

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

**Avaliação da Economia de Energia atribuída ao Programa  
Selo PROCEL em Freezers e Refrigeradores**

**RAFAEL BALBINO CARDOSO**

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

**Janeiro de 2008**

**Itajubá - MG**

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

**Avaliação da Economia de Energia atribuída ao Programa  
Selo PROCEL em Freezers e Refrigeradores**

**RAFAEL BALBINO CARDOSO**

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

Área de Concentração: Planejamento Energético

Orientador: Prof. Dr. Luiz Augusto Horta Nogueira

Co-orientador: Prof. Dr. Jamil Haddad

**Janeiro de 2008**

**Itajubá - MG**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**MESTRADO DE ENGENHARIA DA ENERGIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Avaliação da Economia de Energia atribuída ao Programa  
Selo PROCEL em Freezers e Refrigeradores**

**AUTOR: Rafael Balbino Cardoso**

---

**Prof. Dr. Luiz Augusto Horta Nogueira**  
**UNIFEI**

---

**Prof. Dr. Jamil Haddad**  
**UNIFEI**

---

**Prof. Dr. Gilberto De Martino Jannuzzi**  
**UNICAMP**

---

**Prof. Dr. Carlos Roberto Rocha**  
**UNIFEI**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que está comigo em todos os momentos de minha vida.

Aos professores Luiz Augusto Horta Nogueira, Jamil Haddad e Carlos Roberto Rocha pela valiosa orientação, incentivo e apoio na elaboração deste trabalho.

Aos amigos Menandro, Emerson, Éldon, Moises e Amaury Caruzzo pelas informações e discussões que resultaram em melhorias na abordagem e desenvolvimento do trabalho.

Aos familiares, em especial meus pais, Albino de Souza Cardoso e Maria Cleuza Balbino Cardoso, amigos e colegas de trabalho que direta ou indiretamente contribuíram na elaboração deste trabalho.

## RESUMO

Programas de fomento à eficiência energética e redução das perdas no uso final de energia têm sido desenvolvidos em diversos países, associados a uma maior consciência da problemática energética e ambiental. No Brasil destaca-se o Programa Selo PROCEL, com o objetivo de informar aos consumidores sobre o desempenho energético de equipamentos elétricos, coletores solares térmicos e reservatórios de água associados. O presente trabalho avalia os impactos energéticos atribuídos a esse programa, particularmente no âmbito de refrigeradores e freezers domésticos, levando em conta os efeitos de temperatura ambiente e degradação de eficiência dos equipamentos, sendo contabilizados os impactos ao longo da vida útil do equipamento. Segundo a avaliação efetuada, baseando-se nos valores de consumo unitários ajustados e para um parque de equipamentos estimado em bases regionalizadas e desagregado por idade e categoria, em 2005 os freezers e refrigeradores instalados no Brasil consumiram 23.122 GWh, significando uma economia de 4,2% (1.012 GWh) frente ao consumo que seria observado caso não fosse adotado o Selo PROCEL e apenas se observasse a evolução tecnológica tendencial nesses equipamentos. O potencial total de economia, correspondente à plena adoção do Selo nesses equipamentos é estimado em 7,6% (1840 GWh). Considerando as necessidades de potência, estimou-se que o Programa Selo PROCEL, no âmbito de freezers e refrigeradores, contribuiu para uma redução na demanda de ponta em cerca de 150 MW em 2005, correspondente a 0,24% da demanda máxima registrada nesse ano no Sistema Interligado Nacional. A análise econômica da viabilidade da aquisição de equipamentos com Selo PROCEL mostrou que mesmo os consumidores com menores tarifas são beneficiados economicamente pela compra de refrigeradores mais eficientes, sinalizando que o consumidor consegue pagar a diferença de preço entre o equipamento com o Selo PROCEL e um menos eficiente em um período de seis a quinze anos dependendo basicamente das condições tarifárias, da temperatura ambiente e taxa de desconto consideradas.

**Palavras chave:** Eficiência energética, etiquetagem, freezers e refrigeradores eficientes.

## **ABSTRACT**

Governmental programs to promote energy efficiency and reduce energy losses at consumer level have been developed in many countries, associate to an increasing awareness of energy and environmental challenges in forthcoming years. In Brazil the PROCEL Label Program is well known, aiming to inform the consumers about energy performance of electric and solar thermal appliances. The current work evaluates the energy impact attributed to this program as regards refrigerators and freezers for household use, taking in account the effects of ambient temperature and efficiency degradation of the equipment, as well as considering the accumulated saving while the equipment is used. Considering the adjusted unit consumption and the number of equipment in use estimated in regional bases and disaggregated for age and capacity, it was possible to estimate that in 2005 freezers and refrigerators installed in Brazil consumed 23,122 GWh, which means an economy of 4.2% (1,012 GWh) as regards to the consumption that would be observed if there is no PROCEL LABEL and the performance evolution was just following the historical trend. The total saving potential, correspondent to the full adoption of the PROCEL Label was estimated in 7.6% (1840 GWh). Considering the impact on capacity requirement, the PROCEL Label Program in the scope of freezers and refrigerator, contributed for a reduction of about 150 MW, corresponding to 0.24% of the maximum demand observed in 2005 in the National Interconnected System. In economic terms, the feasibility analysis of acquisition of a typical refrigerator with PROCEL Label showed that even low tariff consumers have gains by purchasing more efficient appliances, with energy savings enough to pay the price difference between a labeled equipment and one less efficient, in a period of six to fifteen years depending mainly on electricity tariff, ambient temperature and discount rate.

**Key words:** Energy efficiency, labeling, efficient freezers and refrigerator

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE SIGLAS .....	xii
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xiv

### **PARTE I: Contexto da Dissertação**

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
3.1. Contexto Internacional e Nacional de Conservação de Energia.....	6
3.2. Impactos Sociais e Ambientais de Economia de Energia .....	12
3.3. Fundamentos de adoção de medidas de Eficiência energética.....	14
3.4. Impactos dos Freezers e Refrigeradores no Programa Selo PROCEL de Economia de Energia .....	16
3.5. Tecnologia, desempenho e etiquetagem de freezers e refrigeradores .....	19
3.6. Modelagem atual de Avaliação de Economia de Energia atribuída ao Programa Selo PROCEL .....	24

### **PARTE II – Desenvolvimento e implementação de um Modelo de Avaliação**

4. METODOLOGIA.....	27
5. MODELO CONCEITUAL PROPOSTO DE AVALIAÇÃO DO SELO PROCEL..	29
5.1. Premissas .....	29
5.2. Consumo médio de energia.....	32
5.2.1. Degradação de eficiência.....	36
5.2.2. Influência da temperatura.....	37
5.3. Parque de equipamentos.....	42
5.4. Consumo total de energia.....	49
5.5. Economia de energia.....	52
5.6. Redução de Demanda de Ponta.....	54
6. ANÁLISE DE INCERTEZA DO MODELO PROPOSTO .....	57

6.1. Incertezas associadas ao Modelo.....	57
6.2. Propagação das Incertezas .....	60
7. RESULTADOS .....	63
7.1. Economia de energia atribuída ao programa selo PROCEL.....	63
7.2. Redução da demanda no horário de ponta.....	67
7.3. Comparações .....	67
 <b>PARTE III – Aplicação da Modelagem Proposta</b>	
8. ESTIMATIVAS E PROJEÇÕES DE ECONOMIA DE ENERGIA EM ANOS FUTUROS.....	73
9. ANÁLISE ECONÔMICA .....	81
 <b>PARTE IV – Conclusões e sugestões</b>	
10. CONCLUSÕES .....	95
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	97
12. APÊNDICES.....	106



## LISTA DE TABELAS

Tabela 3. 1 – Retas de consumo padrão das categorias .....	22
Tabela 3. 2 – Índices mínimos de eficiência das classes de eficiência energética para freezers e refrigeradores .....	23
Tabela 5. 1 – Impacto do efeito “Free rider” no consumo do parque de equipamentos.....	35
Tabela 5. 2 – Modelagens para a avaliação de Economia de Energia.....	55
Tabela 6. 1 – Impacto de incertezas das variáveis no modelo.....	61
Tabela 6. 2 – Incerteza do modelo .....	62
Tabela 7. 1 – Influência do consumo de energia de freezers e refrigeradores no setor residencial – 2005 .....	69
Tabela 7. 2 – Resultados de Economia de Energia e Redução de Demanda de Ponta – Ano 2005.....	71
Tabela 8. 1 – Entrada de dados para elaboração do modelo de regressão de economia de energia de freezers e refrigeradores.....	76
Tabela 8. 2 – Linearização dos dados de entrada do modelo de regressão dos equipamentos de freezers e refrigeradores.....	77
Tabela 8. 3 – Resultados parciais do modelo de Regressão Múltipla de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL.....	78
Tabela 8. 4 – Resultados finais do modelo de Regressão Múltipla de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL.....	79
Tabela 8. 5 – Comparação de resultados de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL, freezers e refrigeradores - 2005 .....	79
Tabela 9. 1 – Custos específicos de refrigeradores de uma porta .....	83
Tabela 9. 2 – Custo médio da Tarifa de Energia – R\$/kWh .....	83
Tabela 9. 3 - Consumo específico de refrigeradores de uma porta – kWh/l.ano...	84

Tabela 9. 4 – Taxa de juros de varejistas aplicada em pessoas físicas para financiamento de refrigeradores.....	86
Tabela 9. 5 – Custo total médio anual de refrigeradores de uma porta de 300 l...	87

