Wh)	Consumo 10 min (Wh)	Custo de Energia R\$/mês - 8h (4x2h)	Custo de Energia R\$/mês - 8h (48 x 10 min)	Custo de Energia R\$/mês - 16h (4 x 4h)	Custo de Energia R\$/mês - 16h (48 x 20 min)
01	Seco	22,1	34,8	0,72	1,12	1,40	1,80
02	Seco	10,1	28,5	0,58	0,76	1,14	1,32
03	Seco	16,5	33,5	0,69	0,98	1,34	1,64
04	Seco	23,4	35,4	0,73	1,16	1,43	1,85
05	Seco	17,2	34	0,70	1,01	1,36	1,67
06	Seco	24,7	40,9	0,84	1,29	1,65	2,09
07	Seco	41	37,5	0,80	1,54	1,54	2,28
08	Seco	39,1	38,1	0,81	1,52	1,56	2,27

A Figura 5.11 representa de forma gráfica os custos de energia obtidos nas quatro simulações realizadas para os ferros usados a seco.

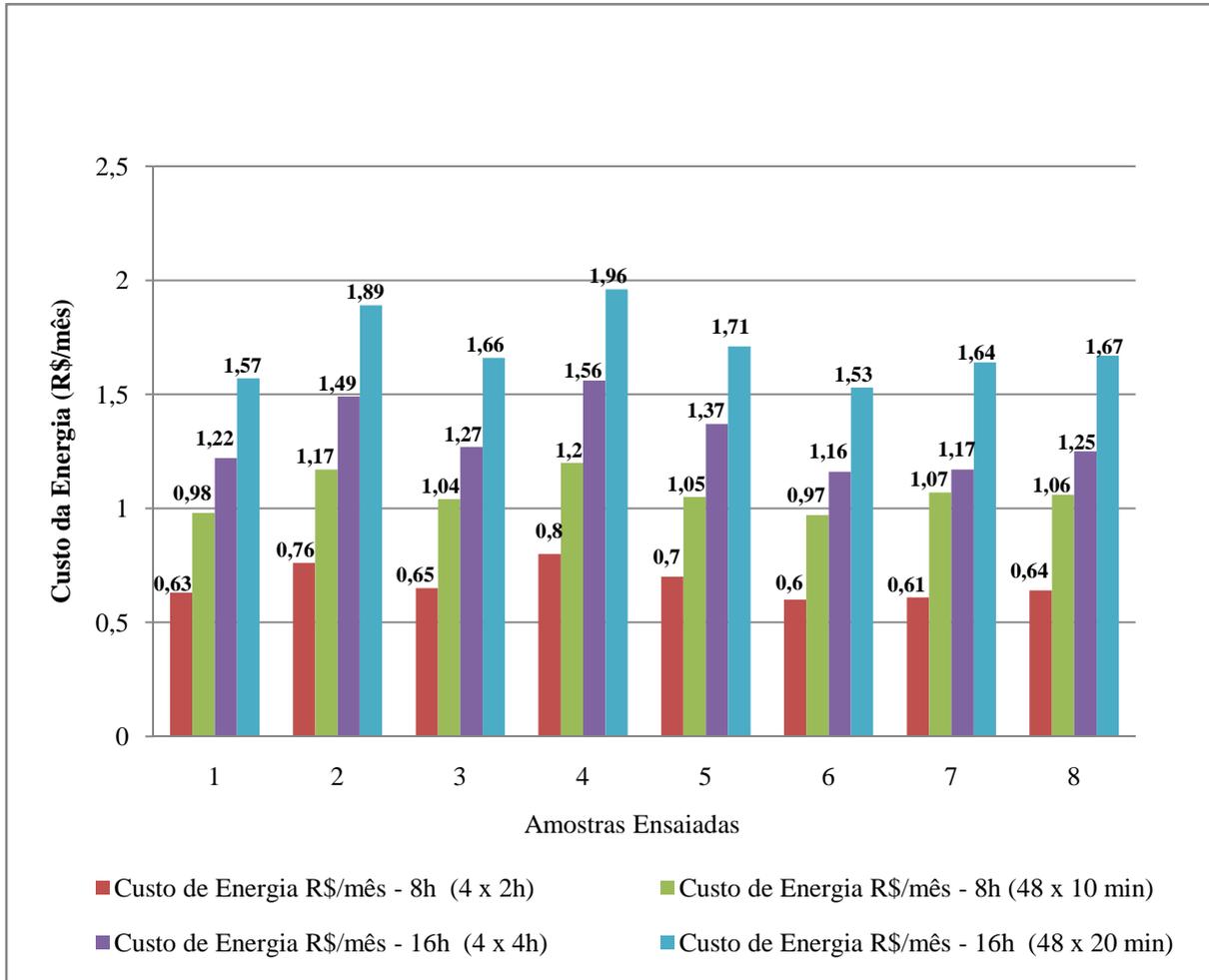


Figura 5.11 – Simulações do custo de energia em ferros usados a seco

Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o maior custo mensal de energia alcançado na operação do ferro usado a seco foi inferior a R\$ 2,00. No que se refere ao incremento do gasto de energia causado pelo aumento da quantidade de vezes que ocorre o aquecimento inicial, percebe-se que a diferença entre os valores médios dos custos da energia dos ferros utilizados 4 vezes em 8 h/mês e em 16 h/mês e os valores médios dos custos da energia dos ferros utilizados 48 vezes em 8 h/mês e em 16 h/mês equivale a R\$ 0,39ao mês.

Por ser considerada uma atividade cansativa e árdua para os usuários, os prejuízos à saúde decorrente do esforço de ficar até quatro horas consecutivas passando roupas podem não justificar essa economia mensal.

Os custos de energia obtidos nas quatro simulações de uso dos ferros novos a seco estão representados na Figura 5.12.

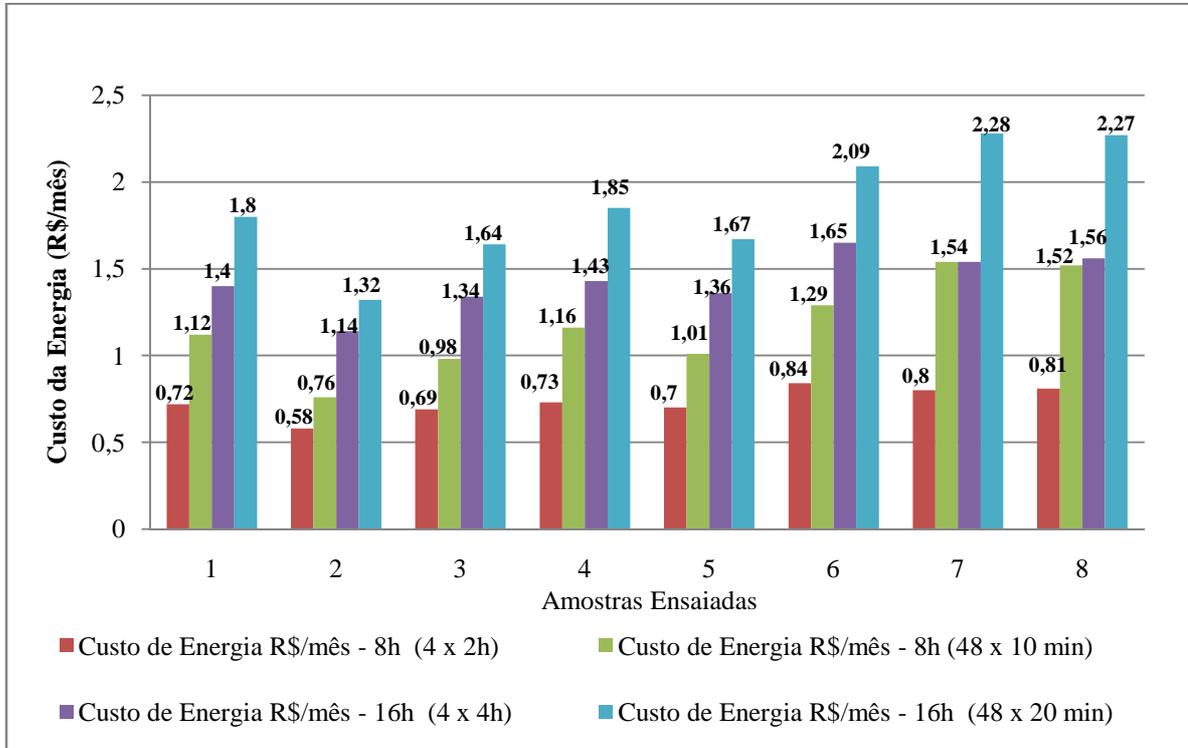


Figura 5.12 – Simulações do custo de energia em ferros novos a seco
Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

Conforme pode ser verificado na Figura 5.12, os resultados das simulações para os ferros novos a seco também mostram que o maior custo de energia obtido na operação do ferro novo a seco foi de R\$ 2,28 ao mês.

No que diz respeito ao incremento do gasto de energia decorrente do aumento do número de vezes que ocorre o aquecimento inicial, percebe-se que a diferença entre os valores médios dos custos da energia dos ferros utilizados 4 vezes em 8 h/mês e em 16 h/mês e os valores médios dos custos da energia dos ferros utilizados 48 vezes em 8 h/mês e em 16 h/mês equivale a R\$ 0,44 ao mês.

Vale ressaltar ainda o comportamento das amostras 7 e 8 que, em maneiras diferentes e tempo de utilização, ou seja, considerando a segunda e a terceira simulações, apresentaram custos de energia muito próximos. Além disso, também deve ser considerado que os benefícios oriundos da economia mensal de energia podem não compensar o esforço físico de passar roupas por duas ou quatro horas consecutivas.

5.6 Custo do consumo de energia do ferro de passar a vapor

De maneira similar ao realizado com os modelos de ferros a seco, foi feita uma simulação do custo mensal de energia para os modelos de ferros a vapor, tanto novos quanto usados, considerando a tarifa residencial média do Brasil de 0,40926 R\$/kWh, conforme site ANEEL informado acima.

O custo do consumo mensal de energia do ferro a vapor (CC_V) é, então, dado por (cf. IEC, 2002, p. 24):

$$CC_V = \left(N_V \cdot C_{Vi} + 6 \cdot C_{V10} \cdot \sum_{j=1}^{N_V} k_{Vj} \right) \times T_{ANEEL} \quad (5.3)$$

Onde:

N_V : número mensal de vezes que o ferro a vapor é usado;

C_{Vi} : consumo de energia inicial do ferro a vapor (kWh);

k_V : valor múltiplo do tempo ($k_V=1$ para 1 hora de funcionamento, $k_V=2$ para 2 horas de funcionamento etc.);

C_{V10} : consumo de energia do ferro a vapor em 10 minutos de uso (kWh);

T_{ANEEL} : tarifa residencial média do Brasil, conforme ANEEL (R\$/kWh).