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1 – Selo PROCEL e Etiqueta de Eficiência energética. ....	3
Figura 3. 1 – Resultados de economia de energia devido ao Selo PROCEL.....	17
Figura 3. 2 - Redução de consumo de refrigeradores – Ano base 1985 .....	18
Figura 3. 3 – Esquema do ciclo de compressão.....	19
Figura 3. 4 – Etiquetas de Eficiência Energética .....	22
Figura 3. 5 – Etiqueta Energy Star .....	23
Figura 3. 6 – Retas de consumo padrão de refrigeradores de uma porta .....	22
Figura 3. 7 – Resultados de economia de energia obtidos pelo modelo atual (freezers e refrigeradores).....	26
Figura 5. 1 - Consumo específico de um equipamento .....	30
Figura 5. 2 – Evolução do consumo de energia do parque de equipamentos.....	31
Figura 5. 3 – Fluxograma do modelo proposto.....	32
Figura 5. 4 - Porcentagem de refrigeradores por capacidade .....	33
Figura 5. 5 – Característica do parque de freezers .....	34
Figura 5. 6 – Evolução do consumo de refrigeradores.....	36
Figura 5. 7 – Fator de degradação de eficiência (FD) .....	37
Figura 5. 8 – Localização das Estações Meteorológicas.....	40
Figura 5. 9 – Temperaturas médias ponderadas.....	41
Figura 5. 10 – Influência da temperatura no consumo médio de refrigeradores de uma porta SS – 2005 .....	41
Figura 5. 11 – Distribuição dos equipamentos por região .....	43
Figura 5. 12 – Distribuição de freezers e refrigeradores – Brasil.....	43
Figura 5. 13 – Fração de equipamentos com o Selo PROCEL .....	44
Figura 5. 14 – Parque de refrigeradores .....	47
Figura 5. 15 – Sucateamento de equipamentos.....	47
Figura 5. 16 – Evolução do parque de refrigeradores no Brasil .....	48
Figura 5. 17 – Evolução do parque de freezers no Brasil.....	49
Figura 5. 18 – Consumo de energia do parque de freezers e refrigeradores – Brasil .....	52

Figura 6. 1 – Fatores que interferem nas incertezas do modelo .....	58
Figura 7. 1 – Economia anual de refrigeradores .....	63
Figura 7. 2 – Economia de anual de freezers.....	64
Figura 7. 3 – Economia acumulada de refrigeradores.....	64
Figura 7. 4 – Economia acumulada de freezers .....	65
Figura 7. 5 – Economia anual de freezers e refrigeradores .....	65
Figura 7. 6 – Economia acumulada de energia de freezers e refrigeradores.....	66
Figura 7. 7 – Participação das categorias de equipamentos na economia de energia .....	66
Figura 7. 8 – Redução de demanda de ponta atribuída a todas as categorias .....	67
Figura 7. 9 – Economia total acumulada de freezers e refrigeradores atribuída ao Programa Selo PROCEL.....	68
Figura 7. 10 – Economia atribuída a refrigeradores no ano de 2005 .....	70
Figura 7. 11 – Economia atribuída a freezers no ano de 2005.....	70
Figura 7. 12 – Fração de economia de energia por região brasileira .....	71
Figura 8. 1 – Correlação entre o Modelo Proposto e o Modelo de Regressão Múltipla para estimativa de Economia de Energia atribuída ao Selo PROCEL.....	80
Figura 9. 1 – Preço específico de refrigeradores de uma porta por classe .....	82
Figura 9. 2 – Custo anual específico de refrigeradores de uma porta para classe de consumo $\leq 200$ kWh/mês.....	86
Figura 9. 3 - Custo anual específico de refrigeradores de uma porta para classe de consumo $> 200$ kWh/mês.....	87
Figura 9. 4 – TIR referente à diferença de preço entre um refrigerador de 300 l com o Selo PROCEL e um menos eficiente ( $\leq 200$ kWh/mês) .....	88
Figura 9. 5 – TIR referente à diferença de preço entre um refrigerador de 300 l com o Selo PROCEL e um menos eficiente ( $> 200$ kWh/mês) .....	88

Figura 9. 6 – Sensibilidade tarifária na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 I – Norma (Condições de ensaio) .....	90
Figura 9. 7 – Sensibilidade tarifária na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 I – Região Sul .....	91
Figura 9. 8 – Sensibilidade da taxa de juros na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 I – Norma (Condições de ensaio).....	92
Figura 9. 9 – Sensibilidade da taxa de juros na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 I – Região Sul .....	92
Figura 9. 10 – Sensibilidade do período de pagamento na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 I – Norma (Condições de Ensaio) .....	94
Figura 9. 11 – Sensibilidade do período de pagamento na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 I – Região Sul .....	94

## LISTA DE SIGLAS

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica  
ABILUX – Associação Brasileira da Indústria de Iluminação  
ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento  
ACE – Ações para Conservação de Energia  
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica  
BEN – Balanço Energético Nacional  
BEU – Balanço de Energia Útil  
CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica  
CIPEC – Canada Program for Energy Conservation  
CME – Consumo Médio de Energia Elétrica  
ECCJ – Centro de Conservação de Energia do Japão  
EERE – Office of Energy and Renewable Energy  
ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A  
ELETROS – Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos  
EPA – Agência Norte Americana de Meio Ambiente  
EST – Energy Saving Trust  
GLD – Gerenciamento pelo Lado da Demanda  
IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDAE – la Diversificación y Ahorro de la Energía  
IDEC – Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor  
IIEC – International Institute for Energy Conservation  
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
LBNL – Lawrence Berkeley National Laboratory  
NRCan – Natural Resources Canada  
OEE – Office of Energy Efficiency  
PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem  
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento  
PIMPV – Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

UHE – Usina Hidrelétrica

## LISTA DE SÍMBOLOS

- CE – Consumo de Energia Elétrica
- COP – Coeficiente de Performance Ideal
- CN – Consumo de Energia Elétrica do Parque de Equipamentos
- cs – Com Selo PROCEL
- EE – Economia de Energia Elétrica
- $F_m$  – Participação do Mercado das Marcas de Freezers e Refrigeradores
- FCP – Fator de Crédito do PROCEL
- FD – Fator de Degradação de Eficiência
- FSP ou F – Fração de Freezers e Refrigeradores com Selo PROCEL
- FU – Fator de Utilização
- i – Com Selo PROCEL ou Sem Selo PROCEL e Faixa de Volume Ajustado
- j – Ano
- L – Número de Marcas de Equipamentos
- LI – Limite Inferior de Incerteza
- LS – Limites superiores de incerteza
- m – Marca dos Equipamentos
- N – Parque de Equipamentos
- n – Número de Equipamentos
- $Q_t$  – Carga térmica
- ss – Sem Selo PROCEL
- T – Temperatura
- V – Vendas
- VA – Volume Ajustado
- Vdu – Vida Útil do Equipamento
- $\Delta x$  – Incerteza da Variável x
- $\Delta y$  – Incerteza da Variável y
- $\alpha$  – Coeficiente de Sucateamento para idade de 16 anos dos equipamentos
- $\beta$  – Coeficiente de Sucateamento para idade de 15 anos dos equipamentos



## **PARTE I: Contexto da Dissertação**

### **1. INTRODUÇÃO**

Programas de fomento à eficiência energética e redução das perdas no uso final de energia têm sido desenvolvidos em diversos países, associados a uma maior consciência da problemática energética e ambiental. Muitos países empregaram medidas buscando reduzir as perdas e desperdícios de energia com benefícios econômicos e ambientais. Na década de oitenta surgem no Brasil programas que promovem a Eficiência energética, o Programa CONSERVE, que constituiu o primeiro esforço de peso para promover a Eficiência energética na indústria, o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, e, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL da Eletrobrás que em 1993 criou o Programa Selo PROCEL de economia de energia que tem como meta principal informar os consumidores brasileiros dos produtos elétricos mais eficientes.

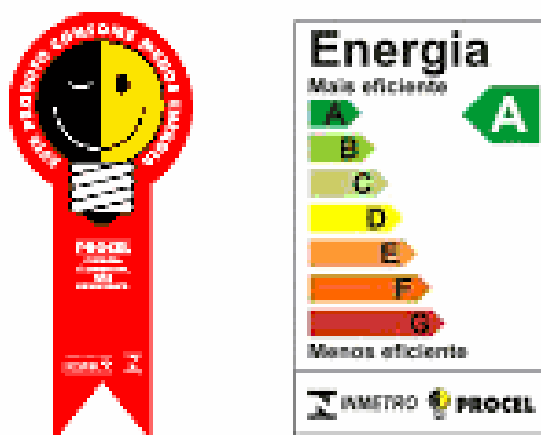
Os primeiros equipamentos a receberem o Selo PROCEL foram os freezers e refrigeradores, em 1995. Posteriormente as lâmpadas fluorescentes compactas e circulares, reatores eletromagnéticos, condicionadores de ar, motores, coletores solar térmicos e reservatórios térmicos também receberam o Selo PROCEL. Com base na experiência adquirida no desenvolvimento do presente trabalho verificou-se que uma das grandes dificuldades de se realizar nas medidas de eficiência energética é a realização da Medição e Verificação, pois, exige algumas inferências e estimativas para a avaliação de desempenho energético de milhões de equipamentos instalados por todo o país, que gera incertezas nos resultados obtidos. Nesse sentido o PROCEL vem atuando, em parceria com as universidades brasileiras e apoio de instituições nacionais e iniciativa privada, em pesquisas de mercado e desenvolvimento de metodologias de avaliação dos impactos energéticos do Programa Selo PROCEL.

A metodologia de Medição e Verificação dos impactos energéticos atribuídos ao Programa Selo PROCEL, no âmbito de freezers e refrigeradores, desenvolvida no presente trabalho segue algumas premissas do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance - PIMVP como por exemplo, estabelecimento de linhas de base e avaliação ao longo da vida útil dos equipamentos para análises de resultados.

Ressalta-se de início que o presente trabalho analisa o impacto energético do Programa Selo PROCEL, que se aplica apenas aos modelos mais eficientes, de classe A, no âmbito de freezers e refrigeradores, já os impactos do PBE, que cobrem todas as classes de um dado tipo de equipamento e desenvolvido com o envolvimento do CEPEL e PROCEL, não foram analisados.

Não obstante, cabe reiterar que ambos os programas são complementares, convergem em seus objetivos e mais que a avaliação individualizada de cada um deles, é interessante conhecer o impacto da informação que o PROCEL e o INMETRO fornecem ao comprador de equipamentos consumidores de energia elétrica e como tal informação afeta o cenário energético.

No Brasil os rótulos de Eficiência energética são usados de forma voluntária desde 1989. No ano de 2001 o governo brasileiro introduziu uma legislação (Lei 10.295 (BRASIL, 2001)) de padrões de mínima eficiência que passou a ser obrigatória para os equipamentos elétricos adquirirem a Etiqueta de Eficiência energética ou Selo PROCEL (Queiroz et.al, 2007).



**Figura 1. 1** – Selo PROCEL e Etiqueta de Eficiência energética.

Fonte: PROCEL (2006)

O presente trabalho inclui o desenvolvimento metodológico utilizado para a avaliação do impacto energético atribuído ao Programa Selo PROCEL e detalha sua aplicação para os equipamentos estudados, apresentando os equacionamentos e cálculos de consumo de energia, formação do parque de refrigeradores e freezers e economia de energia, desagregados por categoria e região do país. Desagregação necessária para a avaliação ao longo da vida útil dos equipamentos, incluindo os efeitos dependentes da idade dos equipamentos e temperatura ambiente.

Os capítulos seguintes apresentam os objetivos do trabalho seguidos de uma apresentação do contexto nacional e internacional no uso racional e eficiente da energia. Será apresentada em seguida a modelagem de avaliação do impacto energético do Programa Selo PROCEL utilizada anteriormente e a modelagem proposta com seus respectivos resultados e comparações. Será elaborado um modelo de Regressão Múltipla que incorpore a modelagem proposta para estimativas de economia de energia para anos futuros e, por fim, serão apresentadas análises de viabilidade econômica de aquisição de refrigeradores com Selo PROCEL na primeira compra, ou seja, sem valor residual.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo central do presente estudo é estudar uma nova metodologia, mais consistente com relação à metodologia utilizada pelo PROCEL até o ano de 2005, para avaliar o impacto energético do Programa Selo PROCEL na economia de energia e redução de demanda de ponta, no âmbito de freezers e refrigeradores. A nova metodologia permite a avaliação ao longo da vida útil dos equipamentos de forma desagregada (por categoria de que equipamentos, idade e região do país) para a inclusão dos efeitos de degradação de eficiência e temperatura ambiente.

Os objetivos específicos são referentes às aplicações da metodologia proposta:

1. Realizar projeções de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL em anos futuros através de um modelo de Regressão Múltipla linear.
2. Realizar análises de viabilidade econômica de aquisição de refrigeradores de uma porta com o Selo PROCEL, já que essa categoria representa mais da metade do mercado de freezers e refrigeradores domésticos do país.

O presente estudo decorre essencialmente da experiência acumulada durante um projeto de revisão da metodologia de avaliação de resultados do Selo PROCEL no âmbito dos refrigeradores e freezers, que forneceu não apenas a motivação como também a maioria expressiva das informações utilizadas. Este trabalho foi desenvolvido pela FUPAI, Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria, sob a coordenação do Prof. Luiz Augusto Horta Nogueira.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como observou JANNUZZI (2004), os choques do petróleo de 1973-74 e 1979-81 criaram a percepção de escassez e elevaram os preços dos energéticos, justificando investimentos no aumento da produção de petróleo nacional, em conservação e maior eficiência no uso dos seus derivados e na diversificação de fontes alternativas de energia.

Estima-se que atualmente a eficiência global de conversão de energia primária em energia útil é de aproximadamente um terço (33%). Em outras palavras, dois terços da energia primária são dissipados no processo de conversão, principalmente sob a forma de calor a baixas temperaturas. Segundo estimativas para os próximos 20 anos, a quantidade de energia primária poderá ser reduzida de 25% a 35% nos países industrializados com ganhos econômicos significativos. Reduções de mais de 40% poderão ser obtidas na economia em transição da Europa Oriental e ex-União Soviética. Nos países em desenvolvimento, que se caracterizam por um alto índice de crescimento econômico e também por uma grande presença de equipamentos obsoletos, os potenciais de melhora são ainda maiores, entre 30% e 45% (GOLDEMBERG e VILLANUEVA, 2003).

O uso eficiente de energia apresenta importantes marcos no Brasil e no exterior, os quais serão revistos e comentados posteriormente. Entre as principais iniciativas tomadas pelo Brasil para a promoção do uso eficiente da energia destacam-se a criação do Programa Selo PROCEL de Economia de Energia em 1993, cujo objetivo é informar os consumidores dos produtos de maior eficiência energética no mercado, e a implementação de algumas leis, como por exemplo, a Lei nº 10.295/2001 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.

### **3.1. Contexto Internacional e Nacional de Conservação de Energia**

As crises do petróleo dos anos setenta, o crescimento econômico acelerado, o aumento da urbanização e a poluição ambiental fizeram surgir maiores preocupações com relação à Eficiência energética e vários países industrializados organizaram-se e políticas e fundos significativos foram levantados para investimentos em projetos de eficiência energética e fontes renováveis de energia, cujo objetivo era garantir o suprimento de energia, diminuindo-se a dependência do petróleo e seus derivados (GELLER et al, 2006).

Em meados dos anos oitenta, com a estabilização do preço do petróleo, diminuiu a preocupação com relação à segurança do suprimento de energia. Os fundos disponíveis para financiar as atividades de conservação e diversificação das fontes primárias de energia foram, conseqüentemente, bastante reduzidos. No final dos anos 80, o impacto das emissões de poluentes, principalmente as oriundas da queima de combustíveis, na variação climática global, tornou-se uma preocupação mundial. Esta preocupação e alternativas de solução foram amplamente discutidas no encontro internacional realizado em 1992, na cidade do Rio de Janeiro; posteriormente, na cidade japonesa de Kyoto em 1997, firmou-se um acordo internacional, onde os países signatários estabeleceram metas de redução de emissões de CO<sub>2</sub>.

Para se atingir essas metas tornaram-se imprescindível uma maior eficiência em toda a cadeia energética, isto é, desde a produção de energia até seu uso final, bem como uma maior participação de fontes renováveis de energia na matriz energética.

Segundo HADDAD et al (1999) entre os vários países com ações voltadas à conservação de energia, tem-se como exemplo o Reino Unido, que criou o Energy Saving Trust – EST, com uma atuação direcionada para a eficiência energética nos setores residencial e comercial, dentro de uma perspectiva social, além da preocupação com a redução das emissões de CO<sub>2</sub>. Os programas implantados

têm se concentrado em atividades de marketing, visando aumentar a conscientização das pessoas com relação às vantagens do uso eficiente da energia, e na concessão de incentivos financeiros para produtos, equipamentos e serviços que possibilitem melhorias na eficiência energética dos setores em que o EST atua. Na França, a agência encarregada de desenvolver atividades nas áreas de eficiência energética foi a Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie – ADEME. Sua atuação compreendia, entre outras, atividades de marketing (campanhas de conscientização e de difusão de informações) e a realização de estudos de planejamento e de serviços de assessoria e consultoria.

No Japão, o Energy Conservation Center of Japan – ECCJ foi criado em 1978, como uma medida do governo para minimizar o consumo energético em face da crise do petróleo dos anos setenta. Hoje, os programas do ECCJ abrangem os setores residencial, comercial, industrial e de transportes. Devem-se ressaltar o amplo trabalho de divulgação de informações e conscientização dos consumidores com relação à conservação de energia, os esforços de GLD (Gerenciamento pelo Lado da Demanda), além do estabelecimento de normas de eficiência energética para a construção civil, dentre outras várias ações (HADDAD et al, 1999).

Em junho de 1992 o governo canadense promulgou o Energy Efficient Act. Esta lei delegou ao Natural Resources Canada – NRCan autoridade para promover programas de conservação e fontes renováveis de energia. Em 1998 o governo criou o Office of Energy Efficiency – OEE, com o objetivo de renovar e fortalecer o comprometimento do Canadá com relação à eficiência energética. A OEE tem implementado programas em vários setores, como por exemplo, o residencial e comercial (normas na construção civil, padrões mínimos de eficiência para aparelhos eletrodomésticos, iluminação, etc.). Em particular para o setor industrial, tem-se o Canadian Program for Energy Conservation - CIPEC, como um braço importante do Natural Resources Canada – NRC na área industrial (HADDAD et al, 1999).

De acordo com uma publicação do Departamento de Energia dos Estados Unidos – DOE (International Energy Outlook 2001, DOE/EIA-0484 2001), os americanos, com 4,6% da população do mundo, utilizam 26% de toda a energia e 30% de toda a eletricidade consumida mundialmente. Em valores comparativos per capita, os EUA consomem 8 vezes mais do que a América Latina. Nos EUA, o Office of Energy Efficiency and Renewable Energy – EERE foi criado com o objetivo de desenvolver tecnologias eficientes, sob a ótica do consumo energético, e fontes renováveis de energia que tenham custos razoáveis, que sejam benéficos ao meio ambiente e que propiciem oportunidades para se aumentar a competitividade do País. Atualmente têm-se várias ações de eficiência energética sendo desenvolvidas nos EUA com o suporte e aval da Agência Norte Americana de Meio Ambiente – EPA (GELLER, 2003).

O Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – IDAE desenvolve, na Espanha, os programas governamentais na área de conservação de energia. O IDAE tem fomentado a conservação de energia através do financiamento de projetos nesta área, por meio de serviços técnicos propiciados por ele próprio, e via tarefas de difusão.

Segundo GELLER et al (2004) no período de 1975 a 2001 o Brasil apresentou um aumento de 250% no consumo de energia enquanto que o consumo per capita aumentou 60% principalmente devido ao grande crescimento industrial, urbanização e ao aumento do nível de uso de energia nos setores residencial e comercial. Conforme GHISL et al (2007) no período de 1987 a 2000 o aumento do consumo de energia elétrica no setor residencial foi de 6% a.a..

O aumento do consumo energético pela sociedade brasileira criou um grande potencial para as ações de eficiência energética no país. O Brasil foi capaz de promover iniciativas bem sucedidas com criação de leis, alguns programas específicos de conservação, regulamentos e mecanismos modernos e úteis para avançar a introdução de melhores tecnologias e práticas para uso eficiente de energia. Em contrapartida, tem sido medíocre na gestão e implementação



inteligente das mesmas. Infelizmente, a resultante final dos esforços desses quase 30 anos, é modesta e frustrante para aqueles que conhecem o potencial e as oportunidades perdidas (JANNUZZI, 2004).

Entre as leis criadas para a promoção da Eficiência energética no Brasil destacam-se duas. A primeira refere-se à Lei nº 10.295/2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, prevendo o estabelecimento de “níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados e comercializados no país”, responsabilidade do Comitê Gestor de Indicadores e de Níveis de Eficiência energética (CGIEE), constituído pelo Executivo nos termos do Decreto 4.059, também de 2001. A segunda refere-se à Lei 9.991/2000, que tem orientado a aplicação de 0,5% do faturamento das concessionárias de energia elétrica em Pesquisa e Desenvolvimento – P&D e eficiência energética.