Os respectivos resultados estão apresentados nas tabelas 5.9 e 5.10, para simulações realizadas com 8 e 16 horas de uso do ferro a vapor, considerando quatro cenários de diferentes maneiras de utilização, durante um mês.

Tabela 5.9– Custo mensal de energia em ferros usados a vapor para diferentes maneiras de utilização

Amostra	Modo de Utilização	Consumo Inicial (Wh)	Consumo 10 min (Wh)	Custo de Energia R\$/mês - 8h (4x2h)	Custo de Energia R\$/mês - 8h (48 x 10 min)	Custo de Energia R\$/mês - 16h (4 x 4h)	Custo de Energia R\$/mês - 16h (48 x 20 min)
01	Vapor	24,2	108,9	2,18	2,61	4,32	4,75
02	Vapor	22,9	111,2	2,22	2,63	4,41	4,82
05	Vapor	20,9	55,8	1,13	1,51	2,23	2,60
06	Vapor	23,4	89,3	1,79	2,21	3,55	3,97
07	Vapor	26,3	113,2	2,27	2,74	4,49	4,96
08	Vapor	23,3	100,8	2,02	2,44	4,00	4,42

Tabela 5.10– Custo mensal de energia em ferros novos a vapor para diferentes maneiras de utilização

Amostra	Modo de Utilização	Consumo Inicial (Wh)	Consumo 10 min (Wh)	Custo de Energia R\$/mês - 8h (4x2h)	Custo de Energia R\$/mês - 8h (48 x 10 min)	Custo de Energia R\$/mês - 16h (4 x 4h)	Custo de Energia R\$/mês - 16h (48 x 20 min)
04	Vapor	24	93,2	1,87	2,30	3,70	4,13
05	Vapor	17,2	91,4	1,82	2,13	3,62	3,93
06	Vapor	24,4	101,8	2,04	2,48	4,04	4,48
07	Vapor	41,2	119,7	2,42	3,16	4,77	5,51
08	Vapor	39,1	111,1	2,25	2,95	4,43	5,13

Para esse caso, tanto para modelos usados quanto novos, também percebeu-se na segunda e na quarta simulação um aumento significativo do custo da energia, devido à maior quantidade de vezes que o ferro a vapor passa pela etapa de aquecimento inicial antes de iniciar o serviço. Provavelmente, os usuários passam poucas peças de roupas e não possuem muito tempo para a execução desse serviço.

Os custos do consumo de energia dos ferros a vapor usados estão representados graficamente na Figura 5.13.

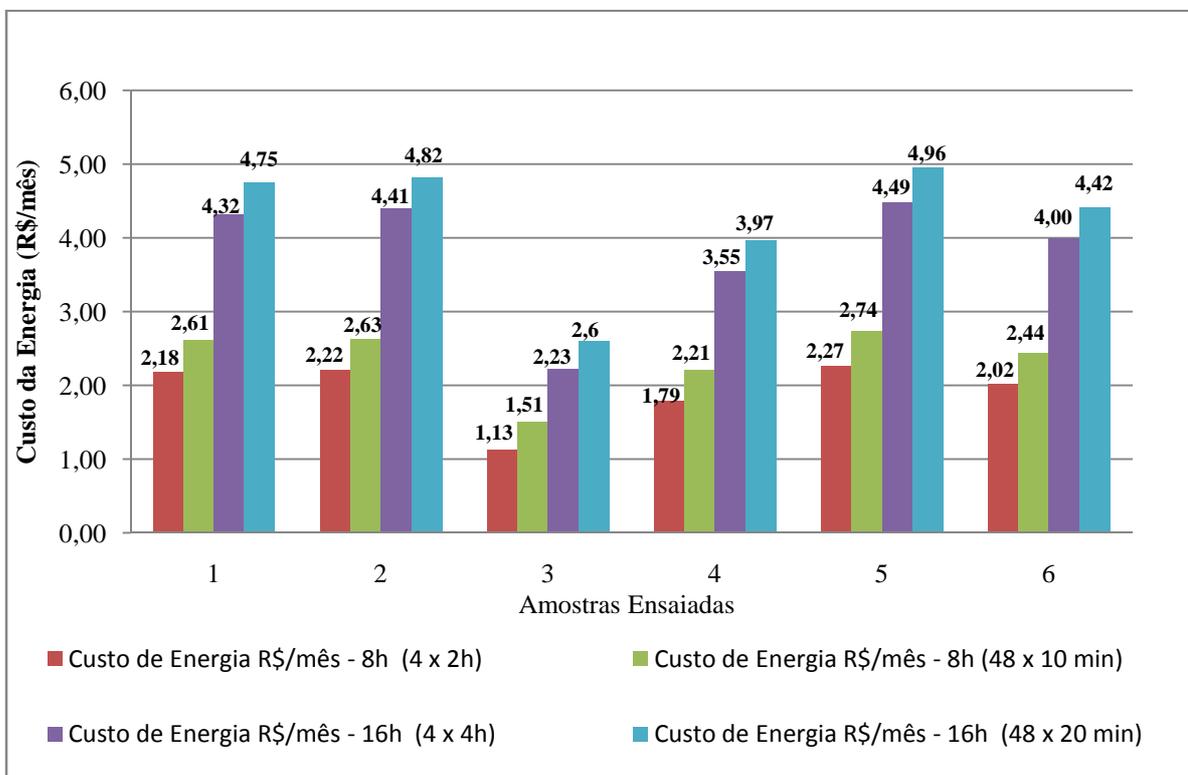


Figura 5.13 – Simulações do custo de energia em ferros usados a vapor
Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

Conforme pode ser verificado na Figura 5.13 o maior custo de energia alcançado no funcionamento dos ferros usados a vapor é de aproximadamente R\$ 5,00 ao mês.

No que diz respeito ao incremento do gasto de energia devido ao aumento do número de vezes que ocorre o aquecimento inicial, percebe-se que a diferença entre os valores médios dos custos da energia dos ferros utilizados 4 vezes em 8 h/mês e em 16 h/mês e os valores médios dos custos da energia dos ferros utilizados 48 vezes em 8 h/mês e em 16 h/mês equivale a R\$ 0,42 ao mês. Mais uma vez, também deve ser ressaltado que o esforço físico para passar roupas por até quatro horas pode não justificar a economia de energia obtida.

A Figura 5.14 apresenta os custos do consumo de energia obtidos nas quatro simulações realizadas para os ferros novos a vapor.

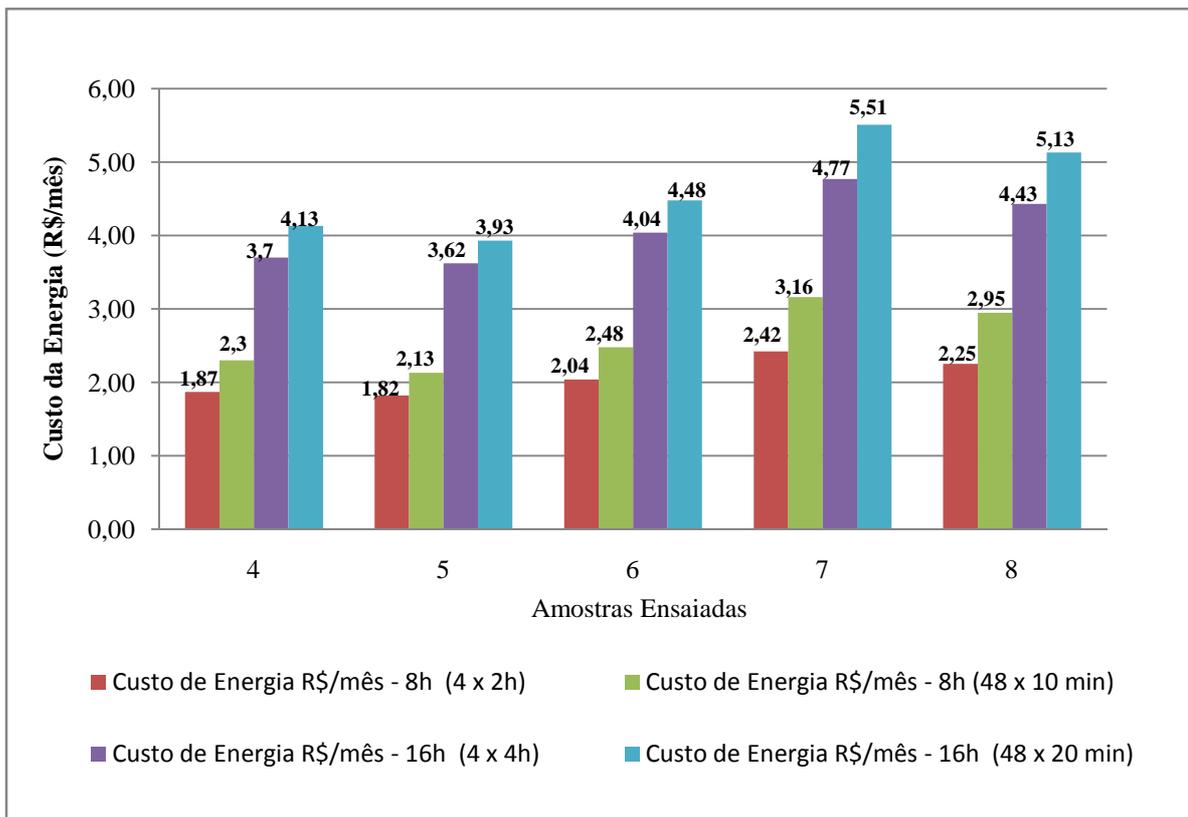


Figura 5.14– Simulações do custo de energia em ferros novos a vapor
Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

De acordo com a Figura 5.14, verificou-se que o maior custo de energia registrado na operação do ferro novo a vapor foi de aproximadamente R\$ 5,50 ao mês. No que se refere ao incremento do gasto de energia causado pelo aumento do número de vezes que ocorre o aquecimento inicial, percebe-se que a diferença entre os valores médios dos custos da energia

dos ferros utilizados 4 vezes em 8 h/mês e em 16 h/mês e os valores médios dos custos da energia dos ferros utilizados 48 vezes em 8 h/mês e em 16 h/mês equivale a R\$ 0,52 ao mês.

Da mesma forma que nos caso anteriores, devem ser sempre avaliados os benefícios decorrentes da economia de energia obtida, pois eles podem não justificar o esforço físico de passar roupas por um tempo prolongado.

6. Estudo da viabilidade de um Programa de Etiquetagem para ferros elétricos no Brasil

Quando se confronta a adoção de uma etiqueta de comparação energética, como a ENCE do PBE, com a adoção de uma etiqueta de endosso, como o Selo Procel Eletrobras, no qual o critério para concessão seja o menor consumo de energia, verifica-se que o programa do Selo Procel Eletrobras implica em um maior retorno econômico para o consumidor final e a sociedade em geral.