Como observa JANNUZZI (2005) a implementação da Lei 9.991/2000 pode resultar em benefícios ambientais e sócio-econômicos para a sociedade, no entanto, se espera que os esforços que vêm sendo tomados para promover a eficiência energética no país possam contribuir para um desenvolvimento tecnológico mais satisfatório.

O Programa CONSERVE, criado em 1981, constituiu-se no primeiro esforço de peso em termos de conservação de energia, visando à promoção da eficiência energética na indústria, ao desenvolvimento de produtos e processos energeticamente mais eficientes, e ao estímulo à substituição de energéticos importados. O CONSERVE oferecia a possibilidade de realização de diagnósticos energéticos em estabelecimentos industriais, sem ônus para as indústrias, visando identificar o potencial de conservação de energia em cada caso.

A política de tarifas “irreais” de energia elétrica, exercida na década de oitenta, com vistas à estabilização dos índices inflacionários, tornava inviável o financiamento da expansão do sistema elétrico, haja vista o elevado montante de investimentos requeridos e o longo prazo de maturação dos grandes projetos de geração e transmissão priorizados na época. Dessa forma, uma opção estratégica em face da conjuntura existente foi a implementação de uma política de conservação do uso de energia elétrica, que acabou por se refletir na criação, em 1985, do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, sob a coordenação da ELETROBRÁS.

Em 1993 foi desenvolvido pelo PROCEL, o Programa Selo PROCEL de Economia de Energia, um programa voluntário com os objetivos de orientar os consumidores e estimular a fabricação e comercialização de produtos mais eficientes no país. No ano seguinte foram estabelecidos, em conjunto com fabricantes, consumidores (representados pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor – IDEC e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO), os critérios para a concessão do Selo, sua marca e as bases para a realização de todo esse processo. Em 1995, já apareciam no mercado brasileiro os primeiros produtos com o Selo PROCEL: os refrigeradores de uma porta; de duas portas ou combinados e freezer vertical. Posteriormente, considerando sua participação no consumo de energia elétrica nacional, foram incorporadas as categorias: freezer horizontal, aparelho de ar-condicionado de janela, motores elétricos trifásicos até 10 CV (hoje abrangendo até 250 CV), coletores solares planos para aquecimento de água para banho e piscina e reservatórios térmicos.

Visando estabelecer os critérios técnicos e indicar os equipamentos premiados, foi constituída, pela Secretaria Executiva do PROCEL, uma Comissão de Análise Técnica composta por um representante das seguintes entidades: PROCEL, na condição de Coordenador; Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL; Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO; Instituto de Defesa do Consumidor – IDEC; Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE; Associação Nacional de Fabricantes de Produtos

Eleto-Eletrônicos – ELETROS; Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA; Associação Brasileira da Indústria de Iluminação – ABILUX.

Os critérios atualmente em vigor para a concessão do Selo PROCEL de Economia de Energia são os seguintes:

1. O produto deve fazer parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, coordenado pelo INMETRO;
2. O produto deve ser submetido anualmente a ensaios de desempenho em laboratórios de referência indicados pelo PROCEL e pelo INMETRO;
3. De acordo com a classificação obtida pelo produto no processo de etiquetagem, recebem o Selo PROCEL de Economia de Energia os equipamentos da classe A. De acordo com os resultados dos testes, os modelos são classificados conforme a eficiência energética de A a G, sendo os de classe A aqueles de maior eficiência.

A cada ano o Programa Selo PROCEL vem ampliando sua atuação com a inclusão de novas categorias de produtos, atualmente o Selo PROCEL é atribuído motores elétricos trifásicos, lâmpadas fluorescentes (compactas e circulares), reatores eletromagnéticos (para lâmpadas fluorescentes tubulares e a vapor de sódio), freezers, refrigeradores, aparelhos de ar-condicionado (janela e split), coletores solares (banho e piscina) e reservatórios térmicos. Tal sinalização oferece à sociedade um importante instrumento para distinguir os modelos mais eficientes em cada categoria e conseqüentemente reduzir o consumo de energia elétrica do país. No ano de 2005, o Selo PROCEL foi concedido a 1.165 modelos distribuídos em 18 categorias de produtos num total de 64 empresas agraciadas (PROCEL, 2005).

Durante a primeira fase do PROCEL, que vai da sua criação até 1989, observa-se uma concentração do Programa sobre as seguintes atividades (PROCEL, 2005):

1. Promoção de pesquisa e desenvolvimento de equipamentos eficientes;

2. Padronização e certificação de equipamentos empregados no uso final da energia elétrica; e,
3. Levantamentos e análises de hábitos de consumo e eficiências de uso de equipamentos elétricos.

Após a crise energética de 2001 e mais recentemente a partir de 2004, o PROCEL vem passando por um processo de revitalização. Atualmente, as principais ações do PROCEL são desenvolvidas no âmbito dos seguintes programas: educação; prédios públicos; setor industrial; etiquetagem; setor de saneamento; iluminação pública; apoio às universidades e centros de pesquisa. Além destes programas, o PROCEL ainda desenvolve vários outros trabalhos de base, para suporte e desenvolvimento das ações de conservação de energia, como: treinamento; suporte ao P&D do setor elétrico; sistemas de informação, gerenciamento e avaliação de resultados; seminários e conferências (HADDAD et al, 2006). É nesse processo de revitalização que se propõe revisar os processos de avaliação dos resultados Programa Selo PROCEL, coadjuvado pelo PBE.

### **3.2. Impactos Sociais e Ambientais de Economia de Energia**

Desde a sua implantação o PROCEL proporcionou uma economia total de energia estimada de 21.753 GWh e uma redução de demanda na ponta de 5.839 MW, o que equivale à energia elétrica necessária ao atendimento de cerca de 12,7 milhões de residências durante o período de um ano ou à energia tipicamente fornecida por uma usina hidrelétrica com aproximadamente 5,1 GW de capacidade e investimentos evitados, correspondentes, no sistema elétrico brasileiro da ordem de R\$ 15 bilhões. Apenas para 2005, se estima que os projetos realizados no âmbito do PROCEL contribuíram para uma economia de energia de 2.158 GWh e uma redução de demanda no período de ponta de 585 MW. Esses resultados podem ser comparados à energia tipicamente fornecida por uma usina hidrelétrica com capacidade de 518 MW, representando investimentos evitados para o setor elétrico da ordem de R\$ 1,8 bilhão (PROCEL, 2006).

Os resultados de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL, apresentados anteriormente podem não corresponder à realidade, pois a metodologia utilizada para a verificação dos resultados não considera algumas variáveis que interferem significativamente no consumo dos equipamentos, como os efeitos climáticos e de perda de desempenho dos equipamentos ao longo da vida útil. Por essa razão é importante a revisão metodológica de verificação do impacto energético atribuído ao Programa Selo PROCEL, como ultimamente se implementa nesse programa.

Acredita-se que os investimentos necessários para as ações de eficiência energética, ou seja, em fontes ocultas de energia através das “Usinas Virtuais” tanto por mudanças de hábitos de uso quanto pelo uso de equipamentos eficientes, sejam menores do que aqueles necessários à expansão da oferta de energia elétrica, pois, medidas simples de conscientização podem levar a economias substantivas, apenas pela redução das perdas e sem afetar os serviços providos pela energia (NOGUEIRA, 2007).

As ações voltadas ao gerenciamento da demanda sejam através de aspectos gerenciais (por mudanças de hábitos de uso) ou produção e uso de equipamentos mais eficientes, representam um investimento menor quando se considera vida útil dos equipamentos mesmo que os mesmos possuam inicialmente um custo de aquisição maior. Existem áreas ou setores que podem ser parceiros de programas de eficiência energética, como o meio ambiente, recursos hídricos, transportes, saneamento e desenvolvimento social. Uma estratégia a ser seguida para lograr a incorporação da eficiência energética nesses programas é a busca incessante da articulação institucional com os responsáveis por sua concepção, implantação e condução.

As atividades associadas à geração de energia elétrica por fontes hidrelétricas provocam impactos ambientais e sociais desfavoráveis, sejam nas áreas

inundadas e na quebra do equilíbrio ecológico, bem como a transferência de populações (muitas vezes indígenas) para outros lugares que não sejam o habitat original. As usinas termelétricas também provocam impactos ambientais negativos através dos poluentes atmosféricos e da necessidade da utilização intensiva de água para o processo de refrigeração. Assim, quando se reduz o desperdício de energia ou quando se utiliza equipamentos mais eficientes se está, no mínimo, postergando várias obras de geração e possibilitando a transferência dos recursos financeiros públicos, antes empregados na geração de energia elétrica, para investimentos em obras sociais. Segundo ALMEIDA, SHAEFFER e LA ROVERE (2001) existe um potencial de conservação de energia elétrica no setor residencial de 28%, devido às tecnologias mais eficientes.

Segundo o MME (2006) existe a possibilidade de percalços no caminho do atendimento pleno da demanda de energia no país ao longo dos próximos anos a custos aceitáveis, caso a demanda de energia continue a se comportar repetindo suas taxas históricas de crescimento. É esse cenário preocupante que conduz à necessidade de se devotar atenção crescente à racionalização energéticas no Brasil. Nesse cenário a eficiência energética poderá ter um importante papel a cumprir na formulação de um novo planejamento energético nacional (IEA, 2000). Neste sentido, os programas de etiquetagem são extremamente relevantes, já que a informação é uma importante ferramenta na conservação de energia.

### **3.3. Fundamentos de adoção de medidas de eficiência energética**

Em várias partes do mundo têm-se usado conceitos de linhas de base (baseline) para a comparação de curvas de cargas antes e após a adoção de medidas de eficiência energética. De acordo com o INEE et al (2000) o Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance – PIMVP é uma referência muito importante que descreve métodos para avaliar economias de energia e foi concebido para permitir desenvolver planos de Medição e Verificação – M&V de forma relativamente padronizada para um projeto específico. Segundo (ANEEL,

2006) o PIMVP fornece uma visão geral das melhores práticas atualmente disponíveis para verificar os resultados de projetos de eficiência energética.