Esse capítulo irá apresentar e analisar as simulações do consumo de energia, considerando a adoção do Selo Procel Eletrobras em ferros elétricos de passar roupas pelo ponto de vista do consumidor e pelo ponto de vista da sociedade em geral. Além disso, será feita uma análise dos possíveis avanços tecnológicos que poderiam surgir em ferros elétricos de passar roupas, decorrentes da implementação de um programa de etiquetagem.

Para a realização das simulações apresentadas nesse capítulo serão utilizadas as informações de consumo de desempenho energético obtidos no capítulo 5 e os resultados das pesquisas, informados no apêndice B.

6.1 Estimativa do consumo energético do ferro com Selo Procel Eletrobras

A estimativa do consumo energético dos diversos modelos de ferros elétricos de passar se faz necessária para realizar uma análise dos possíveis ganhos da implementação do programa do Selo Procel Eletrobras, tanto para o consumidor quanto para o País.

Conforme apresentado nos capítulos 4 e 5, foram realizados ensaios em diversos modelos de ferros elétricos a seco e a vapor, para medição do consumo de energia elétrica. Os ensaios contaram com amostras de ferros novos e usados de diferentes fabricantes e características e foram realizados em laboratórios do Cepel, segundo os critérios da norma IEC 60311. No entanto, deve ser ressaltado que, em se tratando de programas de etiquetagem, apenas os ensaios em modelos de ferros novos serão considerados na análise em questão.

A estimativa do consumo energético contará também com informações de posse dos ferros elétricos obtidas da Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso - PPH, realizada em 2005, bem como informações de hábitos de uso obtidas de outras pesquisas realizadas por

empresas distribuidoras de energia e pelo Portal Procel Info, conforme apresentado no Apêndice B.

6.1.1. Consumo de energia médio mensal do ferro a seco

Conforme detalhado no Apêndice B, a determinação do consumo médio mensal do ferro elétrico de passar em uma residência contou com informações coletadas em três pesquisas realizadas em algumas regiões do Brasil, compreendendo cerca de 2.250 questionários respondidos. Nessas pesquisas, identificou-se que o ferro é utilizado, em média, uma vez a cada semana, atingindo 8,7 horas de utilização ao mês.

A Tabela 6.1 apresenta o consumo de energia de oito amostras de ferros elétricos novos funcionando a seco. Os ensaios foram realizados de acordo com os procedimentos descritos no item 4.3, considerando 10 minutos de funcionamento do ferro (20 segundos de uso e 10 segundos de descanso).

Tabela 6.1– Consumo de energia do ferro a seco

Amostra	Consumo de Energia (kWh/mês)
	8,7h/mês (1 vez/ semana)
01	1,90
02	1,53
03	1,81
04	1,94
05	1,84
06	2,23
07	2,12
08	2,15
Média	1,94
Máximo	2,23
Mínimo	1,53

Assim, o consumo de energia médio mensal do ferro a seco ($CEMS$) obtido foi:

$$CEMS = 1,94 \text{ kWh/mês}$$

Por sua vez, o consumo de energia de ferros elétricos de passar a seco com Selo Procel Eletrobras (CES_{SELO}) seria o consumo mínimo apresentado na Tabela 6.1:

$$CES_{SELO} = 1,53 \text{ kWh/mês}$$

Considerando a metodologia utilizada na avaliação de resultados do Selo Procel Eletrobras, onde se compara o consumo mínimo e o consumo médio para cálculo da economia de energia gerada pela existência do Selo nos equipamentos, verifica-se que a implementação do Selo Procel Eletrobras significaria a seguinte economia de energia mensal do ferro a seco por residência (EEMS):

$$EEMS = CEMS - CES_{SELO} \quad (6.1)$$

$$EEMS = 1,94 - 1,53 = 0,41 \text{ kWh/mês}$$

6.1.2. Consumo de energia médio mensal do ferro a vapor

Para o caso do ferro elétrico de passar a vapor, também foi considerada a utilização de uma vez a cada semana, totalizando uma média de 8,7 horas de uso ao mês.

A Tabela 6.2 apresenta o consumo de energia dos ferros a vapor, cujos ensaios foram realizados durante 10 minutos de funcionamento (20 segundos de uso e 10 segundos de descanso), conforme detalhado no item 4.3.

Tabela 6.2 – Consumo de energia do ferro a vapor

Amostra	Consumo de Energia (kWh/mês) 8,7h/mês (1 vez/semana)
04	4,96
05	5,74
06	5,41
07	6,41
08	5,96
Média	5,70
Máximo	6,41
Mínimo	4,96

Portanto, o consumo de energia médio mensal do ferro a vapor ($CEMV$) foi de:

$$CEMV = 5,70 \text{ kWh/mês}$$

O consumo de energia de ferros elétricos de passar a vapor com Selo Procel Eletrobras (CEV_{SELO}) seria o consumo mínimo apresentado na Tabela 6.2:

$$CEV_{SELO} = 4,96 \text{ kWh/mês}$$

Para esse caso, constata-se que a implementação do Selo Procel Eletrobras significaria uma economia de energia mensal do ferro a vapor por residência ($EEMV$) dada por:

$$EEMV = CEMV - CEV_{SELO} \quad (6.2)$$

$$EEMV = 5,70 - 4,96 = 0,74 \text{ kWh/mês}$$

6.1.3. Quantidade de ferros elétricos no Brasil

Para estimar a quantidade de ferros elétricos de passar roupas em uso no País, tomou-se como base os dados da PPH 2005. Nessa pesquisa, foi utilizada uma amostra de 4.310 questionários, dentre os quais, 3.992 responderam que possuem ferro de passar em suas residências, resultando em uma posse média (PM) de 0,93 ferros de passar por residência conectada formalmente à rede elétrica.

O total de residências ligadas à rede no Brasil (QR) em 2012 foi de 61,7 milhões (EPE, 2012). Então, a quantidade estimada de ferros elétricos no Brasil (QEF) pode ser dada por:

$$QEF = PM \times QR \quad (6.3)$$

$$QEF = 0,93 \times 61,7 \text{ milhões}$$

$$QEF = 57,38 \text{ milhões}$$

Ou seja, constatou-se que em 2012 havia aproximadamente **57,38 milhões** de ferros elétricos de passar roupas em uso no País.

6.1.4. Consumo do ferro elétrico no Brasil

Uma grande dificuldade encontrada nas pesquisas sobre o ferro elétrico de passar roupas diz respeito à inexistência de informações sobre seu funcionamento e sua utilização. Sabe-se que

no mercado se encontram à venda modelos de ferros a seco e a vapor, contudo, um ferro a vapor pode ser utilizado com as saídas de vapor fechadas, funcionando e consumindo energia como um ferro a seco. Para contornar esse problema, conforme apresentado no Apêndice B, foi realizada outra pesquisa a nível nacional no Portal Procel Info, em 2013, para avaliar a utilização do ferro de passar. A pesquisa contou com uma amostra de 912 questionários e verificou as seguintes questões: se o ferro é do tipo a seco ou a vapor, e caso seja a vapor, se é utilizado 100% ou 50% das vezes no modo a vapor ou com a chave do ajuste do vapor fechada, ou seja, sem produção de vapor.

De acordo com os resultados da pesquisa, 57% das residências brasileiras utilizam o ferro a seco e 43% o ferro a vapor. Assim, considerando um total estimado de 57,38 milhões de ferros existentes no Brasil em 2012, tem-se que 32,71 milhões (57%) são ferros utilizados a seco e 24,67 milhões (43%) se referem a ferros a vapor. Admitindo ainda que o valor médio de consumo de energia dos ferros a seco e a vapor são, respectivamente, 1,94 kWh/mês e 5,70 kWh/mês, conforme Tabelas 6.1 e 6.2, o cálculo do consumo médio anual total (*CAT*) do ferro elétrico de passar roupas, será dado pela seguinte expressão:

$$CAT = CAS + CAV \quad (6.4)$$

$$CAT = (QEFS \times (CEMS \times 12)) + (QEFV \times (CEMV \times 12))$$

$$CAT = \left(32,71 \text{ milhões} \times \left(1,94 \frac{\text{kWh}}{\text{mês}} \times 12 \text{ meses/ano} \right) \right) + \left(24,67 \text{ milhões} \times \left(5,70 \frac{\text{kWh}}{\text{mês}} \times 12 \text{ meses/ano} \right) \right)$$

$$CAT = (761,49 + 1.687,43) \times 10^6$$

$$CAT = 2.448,92 \text{ GWh/ano}$$

Onde:

CAS: consumo médio anual dos ferros a seco em GWh/ano;

CAV: consumo médio anual dos ferros a vapor em GWh/ano;

QEFS: quantidade estimada de ferros a seco no Brasil em unidades;

QEFV: quantidade estimada de ferros a vapor no Brasil em unidades.

Portanto, estima-se que o consumo de energia no Brasil em consequência da utilização destes aparelhos elétricos alcançou **2.448,92 GWh/ano** em 2012.

Levando em consideração que no ano de 2012 o consumo de energia elétrica residencial no Brasil foi de 117,6 mil GWh, (EPE, 2012), o consumo energético dos ferros de passar roupas correspondeu a aproximadamente a **2,1% de todo consumo residencial naquele ano**.

6.2 Análise da viabilidade de implementação de um Programa de Etiquetagem

A decisão sobre a implementação de um programa de etiquetagem é complexa e difícil, alguns fatores podem determinar se um programa é benéfico para sociedade e, em geral, as chances de sucesso passam por um processo de tomada de decisão.

Segundo a CLASP, espera-se que os custos com um programa de etiquetagem sejam bem menores que os custos da energia evitada pela compra de um equipamento energeticamente mais eficiente. De acordo com a Lei de Eficiência Energética, um programa de etiquetagem pode ser implementado para possibilitar avanços tecnológicos em determinado equipamento. Portanto, esse critério também pode determinar a viabilidade de implementação de um programa de etiquetagem para ferros elétricos de passar roupas.

Nessa etapa do trabalho serão feitas análises considerando-se o consumidor, a tecnologia e a sociedade, por meio de simulações, para verificar se existe viabilidade de aplicação do Selo Procel Eletrobras em ferros elétricos, pelo ponto de vista do usuário ou consumidor, da expectativa de melhora na tecnologia empregada nos ferros ou do ponto de vista do governo e da sociedade em geral.

6.2.1. Análise do ponto de vista do Consumidor

Na análise da viabilidade sob o ponto de vista do consumidor se espera que o custo evitado com a utilização de um equipamento com Selo Procel Eletrobras proporcione um retorno do investimento feito em sua compra.