Segundo BIRNER e MARTINOT (2005) quanto mais cedo começar o monitoramento das medidas de Eficiência energética através da Medição e Verificação melhores resultados serão adquiridos, além da maior percepção das transformações do mercado.

Existe um grande número de metodologias gerais para a avaliação de impactos de programas de eficiência energética, economia de energia de equipamentos e redução da demanda de ponta, sendo importante determinar qual apresenta resultados mais consistentes, com menor incerteza e com menores custos de elaboração e execução. Uma revisão detalhada e abrangente dessas metodologias consta do Manual para Avaliação (Vol.1), do IEA/DSM (Programa de Avaliação das Medidas para a Eficiência energética e Gerência da Demanda), desenvolvido pela Agência Internacional de Energia e com estudos de casos na Bélgica, Canadá, Coréia do Sul, Dinamarca, França, Holanda, Itália e Suécia. Como regra geral, esse manual recomenda a comparação das curvas de carga antes e após a adoção das medidas de fomento da eficiência, cotejando assim as curvas de linha de base com as curvas de carga modificadas (IEA/DSM, 2006). De um modo ainda mais explícito recomendando que a utilização de linha de base (baseline) deve-se mencionar as referências da Collaborative Labeling and Appliance Standards Program – CLASP, um programa que desde 1999 envolve o Lawrence Berkeley National Laboratory – LBNL, a Alliance to Save Energy e o International Institute for Energy Conservation – IIEC, com a missão de promover o uso adequado de padrões de eficiência e etiquetagem energética, em especial nos países em desenvolvimento (CLASP, 2005).

De modo sintético, os resultados das avaliações do impacto dos programas de eficiência energética têm sua qualidade definida essencialmente por dois componentes:

- a) Pelo modelo conceitual adotado, que deve expressar adequadamente as relações entre as variáveis técnicas e do mercado.
- b) Pelos dados que serão associados a este modelo.

Em geral, a avaliação meticulosa de programas de eficiência energética requer pesquisas nos participantes e não-participantes, estudos de campo, estudos de mercado e análise de efetividade de custos. Essas atividades demandam recursos expressivos para serem satisfatoriamente implementadas, sendo mencionado para o caso americano um custo entre 5 a 10 % do custo dos programas de eficiência energética (CLASP, 2005).

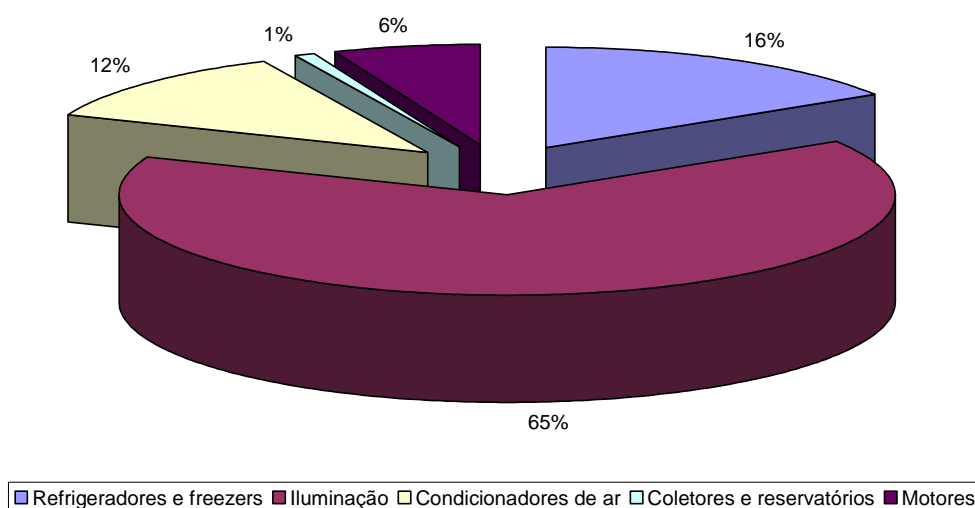
Tal investimento na avaliação de programas de eficiência energética é fundamental para entender e dimensionar os impactos dos diversos programas bem como para possivelmente modificar sua concepção e melhorar sua efetividade. Segundo CLINCH e HEALY (2001) as análises de custo-benefício, levando em consideração a economia de energia alcançada, redução de emissões decorrentes das ações e benefícios sociais têm extrema relevância na avaliação das ações de eficiência energética.

### **3.4. Impactos dos Freezers e Refrigeradores no Programa Selo PROCEL de Economia de Energia**

Os freezers e refrigeradores foram uns dos primeiros equipamentos a receberem o Selo PROCEL, no ano de 1995, que informa os consumidores dos produtos mais eficientes, equipamentos da classe A, no caso de freezers e refrigeradores. Segundo avaliações realizadas em 2005 pelo PROCEL, utilizando o modelo atual, os freezers e refrigeradores foram responsáveis por uma retirada de 43,4 MW de demanda no horário de ponta em 2005 e 3.140 GWh de economia de energia decorrentes das ações acumuladas do Programa Selo PROCEL, ou seja,



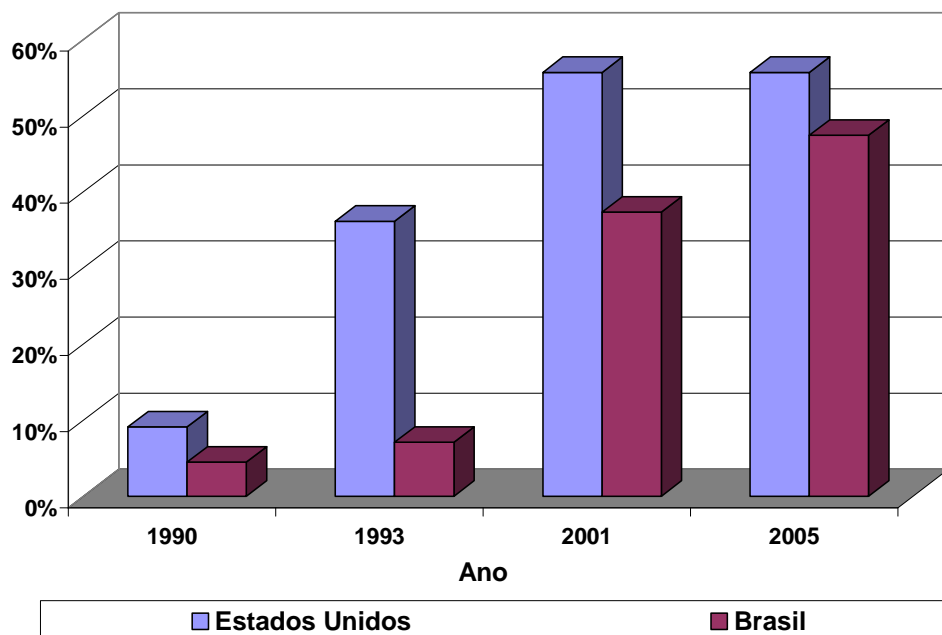
representam cerca de 16% de toda economia atribuída ao Programa, como mostra a figura seguinte.



**Figura 3. 1** – Resultados de economia de energia devido ao Selo PROCEL (Modelo Atual (Geller)).

Fonte: PROCEL (2006)

As ações voluntárias do Programa Selo PROCEL induziram a expressivos ganhos no consumo específico dos refrigeradores brasileiros. Estima-se que, nos últimos vinte anos, essas ações levaram em reduções de consumo de energia elétrica na ordem de 47%, níveis comparáveis aos indicados para programas voluntários similares nos Estados Unidos, cerca de 56% (CLASP,2005), no mesmo período.



**Figura 3. 2 -** Redução de consumo de refrigeradores – Ano base 1985

Fonte: MME (2006) / PROCEL (2006)

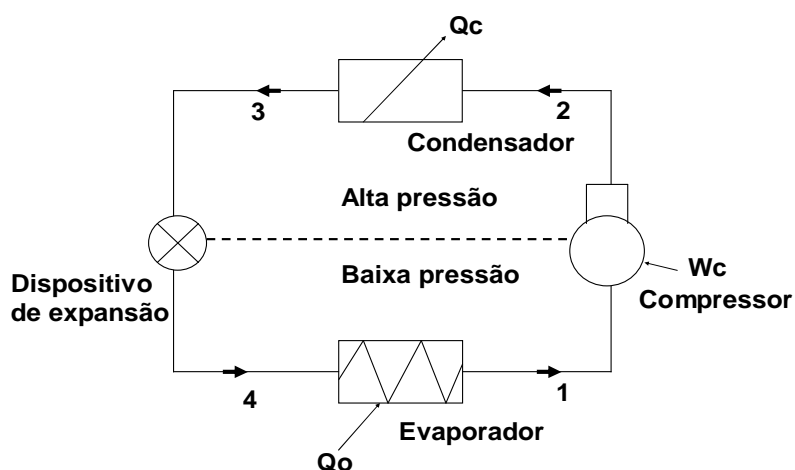
Deve ser mencionado o esforço empreendido no PROCEL para quantificar adequadamente os resultados decorrentes do Programa Selo PROCEL, principalmente no segmento de refrigeradores e freezers, em duas diferentes dimensões da questão, tanto no incentivo às medidas do aumento da eficiência energética de eletrodomésticos, quanto no estímulo à ampliação da fatia de mercado desses equipamentos eficientes. Conforme PROCEL (2005), com relação ao modelo atual de avaliação do impacto energético atribuído ao Programa Selo PROCEL, as estimativas da economia de energia e redução de demanda na ponta decorrentes das ações desenvolvidas no segmento de freezers e refrigeradores, utiliza uma análise baseada na redução média de consumo por equipamento e na quantidade de equipamentos vendidos durante o ano, não levando em consideração variáveis importantes que afetam o desempenho dos equipamentos como a idade e a influência da temperatura ambiente.

### 3.5. Tecnologia, desempenho e etiquetagem de freezers e refrigeradores

Os freezers e refrigeradores são os maiores consumidores de energia elétrica no setor residencial brasileiro e melhorias em seu desempenho podem resultar em economias de energia significativas para o país. Segundo GELLER et al (1998) no período de 1986 a 1996 os freezers e refrigeradores eficientes resultaram em uma economia de 2,5 TWh por ano, valor correspondente a 1% do consumo total de eletricidade no ano de 1996.

Os refrigeradores e freezers instalados no setor residencial podem conseguir redução no consumo unitário de energia elétrica de 2,72% a 19,70% no ano de 2030 com relação ao ano de 2005, devido aos avanços tecnológicos promovidos pela Lei nº 10.295/2001 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (LEITE e BAJAY, 2007). Essa estimativa teve o suporte do Plano Nacional de Energia – PNE, publicado em 2007.

Para que se possam entender como é possível efetuar medidas melhorias no desempenho dos equipamentos frigoríficos é interessante a compreensão do funcionamento desses equipamentos, como representado na Figura 3.2.



**Figura 3. 3 – Esquema do ciclo de compressão**

Fonte: COSTA (1982)

Trecho 1-2 – O fluido refrigerante entra no compressor à pressão do evaporador, como vapor saturado (título igual a 1), sendo comprimido até atingir pressão de condensação. Neste estado está superaquecido.

Trecho 2-3 – Ocorre no condensador (a água ou a ar) a rejeição de calor do refrigerante para o meio a pressão constante. Neste processo o fluido frigorífico é resfriado até tornar líquido.

Trecho 3-4 – No dispositivo de expansão (válvula ou capilar) ocorre a expansão a entalpia constante, desde o líquido saturado (título igual a 0) até a pressão de vaporização.

Trecho 4-1 – Ocorre no evaporador a transferência de calor do meio para o fluido até atingir a condição de vapor saturado.

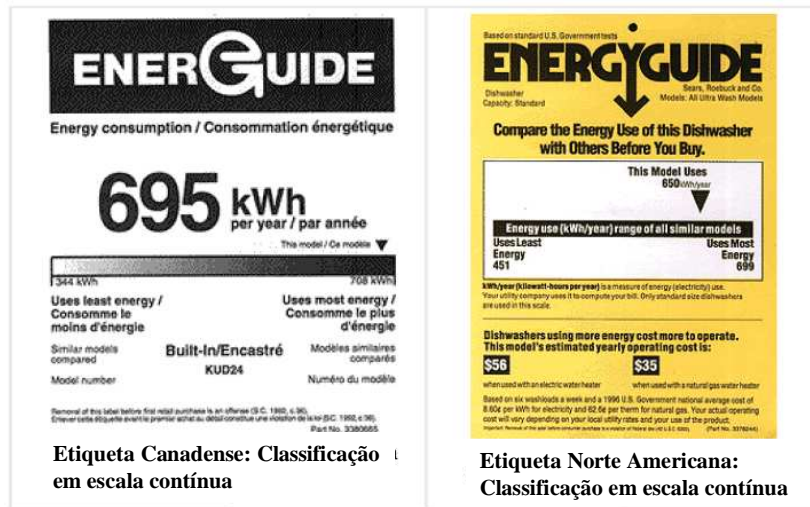
Observe-se que o calor transferido ao refrigerante no evaporador não modifica a temperatura do refrigerante, modifica somente o título.

Os hábitos de uso e a tecnologia de fabricação dos freezers e refrigeradores afetam o desempenho desses equipamentos. Melhorias no isolamento, vedação, termostato e compressor podem garantir a maior eficiência destes equipamentos, no entanto, resultam em maiores custos de fabricação.

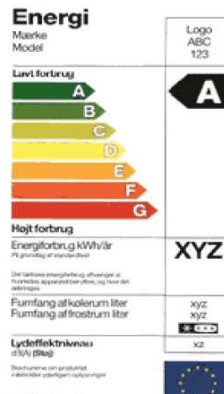
A adoção de índices mínimos de eficiência energética para classificar a classificação de equipamentos elétricos vem sendo utilizado por diversos países no mundo. Nos Estados Unidos, o termo “*standard*” (padrão) é empregado para exprimir um índice mínimo de desempenho eficiente; a expressão “*test procedure*” (procedimento de ensaio) refere-se aos métodos de ensaio para a determinação do desempenho energético. No Canadá, os “*standards*” compreendem o procedimento de ensaio, os níveis mínimos recomendados e freqüentemente as

instruções para a etiquetagem. Os procedimentos de ensaio e os níveis mínimos contidos no padrão para um dado tipo e produto não são obrigatórios até que esse produto seja regulado por meio de uma emenda à Lei de Eficiência Energética. Analogamente, no México, a NOM (*Norma Oficial Mexicana*) geralmente inclui o procedimento de ensaio, os níveis mínimos recomendados e as instruções para etiquetagem. O termo “*norma*” é empregado para se referir aos índices mínimos de eficiência energética (Geller, 2006).

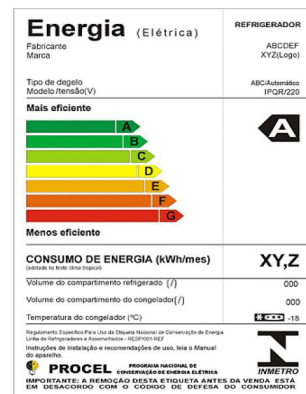
As etiquetas de eficiência energética são importantes para a divulgação dos padrões de desempenho energético de equipamentos elétricos. As escalas apresentadas nas etiquetas podem ser por categoria (A,B,C,D,E,F ou G), encontrados no Brasil e na Europa, ou contínua, que indica o valor consumido pelos equipamentos anualmente, encontrados nos Estados Unidos, Canadá e México.



**Etiqueta Mexicana:**  
Classificação em escala contínua



**Etiqueta Européia:**  
Classificação por categoria



**Etiqueta Brasileira:**  
Classificação por categoria

**Figura 3. 4 – Etiquetas de Eficiência Energética**

Fonte: modificado (SILVA Jr., 2005 apud JANNUZZI et. al, 2003)

Encontram-se também em uso as etiquetas denominadas Endorsement Labels (JANNUZZI et al, 2003). Através desta etiqueta o consumidor somente terá a informação (credibilidade) que o aparelho foi aprovado após ter passado por testes utilizando determinados critérios de eficiência energética. Para exemplificar tem-se a etiqueta Energy Star (Figura 3.5) que tem sido muito utilizada em computadores e, atualmente vem sendo aplicado também na área de ventilação, aquecimento, ar condicionado, equipamentos para escritório (CLASP, 2001) e, mais recentemente em refrigeradores nos EUA (ENERGY STAR, 2005).



**Figura 3. 5** – Etiqueta Energy Star

Fonte: ENERGY STAR (2005)

Cabe ressaltar que existem outras Etiquetas de Eficiência Energética em outros países do mundo, que informam os consumidores quanto aos equipamentos elétricos de melhor desempenho energético.

Como comentado anteriormente, o Brasil possui um forte instrumento para maior disseminação de inovações e estímulos para desenvolvimento de equipamentos elétricos eficientes através da Lei 10.295 (BRASIL, 17/10/2001), regulamentada pelo Decreto 4.059 (BRASIL, 19/12/2001) que dispõe sobre a “Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia” estabelece grupos de ações para estudar e estabelecer padrões mínimos de eficiência energética para equipamentos consumidores de energia elétrica que é comercializado no país. Essa lei vem servindo de suporte para as medidas de eficiência energética implementadas pelo Programa Selo PROCEL.

Para estimular a fabricação de freezers e refrigeradores eficientes no país o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE e o Programa Nacional de Conservação de Energia – PROCEL estabeleceram índices de eficiência para a etiquetagem e o Selo PROCEL de eficiência energética. Até o ano de 1998 os índices de eficiência eram determinados pela relação entre o consumo de energia elétrica dos equipamentos e o volume interno. Essa metodologia gerou um desnível muito grande de eficiência entre produtos de pequena e grande

capacidade volumétrica, onde se encontrava uma indisposição de diversificação de compressores com capacidades térmicas equivalentes a produtos de pequena capacidade volumétrica. Assim o PBE e o PROCEL estabeleceram medidas para corrigir os níveis de eficiência (PROCEL, 2005).

A nova metodologia adotada pelo PBE na etiquetagem de freezers e refrigeradores, a partir de 1998, determina os índices de eficiência energética baseando-se inicialmente na definição das categorias dos equipamentos e na determinação do volume ajustado dessas categorias, que leva em consideração o volume interno do produto em relação às temperaturas nominais de classificação de cada compartimento e seção.

$$VA = V_r + \sum f.V_c \quad (3.1)$$

Onde:

$V_r$  – Volume do compartimento do refrigerador (l)

$V_c$  – Volume do compartimento do congelador (l)

$f$  – Fator de ajuste do volume do congelador conforme a temperatura de classificação.

$$f = \frac{32 - T_c}{32 - T_r} \quad (3.2)$$

Onde:

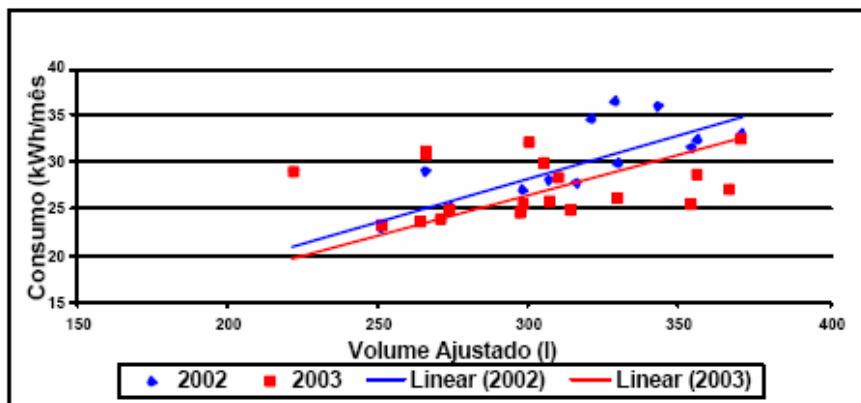
$T_c$  – Temperatura do compartimento do congelador ou evaporador (-6°C, -12°C e -18°C, para 1\*, 2\* e 3\* respectivamente).

$T_r$  – Temperatura nominal do refrigerador (5°C)

As curvas de consumo de energia versus volume ajustado demonstraram um aspecto tal que o consumo de energia não poderia ser exclusivamente em função direta do volume interno dos produtos. Portanto experimentou-se definir uma reta



de regressão para cada curva plotada, a qual denomina-se reta de consumo padrão.