No entanto, de acordo com os ensaios realizados e as pesquisas sobre os preços de mercado dos diversos modelos de ferros de passar roupas, percebeu-se que o consumo de energia desses eletrodomésticos não está atrelado ao preço de mercado, ou seja, o ferro mais barato nem sempre consome mais energia do que o ferro mais caro. Esse fato inviabiliza qualquer

forma de análise de retorno do investimento por economia de energia decorrente da implementação do programa do Selo Procel Eletrobras.

Por outro lado, utilizando os resultados das simulações realizadas no item 6.2.1, verifica-se que a energia mensal que pode ser evitada com a aplicação do Selo Procel Eletrobras em ferros a seco (*EEMS*) é de 0,41 kWh. Admitindo ainda a tarifa de energia da ANEEL (*TEA*) igual a 0,409 R\$/kWh, o custo da economia de energia mensal em ferros a seco (*CEEMS*) por residência, seria dado por:

$$\mathbf{CEEMS = TEA \times EEMS} \quad \mathbf{(6.5)}$$

$$\mathbf{CEEMS = 0,409 \times 0,41 = R\$ 0,17}$$

A mesma análise pode ser feita para ferros a vapor, considerando que a energia mensal que pode ser evitada nestes modelos por mês (*EEMV*), calculada no item 6.2.2, é de 0,74 kWh e que a tarifa da ANEEL é de 0,409 R\$/kWh. Assim, o custo da economia de energia mensal em ferros a vapor (*CEEMV*) por residência, seria dado por:

$$\mathbf{CEEMV = TEA \times EEMV} \quad \mathbf{(6.6)}$$

$$\mathbf{CEEMV = 0,409 \times 0,74 = R\$ 0,30}$$

Portanto, percebe-se que a implementação do programa do Selo Procel Eletrobras em modelos de ferros elétricos de passar roupas pode se tornar bastante desinteressante para os consumidores, tendo em vista a baixa energia consumida por esse eletrodoméstico e a pouca representatividade na conta mensal de energia elétrica das residências.

6.2.2. Análise do ponto de vista Tecnológico

A implantação de uma etiqueta de endosso, como o Selo Procel Eletrobras, pode servir também como incentivo para melhorias constantes nas tecnologias aplicadas aos equipamentos, visando incrementar os ganhos energéticos pela adoção de um índice mínimo de eficiência energética. Com a revisão desse índice de eficiência, que deve ser feita

periodicamente, os fabricantes estarão sempre buscando melhorar o desempenho energético dos seus equipamentos.

Contudo, conforme verificado no Capítulo 3 pode-se afirmar que o ferro de passar roupas é um eletrodoméstico bastante eficiente, ou seja, transforma grande parte sua energia elétrica consumida em calor para o alisamento dos tecidos, utilizando a mesma tecnologia há quase 100 anos. Isso pode desestimular qualquer ação de etiquetagem comparativa entre modelos, uma vez que não proporcionará avanços tecnológicos para a indústria desse eletrodoméstico.

Outro fato que desestimula a etiquetagem pode ser observado pela análise da Figura 6.1. Para os ferros a seco, verifica-se que mesmo com os valores de potência elétrica distintos, os valores de consumo de energia permanecem próximos, resultando em uma linha de tendência praticamente perpendicular ao eixo de consumo de energia. Dessa forma, percebe-se que o controle da temperatura feita pelo termostato faz com que o ferro de passar mais potente gaste praticamente a mesma energia do ferro de menor potência, uma vez que atinge a temperatura de utilização mais rapidamente, apesar do consumo instantâneo ser maior.

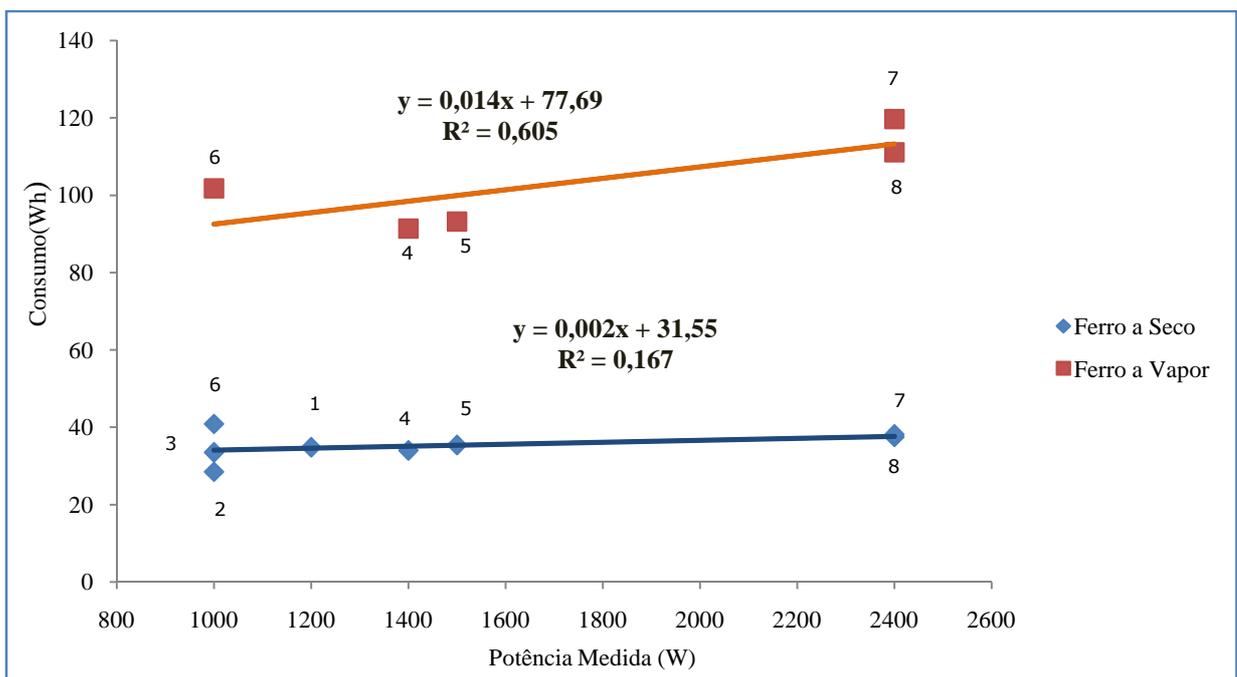


Figura 6.1 – Consumo de Energia X Potência Elétrica dos ferros por Amostras
Fonte: (Eletrobras Cepel, 2012)

Por outro lado, analisando-se a linha de tendência dos ferros a vapor da Figura 6.1, percebe-se uma maior inclinação, quando comparada aos modelos a seco, o que indica a existência de uma variação maior do consumo de energia. Entretanto, conforme mencionado no item 5.2.2,

essa variação é resultado das diferentes quantidades de vapor produzido pelos ferros de passar, ou seja, os modelos que produzem mais vapor consomem mais energia. Isso sinaliza que poderia ser afixado o Selo Procel Eletrobras nos modelos que produzissem determinada quantidade ótima de vapor, para passar as roupas com a qualidade esperada e o menor consumo de energia.

6.2.3. Análise do Ponto de Vista da Sociedade

Conforme mostrado anteriormente, o consumo de energia dos ferros elétricos de passar roupas no Brasil atingiu 2,45 mil GWh no ano de 2012, representando 2,1% de todo o consumo residencial. Se for admitida a implementação do programa do Selo Procel Eletrobras, os valores de consumo de energia dos ferros elétricos a seco e a vapor seriam equivalentes aos seus valores mínimos, caso fossem utilizados apenas equipamentos com o Selo, ou seja, 1,53 kWh/mês e 4,96 kWh/mês, respectivamente, conforme Tabelas 6.1 e 6.2. Assim, o consumo anual total de energia dos equipamentos com Selo Procel Eletrobras no Brasil (CAT_{SELO}) seria dado por:

$$CAT_{SELO} = CAS_{SELO} + CAV_{SELO} \quad (6.7)$$

$$CAT_{SELO} = (QEFS \times (CES_{SELO} \times 12)) + (QEFV \times (CEV_{SELO} \times 12))$$

$$CAT_{SELO} = \left(32,71 \text{ milhões} \times \left(1,53 \frac{\text{kWh}}{\text{mês}} \times 12 \text{ meses/ano} \right) \right)$$

$$+ \left(24,67 \text{ milhões} \times \left(4,96 \frac{\text{kWh}}{\text{mês}} \times 12 \text{ meses/ano} \right) \right)$$

$$CAT_{SELO} = (600,56 + 1.468,36) \times 10^6$$

$$CAT_{SELO} = 2.068,92 \text{ GWh/ano}$$

Onde:

CAS_{SELO} : consumo anual dos ferros a seco com Selo Procel Eletrobras em GWh/ano;

CAV_{SELO} : consumo anual dos ferros a vapor com Selo Procel Eletrobras em GWh/ano.

Sabendo que o consumo residencial no País em 2012 foi de 117,6 mil GWh, com a implementação do Selo Procel Eletrobras os ferros elétricos seriam responsáveis por **1,8% de todo do consumo residencial naquele ano.**

Dessa forma, o Potencial Técnico⁸ de Economia Anual de Energia (*PTEAE*) decorrente da implementação do programa do Selo Procel Eletrobras para os ferros elétricos seria dada por:

$$PTEAE = CAT - CAT_{SELO} \quad (6.8)$$

$$PTEAE = 2.448,92 - 2.068,92$$

$$PTEAE = 380 \text{ GWh/ano}$$

Ou seja, o equivalente a 0,3% de todo o consumo residencial em 2012.

Considerando ainda que o consumo médio mensal de energia de uma residência no Brasil é de 159 kWh⁹, a economia de energia seria suficiente para atender aproximadamente 200 mil residências durante um ano.

De acordo com a metodologia de avaliação de resultados do Selo Procel Eletrobras, a economia de energia obtida pela adoção do Selo Procel Eletrobras para ferros elétricos de passar roupas em 2012 corresponde à energia gerada durante um ano por uma usina hidrelétrica com capacidade de 91 MW¹⁰. Conforme as avaliações realizadas pela EPE para o PNE 2030, o custo de investimento para se construir e disponibilizar uma usina com essa capacidade é de aproximadamente R\$ 262 milhões, considerando que o valor médio do dólar em 2012 era de R\$ 1,7337.

Tendo em vista a economia de energia a ser obtida, talvez seja interessante para o governo brasileiro realizar investimentos para aplicação do Selo Procel em ferros elétricos de passar roupas. Além disso, esses resultados indicam que, em um trabalho futuro, pode-se utilizar os dados divulgados nesse estudo para analisar a viabilidade de implementação de um programa de etiquetagem com etiquetas de comparação para ferros elétricos no Brasil.

⁸ O potencial técnico é alcançado quando todos os equipamentos do mercado alcançam os índices do Selo Procel Eletrobras.

⁹ Segundo a resenha mensal do mercado de Energia Elétrica, ano VI, nº 64, janeiro 2013, EPE o consumo de energia de uma residência no Brasil é de 159 kWh por mês.