**Figura 3. 6** – Retas de consumo padrão de refrigeradores de uma porta

Fonte: MOCARZEL (2004)

A Figura 3.6 mostra que houve um aumento médio de eficiência dos refrigeradores produzidos em 2003 com relação a 2002. Estas retas de regressão foram levantadas para todas as categorias de freezers e refrigeradores e definiu-se os coeficientes “a” e “b” das retas para cada categoria.

**Tabela 3. 1** – Retas de consumo padrão das categorias

<b>Categoria</b>	<b>A</b>	<b>b</b>
Refrigerador	0,0346	19,117
Combinado	0,0916	17,083
Combinado frost free	0,1059	7,4862
Freezer vertical	0,0211	39,228
Freezer vertical frost free	0,0178	58,712
Freezer horizontal	0,0758	13,095

Fonte: MOCARZEL (2004)

Definidas as equações de cada reta pôde-se definir os índices de eficiência energética, para a etiquetagem e Selo PROCEL, como descreve-se a seguir:

$$I_e = \frac{C}{C_p} \quad (3.3)$$

Onde:

- $I_e$  – Índice de eficiência energética
- C – Consumo de energia do produto
- $C_p$  – Consumo padrão

Sendo:

$$C_p = a.VA + b \quad (3.4)$$

A seguir lista-se os índices para cada classe de equipamento, referente a sua etiqueta.

**Tabela 3. 2 – Índices mínimos de eficiência das classes de eficiência energética para freezers e refrigeradores**

Classe	Índice mínimo de eficiência energética
A	0,869
B	0,949
C	1,020
D	1,097
E	1,179
F	1,267
G	1,362

Fonte: MOCARZEL (2004)

Cabe ressaltar que o Brasil ainda não possui um tipo de rotulagem ambiental para refrigeradores, mas se nada for feito nesse sentido, os fabricantes de refrigeradores brasileiros poderão ter dificuldades para exportar seus produtos (barreiras não tarifárias) para os países que exigirem uma etiqueta ambiental. Além disso, os consumidores brasileiros continuarão adquirindo produtos com tecnologias inferiores e possivelmente com maiores impactos ambientais e o país continuará sofrendo impactos ambientais decorrentes do aumento da demanda no consumo de eletricidade oriundo de aparelhos ineficientes energeticamente e ambientalmente. Contudo, não se pode apenas enfatizar o lado da estratégia econômica como vantagem para a utilização de programas de rotulagem ambiental. Estes programas visam principalmente diminuir os impactos ambientais gerados por toda cadeia de produtiva de um dado produto, visa à qualidade técnica do produto (programas de eficiência energética) e, também, a qualidade de vida e integridade física do consumidor (por ex., preocupação com níveis de ruídos, com materiais que podem provocar alergia, que podem conter parte cabíveis de acidentes por perfuração, corte etc.) (SILVA JR., 2005).

### **3.6. Avaliação de Economia de Energia atribuída ao Programa Selo PROCEL**

As estimativas de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL, no âmbito de freezers e refrigeradores, são realizadas com base apenas em informações de vendas de equipamentos e diferença de consumo entre equipamentos sem o Selo e com o Selo PROCEL. Os efeitos de variáveis importantes como, por exemplo, a temperatura ambiente e a degradação de eficiência dos equipamentos não são levadas em consideração, e, além disto, na modelagem atual, as categorias de freezers e refrigeradores estão agregadas, fato que eleva o erro do modelo. A seguir estão representados, a modelagem atual de avaliação de economia de energia com seus respectivos resultados.

$$EE_{2004} = V.FSP.FCP.(CME_{SS} - CME_{CS}) \quad (3.5)$$

onde:

- V - vendas totais estimadas de refrigeradores e freezers;
- FSP - fração dos refrigeradores e freezers c/ o Selo PROCEL naquele ano;
- FCP - fator de crédito do PROCEL; fração das pessoas que compram equipamentos com Selo PROCEL e sabem o que ele significa (adotado como 1 no presente trabalho).
- $CME_{ss}$  - consumo médio de energia elétrica de modelos sem o Selo, por categoria, durante o período de referência (1999 -2003) e;
- $CME_{cs}$  - consumo médio de energia elétrica de modelos (agrupados em cinco tipos, refrigeradores de 1 porta, refrigeradores de 2 portas (combinados), refrigeradores compactos e freezers verticais e horizontais) com o Selo em 2004.

Observa-se que os consumos anteriores são definidos para um modelo equivalente, que resulta de uma média ponderada de acordo com as participações no mercado dos vários modelos. Pôde-se estimar, após consultas ao mercado, que a participação dos refrigeradores e freezers com Selo PROCEL como sendo de 55% das vendas totais no mercado. Os valores de economia estimados devido ao Programa Selo PROCEL, empregando o modelo atual estão representados na Figura 3.7.

Para determinação da redução de demanda no horário de ponta, nessa metodologia foi considerado um fator de utilização médio de 1,25 (dado empírico). A determinação desse fator considera o maior número de vezes que se abre a porta desses equipamentos no horário de ponta, fazendo com que o compressor seja ligado maior número de vezes e acarrete um aumento de cerca de 25 % no consumo de energia nesse período. Logo, para cálculo da redução da demanda na ponta (RDP), utiliza-se a seguinte fórmula:

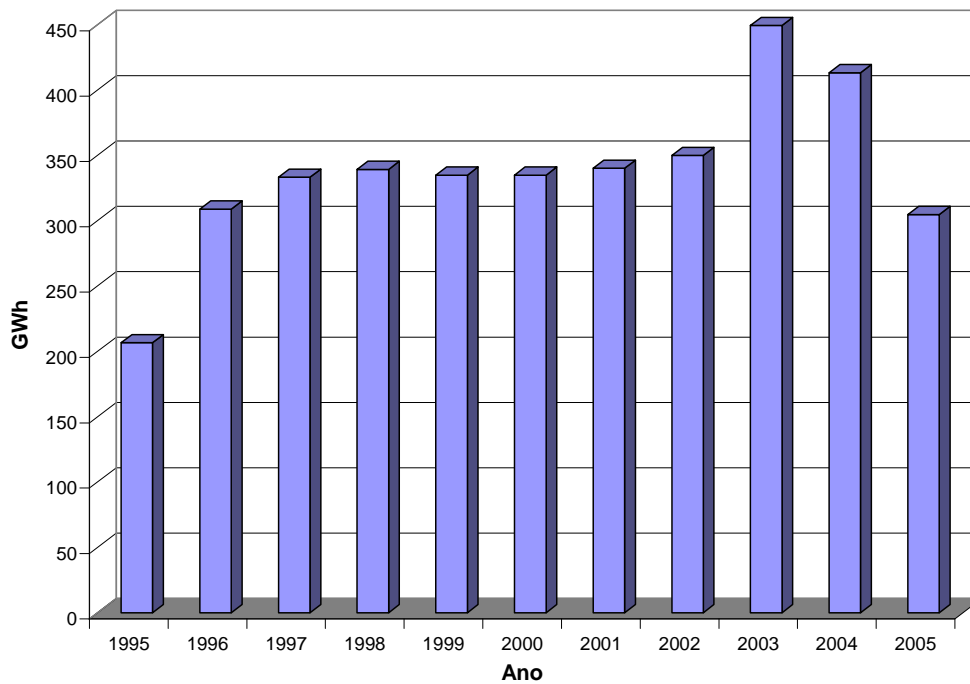
$$RDP = EE \cdot FU / 8760 \quad (3.6)$$

onde:

EE - representa a economia anual de energia (apresentada na equação anterior);

FU - corresponde ao fator de utilização médio na ponta, no caso 1,25.

Conforme já citado anteriormente a RDP do ano de 2005 foi de 43,4 MW.



**Figura 3.7** – Resultados de economia de energia obtidos pelo modelo atual (freezers e refrigeradores)

Fonte: PROCEL (2005) e (2006)

## PARTE II – Desenvolvimento e implementação da Modelo de Avaliação

### 4. METODOLOGIA

De um modo geral, o presente trabalho segue as seguintes etapas para a avaliação do impacto energético atribuído ao Programa Selo PROCEL, no âmbito de freezers e refrigeradores.

1. Análise de um Modelo de avaliação do impacto energético do Selo PROCEL: A modelagem proposta consiste em elaborar os seguintes modelos, para equipamentos de freezers e refrigeradores com Selo e sem o Selo PROCEL:
  - a. Formação do parque de freezers e refrigeradores, desagregados por categoria (ou modelo equivalente), região do país e idade;
  - b. Consumo de energia dos equipamentos, desagregados por modelos equivalentes e separados por região do país, para a inclusão das variáveis de degradação de eficiência e temperatura ambiente;
  - c. Economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL, baseados nos consumos de equipamentos com Selo e sem Selo PROCEL;
  - d. Redução de Demanda de Ponta – RDP.
2. Avaliação das incertezas atribuídas ao Modelo Proposto: Essa etapa tem por objetivo quantificar os erros atribuídos a cada variável utilizada na modelagem de avaliação do impacto energético atribuído ao Programa Selo PROCEL para a determinação da incerteza global do Modelo.
3. Apresentação de resultados, comparações e análises de consistência do Modelo Proposto: A terceira etapa do trabalho consiste em apresentar os resultados da modelagem proposta. Os resultados em nível de Brasil serão

submetidos a um teste de consistência, com base em estudos do Balanço Energético Nacional – BEN e de algumas concessionárias distribuidoras de energia elétrica do Brasil.

4. Elaboração de um modelo para projeções da economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL: Com base na relação entre resultados de economia de energia obtidos pela modelagem com os parâmetros macroeconômicos e os que afetam os cálculos de consumo e economia de energia, foi elaborado um modelo de regressão multivariável que incorpora o Modelo Proposto. O modelo de regressão tem finalidade de facilitar as projeções e confecção de resultados para anos posteriores a 2005.
5. Realização de análise de viabilidade econômica: A última etapa do estudo tem por finalidade realizar as análises de viabilidade econômica de modo a verificar se os consumidores de baixo consumo ( $\leq 200$  kWh/mês) e de alto consumo, conseguem cobrir o preço adicional dos refrigeradores de uma porta mais eficientes (com Selo) a partir da economia de energia. O estudo de caso foi realizado para a categoria de refrigeradores de uma porta já que essa é a categoria que representa mais da metade do mercado nacional de freezers e refrigeradores domésticos.