¹⁰ A usina equivalente foi obtida a partir da energia economizada, considerando um fator de capacidade médio típico de 56% para usinas hidrelétricas e incluindo 15% de perdas médias na Transmissão e Distribuição - T&D.

7. Conclusões

Um programa de etiquetagem que apresenta informações ao consumidor sobre o desempenho energético de equipamentos eletroeletrônicos 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.

Utilizando resultados obtidos em ensaios laboratoriais e metodologias normatizadas para determinação da eficiência energética em equipamentos, esse trabalho permitiu a análise dos impactos energéticos proporcionados pela possível implementação do Selo Procel Eletrobras em ferros elétricos de passar roupas a seco e a vapor de uso residencial no Brasil.

A análise apresentou os ganhos e benefícios proporcionados ao consumidor individual de energia e à sociedade em geral, decorrentes da aplicação desta etiqueta de endosso, assim como os avanços tecnológicos que poderão ser alcançados pelos fabricantes na busca de equipamentos mais eficientes.

Nos ensaios em laboratório, quando comparados os diversos fabricantes, modelos e tempos de utilização dos ferros de passar roupas, notou-se que, após o aquecimento inicial, esses eletrodomésticos permanecem ligando e desligando os seus circuitos por ação do termostato, possibilitando que o trabalho de alisamento dos tecidos também seja realizado sem consumo de energia elétrica, o que, dependendo do tempo de utilização, pode tornar desprezível toda a energia gasta para o aquecimento inicial.

Por outro lado, percebeu-se também que a utilização do ferro elétrico por períodos muito curtos aumenta seu consumo mensal de energia elétrica, uma vez que aumenta o número de vezes que este eletrodoméstico passa pela etapa de aquecimento inicial. Contudo, os custos adicionais com a economia de energia são bastante pequenos, o que pode não justificar o esforço físico de passar roupas durante muitas horas seguidas ao dia.

Os resultados apresentados nos testes mostraram ainda que devido à dupla função de produção de vapor e aquecimento da chapa base, para o mesmo tempo de funcionamento, os modelos de ferros de passar roupas a vapor consomem cerca de 60% mais energia do que os ferros a seco. Isso evidencia que, no caso da viabilização de implementação de um programa

de etiquetagem para ferros de passar roupas, os ferros a vapor e a seco devem ser tratados em categorias distintas.

De acordo com as pesquisas realizadas nesse trabalho, os 91 modelos de ferro de passar encontrados no mercado brasileiro utilizam circuitos elétricos semelhantes, com resistência elétrica, chapa base e termostato. Os resultados das medições do consumo de energia elétrica em alguns desses modelos mostraram uma pequena variação. Esse fato desestimula qualquer ação de etiquetagem comparativa entre modelos, uma vez que não trará avanços tecnológicos significativos para a indústria desse eletrodoméstico. Por outro lado, as simulações de consumo de energia para produção de vapor confirmaram que os modelos que produzem mais vapor consomem mais energia elétrica. Esse fato indica que poderia ser concedido o Selo Procel Eletrobras aos modelos que produzissem determinada quantidade ótima de vapor para passar as roupas com a qualidade esperada e o menor consumo de energia. Nesse caso, o Selo Procel Eletrobras poderia promover um avanço tecnológico aos modelos de ferro elétrico a vapor existentes no mercado nacional.

No que diz respeito aos testes realizados em diversos modelos de ferros novos e usados, verificou-se que o consumo de energia elétrica independe da potência elétrica, uma vez que os ferros mais potentes atingem a temperatura desejada (selecionada pelo termostato) em um tempo menor em comparação aos ferros menos potentes, resultando em um consumo de energia muito semelhante entre os mesmos.

É importante ressaltar que a pequena quantidade de países com programas de etiquetagem implementados para ferros elétricos de passar roupas pode ser um indicativo de que esse equipamento não deve ser etiquetado nesse momento. Entretanto, a adoção de etiquetas de endosso por um país populoso como a China e por países desenvolvidos, como o Reino Unido, pode significar que no caso da implementação de uma etiqueta que premia somente os equipamentos mais eficientes do mercado, como o Selo Procel Eletrobras, seja a melhor alternativa.

Em uma análise do ponto de vista do consumidor residencial, verificou-se que a economia de energia alcançada pelos modelos de ferro ensaiados para concessão do Selo Procel Eletrobras, foi de 0,41 kWh/mês para ferros a seco e de 0,74 kWh/mês para ferros a vapor, correspondendo a uma economia menor que R\$ 0,50/mês, o que pode desestimular a compra de aparelhos mais eficientes pelos consumidores.

Em 2012, o consumo de energia elétrica do ferro de passar roupas no ano no Brasil foi de 2,6 TWh, correspondendo a 2,2% do consumo residencial no País. De acordo com as simulações realizadas, verificou-se que a economia anual de energia decorrente da implementação do programa do Selo Procel Eletrobras pode chegar a **380 GWh/ano**, o que corresponde ao consumo de energia anual de aproximadamente 200 mil residências brasileiras. Portanto, pode ser uma alternativa interessante para o governo brasileiro realizar investimentos para aplicação do Selo Procel Eletrobras em ferros elétricos de passar roupas.

Concluindo, os resultados desse estudo revelaram que é viável a implementação de um programa de etiquetagem para ferros elétricos de passar roupas, desde que os respectivos custos não sejam repassados para o consumidor final, ou seja, todos os recursos necessários deverão ser aportados pela indústria, devido aos avanços tecnológicos envolvidos, bem como pelo governo, tendo em vista a representativa economia anual decorrente da etiquetagem desse eletrodoméstico.

7.1 Recomendações e Trabalhos Futuros

Como nesse trabalho foi feita uma análise de viabilidade de implementação do programa do Selo Procel Eletrobras para ferros elétricos de passar roupas, recomenda-se a utilização das informações obtidas nas pesquisas realizadas e nos ensaios de laboratório para simular a viabilidade de implementação de etiquetas comparativas com diversas faixas de eficiência, tal como a ENCE do PBE.

Após a viabilização de um programa de etiquetagem, recomenda-se um estudo para capacitação de laboratórios de 3ª parte para ensaios de desempenho energético em ferros elétricos de passar roupas, criando mecanismos para avaliação das incertezas e projetando toda a infraestrutura necessária, ou seja, os equipamentos para ensaios, o espaço físico e a mão de obra necessária.

Uma vez que esse estudo foi baseado em metodologias de ensaio de uma norma internacional (IEC 60311), recomenda-se como trabalho futuro o desenvolvimento dos requisitos técnicos para avaliação da conformidade em ferros elétricos de passar roupas de uso residencial no Brasil, com foco na eficiência energética, visando à redução do consumo de energia elétrica.

Como não foi possível ensaiar modelos de ferro com o dispositivo de desligamento automático, apresentado no Capítulo 3, fica como sugestão para trabalhos futuros ensaiar esses modelos de

ferro e comparar com os modelos convencionais para verificação da existência de economia de energia.

Por fim, as informações apresentadas nesse trabalho podem servir de base para elaboração de uma modelagem termodinâmica em ferros elétricos funcionando a seco e a vapor para determinação, dentre outras coisas, a sua eficiência energética.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISO IEC 17025. **Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração**. Outubro de 2005. Consultado em 10/10/2013

ALVES, S. S. **Tipificação dos Instrumentos de Políticas de Apoio à Eficiência Energética: a Experiência Mundial e o Cenário Nacional**. Dissertação de Mestrado. USP/Engenharia Elétrica: São Paulo, 2007.

ANEEL. **Consumidores, Consumo, Receita, Tarifa Média - Por Classe Consumo**. s/d.

Disponível em:

<http://relatorios.aneel.gov.br/_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSampClasseConsumo.xlsx&Source=http://relatorios.aneel.gov.br/RelatoriosSAS/Forms/AllItems.aspx&DefaultItemOpen=1> Acessado em: 05/10/2013.

BRASIL. **Lei 9.991/2000**. DOU, Brasília, 2000. “**Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias do setor de energia elétrica**”.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19991.htm>. Acessado em 15/10/2013.

_____. **Lei 10.295/2001 – “Lei de Eficiência Energética”**. DOU, Brasília, 2001b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acessado em 15/10/2013.

_____. **Decreto 4.059/2001**. DOU, Brasília, 2001a **Regulamenta a Lei nº 10.295**. Disponível em:

<http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/DEC%204.059-2001?OpenDocument>. Acessado em 15/10/2013.

_____. **Portaria Interministerial (MME, MCT e MDIC) nº 553/2005. “Programa de Metas de motores elétricos de indução trifásicos”**. Disponível em <http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=193235> > Acessado em 15/10/2013.

_____. **Portaria Interministerial (MME, MCT e MDIC) nº 1.007/2010 “regulamenta os níveis mínimos de eficiência energética para lâmpadas”**. Disponível em: http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/legislacao/portaria_interministerial/Portaria_ME-MCT-MDIC_n_1.007-2010.pdf > Acessado em 13/10/2013.

BRASILESCOLA. “**Lâmina bimetálica quando submetida ao calor**” Disponível em: <<http://www.brasilescola.com/fisica>>. Acessado em 13/10/2013

BUSCAPE. “**Site de buscas de diversos modelos de eletrodomésticos**”. Disponível em: <<http://www.buscape.com.br/ferro-de-passar-roupas.html#>> acessado em 10/09/2013.

CEPEL. Relatório Técnico DTE – 27171/2012 “**Testes de Consumo de Energia de Ferros Elétricos de Passar Roupa**” Consultado em novembro de 2013.

CLASP. **Energy efficiency labels and standards: a guidebook for appliances, equipment, and lighting**.. Washington, D.C, 2003 e 2005. Disponível em <<http://www.clasponline.org/Tools>> Acessado em 10/08/2013.

DOE. **National Energy Efficiency and Conservation Program**. [s/l], [s/d]. Disponível em <<http://www.doe.gov.ph/necp/default.htm>>. Acessado em: 07/08/2013.

ELETROBRAS PROCEL. **Catálogo do Selo PROCEL 2012**. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={2DEB4057-D085-49A8-A66E-5D946249DC56}>>>. Consultado em 09/08/2013.

_____. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso 1988 - Relatório Interno**. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso 1997 - Relatório Interno**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso: Ano Base 2005. Classe Residencial - Relatório Brasil**. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso: Ano Base 2005. Classe Comercial - Alta Tensão - Relatório Setorial: Supermercados / Hipermercados**. Rio de Janeiro, 2008a.

_____. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso: Ano Base 2005. Classe Industrial - Alta Tensão - Relatório Brasil: Completo**. Rio de Janeiro, 2008b.

_____. **Relatório de Resultados do PROCEL 2006**. Rio de Janeiro, 2007

_____. **Relatório de Resultados do PROCEL 2007**. Rio de Janeiro, 2008

_____. **Relatório de Resultados do PROCEL 2013: ano base 2012.** Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <www.procelinfo.com.br>. Acessado em: 07/08/2013.

_____. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica: Consumidor/Equipamentos,** [s/l], [s/d]. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={32B00ABC-E2F7-46E6-A325-1C929B14269F}>>. Acessado em: 07/08/2013.

EPE. **Balço Energético Nacional 2013: Ano Base 2012.** Rio de Janeiro, 2013.

_____. **Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica.** Ano V, nº 52, janeiro, 2012.

_____. **PNE 2030 Divulgado em 2007.** Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PNE/20080111_1.pdf> Acessado em 15/10/2013.

Energy Star. Home Page. [s/l], [s/d]. Disponível em <<http://www.energystar.gov/>>. Acessado em 07/08/2013.

EUROPA - Sistema de Legislação da União Europeia/Energia/Eficiência Energética. Europa, [s/d]. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/index_pt.htm>. Acessado em: 07/08/2013.

GARCIA, A. G. P. **Impacto da Lei de Eficiência Energética para Motores Elétricos no Potencial de Conservação de Energia na Indústria.** Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ/Planejamento Energético, 2003.

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/2006-2011/2006-07_MEPSLabelTest_ProcedureForRefrigeratorsAndFreezers_Portuguese.pdf>. Acessado em 14/10/2013.

IEA – International Energy Agency. **Energy Labels and Standards.** Home Page Paris, 2000 Disponível em <<http://www.iea.org/>> Acessado em 15/10/2013.

IEC 60311 – International Standard. **Electric Irons for household or similar use – Methods for measuring,** Edition 4.0. 2009 – 06 . Consultada em 2013.

ISIRI - Institute of Standards & Industrial Research of Iran. [s/l], [s/d]. – Disponível em < <http://www.isiri.com/index.htm> > Acessado em 15/12/2013.

INMETRO. **Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE.** [s/l], [s/d]. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/eficiencia.asp>> Acessado em 13/10/2013.

_____. **Portaria nº 371/2009 “Estabelece os critérios para o Programa de Avaliação da Conformidade de Aparelhos Eletrodomésticos e Similares, com foco nos requisitos de segurança”** Disponível em: [http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/e380ed588b45568f032579e4004f416e/\\$FILE/Portaria%20N%C2%B0%20371-2009.pdf](http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/e380ed588b45568f032579e4004f416e/$FILE/Portaria%20N%C2%B0%20371-2009.pdf) Acessado em 15/10/2013.

LEMOS, F.C.L. **O Ferro de Passar Passado a Limpo.** 1ª Edição. 1999. Ed. IMESP. Disponível em: http://books.google.com.br/books?id=MNxlVdTHpe8C&pg=PT18&lpg=PT18&dq=o+ferro+de+passar+passado+a+limpo&source=bl&ots=g-HrQtEKP3&sig=ckHDtVJk58Whpq4OOz_TGWutgn8&hl=pt-BR&sa=X&ei=cSSPU97UBazsAT44YCoBw&ved=0CFQQ6AEwCQ#v=onepage&q=o%20ferro%20de%20passar%20passado%20a%20limpo&f=false > Acessado em 14/01/2013.

MME - 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>. Acessado em: 13/01/2013.

_____. **PNEF. Plano Nacional de Eficiência Energética .** [s/l], [s/d]. Premissas e diretrizes básicas. Disponível em: <http://www.orcamentofederal.gov.br/projeto-esplanada-sustentavel/pasta-para-arquivar-dados-do-pes/Plano_Nacional_de_Eficiencia_Energetica.pdf> Acessado em 15/01/2013.

Moran, M. J, Shapiro, H. N. **Princípios de termodinâmica para engenharia .** [s/l], [s/d]. Disponível em < <http://ebookbrowse.net/principios-de-termodin%C3%A2mica-para-engenharia-michael-j-moran-e-howard-n-shapiro-pdf-d595588471>> Acessado em 16/02/2013.

PARLAMENTO EUROPEU. **PE Debate Rotulagem de Produtos em Função da Respectiva Eficiência Energética.** Disponível em: < <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+IM-PRESS+20080125STO19642+0+DOC+XML+V0//PT>> Acessado em: 14/05/2013

PRATICAL ENERGY ALTERNATIVE. Disponível em: < <http://practicalenergyalternatives.com/solar/solar-heating/solar-water-heater/potential-savings/>> Acessado em: 14/05/2013.

Apêndice A

Informações dos ferros elétricos existentes no mercado Brasileiro

De acordo com as informações apresentadas na Tabela A 1, pode-se verificar que 80% dos modelos de ferro da marca ARNO são do tipo a vapor e o modelo mais potente pode alcançar 2.100 W.

Tabela A 1 – Características técnicas dos ferros de passar da marca ARNO

ARNO				
Modelo	Tipo	Tensão (V)	Potência (W)	Peso (kg)
FS2P	Seco	127 ou 220	até 1.000	0,85
FA10	Vapor	127 ou 220	até 1.200	1,06
FU50	Vapor	127 ou 220	até 1.200	1,15
FS20	Seco	127 ou 220	até 1.000	0,68
FU40	Vapor	127 ou 220	até 1.200	1,15
FA15	Vapor	127 ou 220	até 1.200	1,00
FA05	Vapor	127 ou 220	até 1.200	1,06
FVA speed	Vapor	127 ou 220	até 2.100	1,45
FU45	Vapor	127 ou 220	até 1.200	1,15

Fonte: (<http://www.arno.com.br/>, 2012)

A Tabela A 2 apresenta as informações referentes aos ferros de passar da marca BLACK & DECKER. Pode-se verificar que cerca de 70% dos ferros são do tipo a vapor, enquanto o modelo mais potente pode atingir 1.800 W.

Tabela A 2 – Características técnicas dos ferros de passar da marca BLACK & DECKER

BLACK&DECKER				
Modelo	Tipo	Tensão (V)	Potência (W)	Peso (kg)
X600B2	Vapor	127 ou 220	até1.200	1,00
VFA	Seco	127 ou 220	até1.200	1,00
F100	Seco	127	até1.000	0,60
X530	Vapor	127 ou 220	até1.200	1,02
X560	Vapor	127 ou 220	até1.200	1,00
AJ2032	Vapor	127 ou 220	até1.800	1,30
TI747b (Bivolt)	Seco	127 220	515 870	0,80
X500	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,87
F300	Seco	127 ou 220	até 1.000	0,68
XT2020	Vapor	127 ou 220	até 1.350	1,60
Aj2056	Vapor	127 ou 220	até 1.200	1,00
X600T	Vapor	127 ou 220	até 1.200	1,08
X600MLBR	Vapor	220	até 1.200	1,00
X506	Vapor	127	até 1.200	1,00

Fonte: (<http://www.blackanddecker.com.br/>, 2012)

De maneira semelhante, as tabelas a seguir apresentam as características técnicas mais importantes dos ferros de passar roupas correspondentes às marcas: BRITÂNIA, CADENCE, DELONGUI, ELETROLUX, FAET, MALLORY, MONDIAL, NKS e WALITA, respectivamente. Conforme pode ser verificado, dentre esses modelos, mais de 60 % são do tipo a vapor, enquanto que a potência máxima de serviço pode chegar até 2.400 W.

Tabela A 3 – Características técnicas dos ferros de passar da marca BRITÂNIA

BRITÂNIA				
Modelo	Tipo (Seco/Vapor)	Tensão (V)	Potência (W)	Peso (kg)
FB993	Vapor	127 ou 220	até 1.100	1,17
FB Travel (Bivolt)	Vapor	127 220	650 900	0,62
SuperPass	Seco	220	até 1.200	1,00
FB167	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,80
FB168	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,85
FB23	Seco	127 ou 220	até 1.000	0,88
FB991	Vapor	127 ou 220	até 1.200	1,20
FB174	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,85
FB994A	Vapor	127 ou 220	até 1.400	0,94
FB168i	Seco	127 ou 220	até 1.200	0,85

Fonte: (<http://www.britania.com.br/>, 2012)

Tabela A 4 – Características técnicas dos ferros de passar da marca CADENCE

CADENCE				
Modelo	Tipo (Seco/Vapor)	Tensão (V)	Potência (W)	Peso (kg)
IRO609	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,60
IRO608	Seco	127 ou 220	até 1.000	0,57
Prisma Délicat	Seco	127	até 1.000	0,60
IRO611	Vapor	127 ou 220	até 2.000	0,94
IRO607	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,65
IRO606	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,65
IRO615	Vapor	127 ou 220	até 2.000	1,02
Elegant	Vapor	127	até 1.000	0,65
Iro 603	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,60
IRO602	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,65
IRO610	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,80

Fonte: (<http://www.cadence.com.br/>, 2012)

Tabela A 5 – Características técnicas dos ferros de passar da marca DELONGUI

DELONGUI				
Modelo	Tipo (Seco/Vapor)	Tensão (V)	Potência (W)	Peso (kg)
FXN15.4	Vapor	127 ou 220	até 1.500	1,20
FXH15	Vapor	127 ou 220	até 1.500	1,20
FXC15	Vapor	127 ou 220	até 1.500	1,45

Fonte: (<http://www.delongui.com.br/>, 2012)

Tabela A 6 – Características técnicas dos ferros de passar da marca ELETROLUX

ELETROLUX				
Modelo	Tipo (Seco/Vapor)	Tensão (V)	Potência (W)	Peso (kg)
DIE10	Seco	127 ou 220	até 900	0,73
SIP10	Vapor	127 ou 220	até 2.400	1,65
ODI10	Vapor	127 ou 220	até 1.500	1,02
PLAV 2	Vapor	127 ou 220	até 1.400	1,06
SIE20	Vapor	127 ou 220	até 1.500	1,00
ODI05	Vapor	127 ou 220	até 2.200	1,02

Fonte: (<http://www.eletrolux.com.br/>, 2012)

Tabela A 7 – Características técnicas dos ferros de passar da marca FAET

FAET				
Modelo	Tipo (Seco/Vapor)	Tensão (V)	Potência (W)	Peso (kg)
F3400	Vapor	127 ou 220	até 1.000	0,59
F Secco	Seco	127 ou 220	até 1.000	0,59
Delta 495	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,79
Prisma Délicat	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,79
Alfa	Vapor	127 ou 220	até 1.600	0,79

Fonte: (<http://www.faet.com.br/>, 2012)

Tabela A 8 – Características técnicas dos ferros de passar da marca MALLORY

MALLORY				
Modelo	Tipo (Seco/Vapor)	Tensão (V)	Potência (W)	Peso (kg)
Ulisses	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,87
Hera	Vapor	127 ou 220	até 1.400	1,08
Apollo Vapor	Seco	127 ou 220	até 1.100	0,68
Classico	Seco	127 ou 220	até 1.200	1,00
Adria	Vapor	127 ou 220	até 1.400	0,95
Bravíssimo	Vapor	127 ou 220	até 2.000	4,60
Olimpo	Seco	127 ou 220 V	até 1.000	0,76

Fonte: (<http://www.mallory.com.br/>, 2012)

Tabela A 9 – Características técnicas dos ferros de passar da marca NKS

NKS				
Modelo	Tipo (Seco/Vapor)	Tensão (V)	Potência (W)	Peso (kg)
K 925	Vapor	127 ou 220	até 1.000	1,12
K 150	Seco	127 ou 220	até 1.200	0,64
K835	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,90
K825	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,82
K955	Vapor	127 ou 220	até 1.200	1,32

Fonte: (<http://www.nksonline.com.br/>, 2012)

Tabela A 10 – Características técnicas dos ferros de passar da marca WALITA

WALITA				
Modelo	Tipo (Seco/Vapor)	Tensão (V)	Potência (W)	Peso (kg)
RI4415	Vapor	127 ou 220	até 2.400	1,75
RI1717	Vapor	127 ou 220	até 1.400	1,06
RI2820	Vapor	127 ou 220	até 1.450	1,20
RI1110	Vapor	127 ou 220	até 1.400	1,06
RI2560	Vapor	127 ou 220	até 1.450	1,30
RI3620	Vapor	127 ou 220	até 2.400	1,60
RI133	Seco	127 ou 220	até 1.000	0,90
RI2510	Vapor	127 ou 220	até 1.800	1,45
RI3331	Vapor	127 ou 220	até 2.400	1,40
RI1010	Vapor	127 ou 220	até 1.350	0,87
RI1615	Vapor	127 ou 220	até 1.000	1,20
RI1703	Vapor	127 ou 220	até 1.440	1,10

Fonte: (<http://www.philips.com.br/c/ferro>, 2012)

Tabela A 11 – Características técnicas dos ferros de passar da marca MONDIAL

MONDIAL				
Modelo	Tipo (Seco/Vapor)	Tensão (V)	Potência (W)	Peso (kg)
F-11 Máximo	Seco	127 ou 220	até 1.000	0,60
F-04	Seco	127 ou 220	até 1.000	0,70
F-05	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,70
F-10	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,89
F-21	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,80
F-30	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,80
Viagem F08 (Bivolt)	Vapor	127 220	800 1100	0,58
F-15	Vapor	127 ou 220	até 1.200	0,70
F-23	Vapor	127 ou 220	até 1.200	1,00

Fonte: (<http://www.mondialine.com.br>, 2012)

Apêndice B

Pesquisas de Hábitos de Uso de Ferros Elétricos de Passar Roupas

As poucas informações encontradas a respeito do funcionamento e da utilização dos ferros elétricos de passar roupas motivaram o enriquecimento desse trabalho com a realização de novas pesquisas para descoberta de outras informações, até então não tratadas pelas pesquisas existentes sobre o assunto. Como exemplo, foi verificado se nas residências é utilizado o ferro a seco ou a vapor, se a presença do Selo Procel Eletrobras seria uma motivação para a compra deste eletrodoméstico, entre outras.

Deve ser ressaltado que nessas pesquisas não foi questionada a posse do equipamento, pois as informações obtidas na pesquisa PPH 2005 e confirmadas por outra pesquisa de posse do ferro elétrico realizada pela CEMIG em 2012, indicam que a posse do ferro é de 0,93 por domicílio.

Esse Apêndice tem como objetivo apresentar os dados e os resultados das pesquisas realizadas por empresas distribuidoras de energia, pela Eletrobras Procel e pelo Portal Procel Info, para verificar as informações relacionadas aos hábitos de uso do ferro elétrico.

a) Pesquisas realizadas por Empresas Distribuidoras de Energia

• Eletrobras Amazonas Energia

Com o objetivo de implementar um projeto piloto de um sistema de *smart grid* para controlar a operação do sistema de distribuição de energia na cidade de Parintins - AM, a Eletrobras Amazonas Energia realizou em 2011 uma pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso nas residências do município.

Um dos aspectos verificados nessa pesquisa diz respeito à intensidade de utilização do ferro elétrico de passar roupas, conforme apresentado na Tabela B 1.

Tabela B 1 – Opções de frequência de utilização do ferro elétrico

1	Intensa	De 6 a 7 vezes por semana = (6,5)
2	Grande	De 4 a 5 vezes por semana = (4,5)
3	Média	De 2 a 3 vezes por semana = (2,5)
4	Pequena	Uma vez por semana = (1)
5	Mínima	Uma vez a cada 15 dias = (0,5)

Em seguida, verificou-se o tempo de uso do ferro elétrico de passar roupas por vez, ou seja, em média qual o tempo gasto na utilização do ferro a cada vez que se passa roupa na residência, conforme mostrado na Tabela B 2.

Tabela B 2– Opções de tempo de uso por vez de utilização do ferro elétrico

A	Até 15 minutos = (15)
B	De 15 minutos até 1 hora = (37,5)
C	De 1 a 2 horas = (90)
D	De 2 a 4 horas = (180)
E	Acima de 6 horas = (360)

De um total de 419 residências que participaram da pesquisa, 396 responderam que utilizam o ferro elétrico de passar e a maioria prefere utilizar esse eletrodoméstico apenas uma vez por semana.

Eliminando os questionários que não foram respondidos, a tabulação realizada enquadra o número total de respostas na Tabela B 3, onde as colunas representam o tempo de uso do ferro e as linhas representam a intensidade ou o modo de uso do ferro elétrico nas residências.

Tabela B 3– Quantidade de usuários por tempo e frequência de utilização do ferro elétrico

	A	B	C	D	E
1	24	11	1	2	1
2	5	4	1	1	0
3	29	30	12	1	0
4	37	72	32	15	1
5	100	16	0	1	0

Para analisar os resultados obtidos na pesquisa, foi necessário fazer algumas considerações. Na Tabela B 1, foi adotado o valor médio para representar cada frequência de uso do ferro elétrico. Por exemplo, para a opção nº 1, de 6 a 7 vezes por semana, adotou-se o valor fixo de 6,5 vezes por semana. Da mesma forma, na Tabela B 2 admitiu-se o valor médio para o tempo de uso. Por exemplo, no caso da opção B, de 15 minutos até 1 hora, considerou-se 37,5 minutos.

Dessa forma, tornou-se possível fazer o produto dos valores correspondentes às Tabelas B1, B2 e B3, cujos resultados são apresentados na Tabela B 4.

Tabela B 4– Produto da quantidade de ferros pelo tempo e modo de utilização (horas)

	A	B	C	D	E
1	39,00	44,69	9,75	39,00	39,00
2	5,62	11,25	6,75	13,50	0
3	18,12	46,87	45,00	7,50	0
4	9,25	45,00	48,00	45,00	6,00
5	12,50	5,00	0	1,50	0

Portanto, se for feita a divisão da soma total dos valores apresentados na Tabela B 4, que representa o tempo de utilização por semana, pela soma total dos valores da Tabela B 3, que representa a quantidade total de ferros em utilização da amostra, obtém o seguinte resultado:

Tempo médio de utilização do ferro = 1,26 horas/semana ou 5,39 horas/mês em Parintins.

• Companhia de Eletricidade de Brasília

Uma exigência da ANEEL para aprovação da revisão tarifária de uma determinada concessionária de energia é a realização de uma PPH na área de sua concessão. Dessa forma, em 2012 a Companhia de Eletricidade de Brasília – CEB realizou uma PPH em aproximadamente 2.200 residências. Verificou-se que 1.725 residências afirmaram utilizar o ferro elétrico de passar roupas, sendo que a maioria prefere utilizar o eletrodoméstico apenas uma vez por semana.

De maneira semelhante à pesquisa realizada em Parintins, essa pesquisa verificou, junto aos moradores, a intensidade de utilização do ferro elétrico, bem como o tempo de uso do eletrodoméstico por vez de utilização, conforme apresentado na Tabela B 5 e na Tabela B 6, respectivamente.

Tabela B 5 – Opções de frequência de utilização do ferro elétrico

1	Intensa	De 6 a 7 vezes por semana = (6,5)
2	Grande	De 4 a 5 vezes por semana = (4,5)
3	Média	De 2 a 3 vezes por semana = (2,5)
4	Pequena	Uma vez por semana = (1)
5	Mínima	Uma vez a cada 15 dias = (0,5)

Tabela B 6 – Opções de tempo de uso por vez de utilização do ferro elétrico

A	Até 15 minutos = (15)
B	De 15 minutos até 1 hora = (37,5)
C	De 1 a 2 horas = (90)
D	De 2 a 4 horas = (180)
E	De 4 a 6 horas = (300)
F	Acima de 6 horas = (360)

A Tabela B 7 apresenta o número de usuários que responderam a pesquisa, onde as colunas representam o tempo de uso do ferro e as linhas indicam a intensidade ou o modo de uso do ferro elétrico nas residências de Brasília.

Tabela B 7 – Quantidade de usuários por tempo e frequência de utilização do ferro elétrico

	A	B	C	D	E	F
1	83	34	22	4	1	0
2	28	34	15	3	1	0
3	52	124	142	55	10	11
4	34	238	232	103	20	20
5	138	140	110	48	10	13

O produto dos valores correspondentes às Tabelas B5, B6 e B7, cujos resultados representam a quantidade total de ferros de acordo com o tempo e o modo de utilização, é mostrado na Tabela B 8.

Tabela B 8 – Produto da quantidade de ferros pelo tempo e modo de utilização (horas)

	A	B	C	D	E	F
1	134,87	138,13	214,5	78	39	0
2	31,5	95,62	101,25	40,5	27	0
3	32,5	193,75	532,5	412,5	150	165
4	8,5	148,75	348	309	120	120
5	17,25	43,75	82,5	72	30	39

O tempo médio de utilização do ferro elétrico de passar nas residências é obtido pela divisão da soma total dos valores apresentados na Tabela B 8, que representa o tempo de utilização por semana, pela soma total dos valores da Tabela B 7, que representa a quantidade de ferros em utilização da amostra. Assim, tem-se:

Tempo médio de utilização do ferro = 2,16 horas/semana ou 9,25 horas/mês em Brasília.

b) Pesquisas realizadas pela Eletrobras Procel e pelo Portal Procel Info

- **Eletrobras Procel**

Para realização dessa pesquisa, foi elaborado um questionário com apenas três perguntas para verificar alguns hábitos de uso do ferro elétrico de passar roupas. Este questionário foi enviado por e-mail para os colaboradores da Eletrobras Procel e foi solicitado que esses replicassem aos seus amigos e familiares.

No total, foram enviados aproximadamente 250 e-mails nos meses de setembro a novembro de 2013 e, nesse período, foram recebidas 125 respostas de 30 cidades de 11 estados brasileiros.

A Figura B.1 mostra o questionário empregado na pesquisa.

Questionário de Ferro Elétrico de Passar Roupas

Local onde reside:

Cidade - _____ Bairro _____

1. Em sua residência, marque com "x" qual o tipo de ferro elétrico você utiliza:

<input type="checkbox"/> SECO	<input type="checkbox"/> VAPOR Se você marcou esta opção, por favor, marque com "x" uma das opções abaixo: a. <input type="checkbox"/> UTILIZO 100% DAS VEZES COM VAPOR b. <input type="checkbox"/> UTILIZO 50% DAS VEZES COM VAPOR c. <input type="checkbox"/> NUNCA UTILIZO COM VAPOR	<input type="checkbox"/> NÃO POSSUI
--------------------------------------	--	--

2. Quanto a utilização média mensal, marque com "x" uma das opções abaixo:

<input type="checkbox"/> 7 vezes por semana <input type="checkbox"/> 4 vezes por semana <input type="checkbox"/> 1 vez por semana	<input type="checkbox"/> 6 vezes por semana <input type="checkbox"/> 3 vezes por semana <input type="checkbox"/> 1 vez por mês	<input type="checkbox"/> 5 vezes por semana <input type="checkbox"/> 2 vezes por semana <input type="checkbox"/> 2 vezes por mês
--	---	---

3. Quanto ao tempo médio de utilização por vez, marque com "x" uma das opções abaixo:

<input type="checkbox"/> Até 15 min <input type="checkbox"/> De 1h a (1h e 30 min) <input type="checkbox"/> De 3 horas a 4 horas	<input type="checkbox"/> De 15 min a 30 min <input type="checkbox"/> De (1h e 30 min) a 2h <input type="checkbox"/> De 4 horas a 5 horas	<input type="checkbox"/> De 30 min a 1 hora <input type="checkbox"/> De 2 horas a 3 horas <input type="checkbox"/> Acima de 5 horas
---	---	--

Figura B.1 - Questionário sobre hábitos de uso do ferro elétrico

Deve ser ressaltado que essa pesquisa permitiu avaliar outras informações, não previstas nas pesquisas apresentadas anteriormente. Dessa forma, pela primeira vez, foi possível verificar

se o ferro é utilizado na função a seco ou a vapor, e para este último caso, verificou-se ainda se o vapor é utilizado em 100% das vezes (sempre aberto), em 50% das vezes (às vezes com vapor ou sem vapor) ou nunca (sempre fechado). Essa questão é de suma importância para a determinação mais precisa do consumo de energia desse eletrodoméstico nas residências, uma vez que os testes realizados em laboratório mostraram que existem diferenças no consumo entre os modos de funcionamento a seco e a vapor.

De acordo com os resultados da pesquisa, identificou-se que 60 residências possuíam modelos de ferros a seco, enquanto que em 65 residências havia ferros a vapor. Dentre os modelos a vapor, um total de 47 era utilizado em 100% das vezes com vapor aberto, 12 com 50% das vezes com vapor aberto ou fechado, e seis funcionando sem a abertura do vapor.

Tendo em vista que 50% de 12 ferros a vapor funcionam a seco e que seis funcionam sempre sem vapor, pode-se considerar nessa amostra um total de 72 ferros funcionando a seco e 53 ferros funcionando a vapor, o que percentualmente representaria **57,6%** e **42,4%**, respectivamente.

Conforme as pesquisas anteriores, a maioria das respostas apontou para a utilização do ferro elétrico de passar roupas em **uma vez por semana**, o que correspondeu a 36% do total.

Os demais resultados foram apresentados de maneira semelhante às outras pesquisas descritas nesse apêndice, ou seja, a Tabela B 9 apresenta a intensidade ou o modo de uso dos ferros e a Tabela B 10 mostra o tempo de utilização do eletrodoméstico nas residências.

Tabela B 9 – Opções de modo de utilização do ferro elétrico

Modo de utilização		
1	7 vezes por semana	7
2	6 vezes por semana	6
3	5 vezes por semana	5
4	4 vezes por semana	4
5	3 vezes por semana	3
6	2 vezes por semana	2
7	1 vez por semana	1
8	1 vez por mês	0,25
9	2 vezes por mês	0,5

Tabela B 10 – Opções de tempo de utilização do ferro elétrico

Tempo de utilização		
A	Até 15 minutos	15
B	De 15 até 30 min	22,5
C	De 30 min a 1h	45
D	De 1h a 1h e 30 min	75
E	De 1h e 30 min a 2h	105
F	De 2 a 3h	150
G	De 3 a 4h	210
H	De 4 a 5h	270
I	Acima de 5h	300

Conforme realizado nas pesquisas anteriores, as informações obtidas foram distribuídas nas Tabelas B.11 e B.12, onde as colunas representam o tempo de uso do ferro e as linhas indicam a intensidade ou o modo de uso do ferro elétrico nas residências.

Tabela B 11 – Quantidade de usuários por tempo e frequência de utilização do ferro elétrico

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	3	1	1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	6	2	2	0	1	0	0	0	0
4	1	3	2	1	1	0	0	0	0
5	2	5	3	5	2	1	0	1	0
6	3	1	8	7	3	3	1	0	0
7	2	3	5	8	7	11	8	1	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	1	1	1	0	3	0	0	3

Tabela B 12 – Produto da quantidade de ferros pelo tempo e modo de utilização (horas)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	5,25	2,62	5,25	0	0	0	0	0	0
2	0	2,25	0	0	0	0	0	0	0
3	7,5	3,75	7,5	0	8,75	0	0	0	0
4	1	4,5	6	5	7	0	0	0	0
5	1,5	5,62	6,75	18,75	10,5	7,5	0	13,5	0
6	1,5	0,75	12	17,5	10,5	15	7	0	0
7	0,5	1,12	3,75	10	12,25	27,5	28	4,5	0
8	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0,19	0,37	0,625	0	3,75	0	0	7,5

Portanto, o tempo médio de utilização do ferro elétrico de passar nas residências é obtido pela divisão da soma total dos valores apresentados na Tabela B 12, que representa o tempo de utilização por semana, pela soma total dos valores da Tabela B 11, que representa a quantidade de ferros em utilização da amostra. Assim, tem-se

Tempo médio de utilização do ferro = 2,36 horas/semana ou 10,1 horas/mês em diversas cidades brasileiras.

- **Portal Procel Info**

A pesquisa realizada no Portal Procel Info teve como modelo base o questionário enviado por e-mail pela Eletrobras Procel. Entretanto, não contemplou as perguntas referentes ao tempo e modo de uso do ferro elétrico de passar roupas e considerou uma nova questão a respeito da relevância do Selo Procel Eletrobras na decisão da compra do eletrodoméstico.

A vantagem de se realizar essa pesquisa no Portal Procel Info foi a possibilidade de contar com um banco de aproximadamente 15.000 usuários de todo o País.

Segue o modelo da pesquisa enviada para os colaboradores do Portal Procel Info:

1 - Local onde reside: (Cidade/Bairro)

2 – O Selo Procel Eletrobras de Conservação de Energia seria relevante em sua decisão na compra de um ferro elétrico ?

- sim
- não
- não sabe responder

3 - Em sua residência, marque qual o tipo de ferro elétrico você utiliza:

- seco
- vapor
- não possui ferro elétrico em minha residência

4 - Se você utiliza ferro elétrico a vapor, marque com “x” uma das opções abaixo:

- utilizo sempre com vapor
- utilizo cerca de 50% das vezes com vapor
- nunca utilizo com vapor

Essa pesquisa foi enviada, entre setembro e novembro de 2013, para o e-mail de todos os usuários cadastrados no Portal. Como as respostas não eram obrigatórias, o usuário podia responder a questão 2 e deixar as outras questões em branco ou deixar apenas uma questão em branco. Dessa forma, foram obtidas 536 respostas para a questão 2, 912 respostas para a questão 3 e 608 respostas para a questão 4. Essas respostas são oriundas de 182 cidades de 24 estados brasileiros.

Conforme mostrado na Figura B.2, do total de usuários que respondeu a questão 2, 92,2% informaram que o Selo Procel Eletrobras de Conservação de Energia seria relevante em sua decisão de compra de um ferro elétrico, enquanto 4,9% desses usuários responderam o contrário. Outros 3% não responderam a questão.



Figura B.2 – Resultados de pesquisa no portal do Procel

De acordo com as respostas da questão 3, verificou-se que 289 residências possuíam ferro a seco, 608 possuíam ferro a vapor e 15 não possuíam ferro elétrico. Levando-se em consideração as 608 respostas da questão 4, onde se analisou apenas os ferros a vapor, verificou-se que 277 ferros são utilizados com 100% do vapor aberto, 210 são utilizados com 50% com do vapor aberto e 50% com o vapor fechado e outros 121 são utilizados sem a abertura do vapor.

Considerando que 50% dos 210 ferros a vapor funcionam a seco e outros 121 ferros funcionam sem vapor, tem-se nessa amostra um total de 515 ferros funcionando a seco e 382 ferros funcionando a vapor.

Esse resultado ratifica a pesquisa feita anteriormente pela Eletrobras Procel, pois representa

aproximadamente **57%** de ferros funcionando a seco e **43%** funcionando a vapor.

c) Resumo dos Resultados

Os resultados das pesquisas auxiliaram a verificação da viabilidade de implementação de um programa de etiquetagem para ferros elétricos, uma vez que o modo, o tempo e o tipo de utilização estão particularmente relacionados com o consumo de energia deste eletrodoméstico nas residências.

A Tabela B 13 apresenta um resumo de alguns resultados obtidos nas pesquisas, tais como a quantidade total de questionários respondidos, o modo de utilização mais comum em cada pesquisa e o tempo que se utiliza o ferro elétrico. Destaca-se que a última coluna corresponde ao somatório de questionários respondidos, a moda do número de vezes de utilização por semana e por fim a média ponderada de horas de utilização do eletrodoméstico por mês.

Tabela B 13 – Resumo de resultados das pesquisas do ferro elétrico

	Brasília	Eletrobras Procel	Parintins	Valor utilizado
Nº de pesquisas (unidades)	1.733	125	396	2.254
Modo de utilização (vezes/semana)	1	1	1	1
Tempo de utilização (h/mês)	9,3	10,3	5,4	8,7

Após o devido tratamento das informações obtidas nas pesquisas sobre o funcionamento do ferro de passar, a seco ou a vapor, a Tabela B 14 apresenta um resumo, por pesquisa, do percentual de ferros que estão funcionando a seco e a vapor. A última coluna mostra o total de pesquisas realizadas e a média ponderada do percentual da utilização desses eletrodomésticos.

Tabela B 14 – Forma de utilização do ferro elétrico

	Portal Procel Info	Eletrobras Procel	Valor utilizado
Nº de pesquisas (unidades)	897	125	1.022
Ferros a Seco	57%	58%	57%
Ferros a vapor	43%	42%	43%