A duas últimas partes da metodologia anterior constituem a terceira parte do presente trabalho.

## **5. MODELO CONCEITUAL PROPOSTO DE AVALIAÇÃO DO SELO PROCEL**

A partir das reflexões anteriores, se propõem a seguir uma nova abordagem para determinar o impacto energético associado ao Programa Selo PROCEL, no âmbito de freezers e refrigeradores, empregando comparações entre as curvas de consumo de energia elétrica.

### **5.1. Premissas**

As principais premissas e hipóteses adotadas na metodologia proposta são apresentadas a seguir:

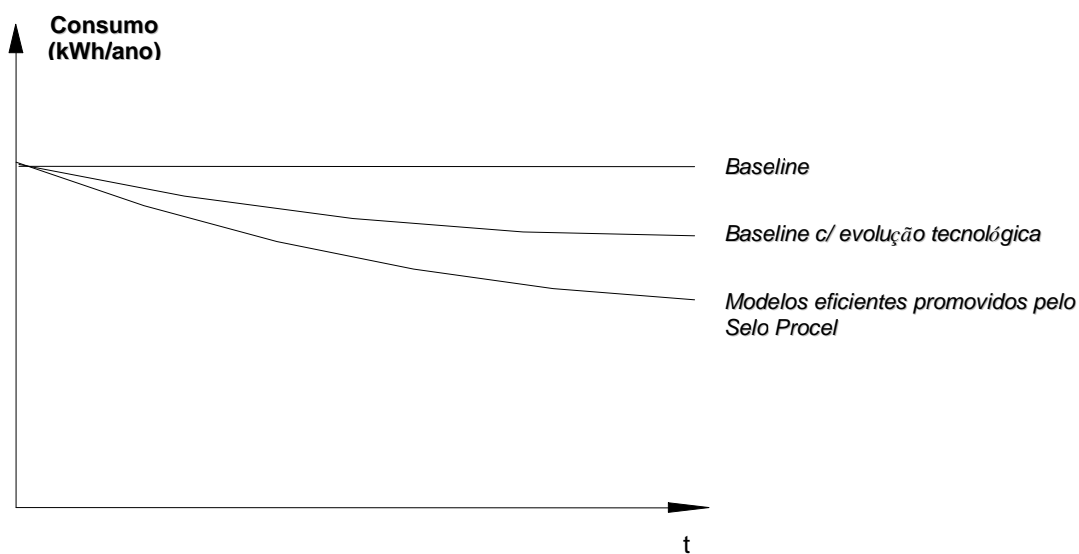
1. Inclusão de conceitos de linha de base (baseline) para as estimativas da economia de energia.
2. Avaliação do impacto energético do Programa Selo PROCEL ao longo da vida útil dos equipamentos.
3. Inclusão dos efeitos da idade dos equipamentos (perda de desempenho) e temperatura ambiente no consumo dos equipamentos.
4. Consideração do efeito de sucateamento para a formação do parque.
5. Segmentação do parque de equipamentos por categoria (ou modelos equivalentes) e, dois subgrupos, convencionais (sem Selo) e eficientes (com Selo).
6. Os equipamentos produzidos em um determinado ano são vendidos nesse mesmo ano.

A primeira etapa do presente trabalho foi a determinação da linha de base para a elaboração da modelagem de avaliação do impacto energético do Selo PROCEL. No contexto do Programa Selo PROCEL aplicado aos freezers e refrigeradores, a Figura 5.1 apresenta duas linhas de base possíveis para a utilização na modelagem. A primeira curva (Baseline) refere-se a uma linha de base que assume o mesmo consumo de energia de um equipamento para todos os anos da



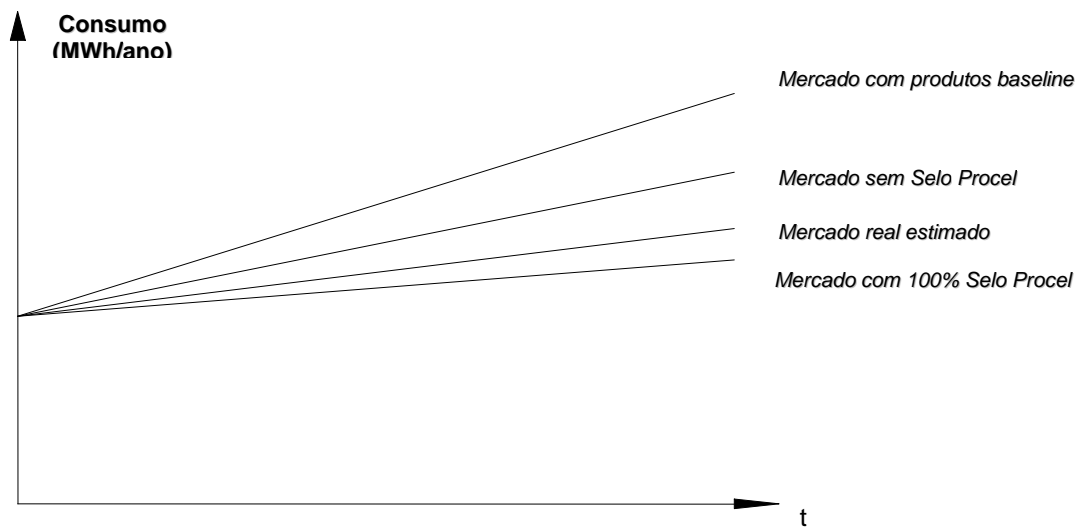
análise, não levando em consideração a evolução tecnológica. A segunda curva (Baseline c/ evolução tecnológica), que foi assumida como linha de base da modelagem proposta, refere-se a uma linha de base que leva em consideração a evolução tecnológica dos equipamentos, independentemente de consideração da existência do Selo PROCEL. A última curva (Modelos eficientes promovidos pelo Selo PROCEL) refere-se ao consumo dos equipamentos promovidos pela ações do Programa Selo PROCEL.

Certamente não é trivial separar esses efeitos da economia total estimada, dependendo de hipóteses e considerações subjetivas, como se apresentará adiante. As figuras seguintes sintetizam esses conceitos, inicialmente para um equipamento e, em seguida, para o consumo do parque de equipamentos.



**Figura 5. 1 - Consumo específico de um equipamento**

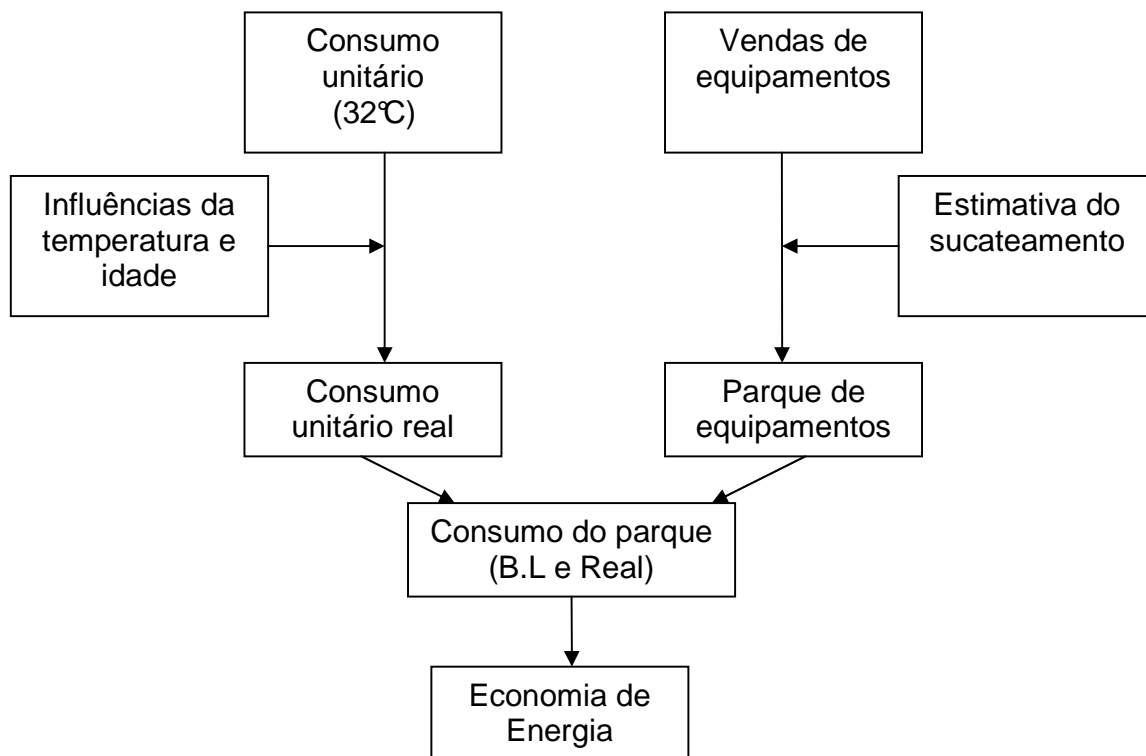
Com os valores do desempenho energético dos equipamentos e do parque de equipamentos no mercado consumidor de energia elétrica, que depende por sua vez do estoque inicial, das vendas e do sucateamento observado, tem-se, portanto a Figura 5.2, no qual se representam as economias de energia total e líquida.



**Figura 5. 2** – Evolução do consumo de energia do parque de equipamentos

Como comentado anteriormente o presente trabalho assume como linha de base o consumo do parque de equipamentos sem Selo PROCEL, levando em consideração os efeitos de degradação de eficiência. Adicionalmente a esta abordagem, podem ser incluídos os efeitos da degradação da eficiência dos equipamentos, da temperatura média de operação e da evolução do parque de equipamentos, por sua vez resultante das variações associadas às vendas e ao sucateamento.

O modelo proposto parte de informações primárias como: venda de equipamentos, consumo unitário dos freezers e refrigeradores, temperatura ambiente, degradação de eficiência e sucateamento, até os cálculos do consumo do parque de equipamentos da B.L e Real para a estimativa da economia de energia, como mostra a Figura 5.3.



**Figura 5. 3 – Fluxograma do modelo proposto**

## 5.2. Consumo médio de energia

O consumo médio de energia elétrica de freezers e refrigeradores, com Selo e Sem Selo PROCEL, foi calculado a partir de médias ponderadas pela participação do mercado de cada marca de freezers e refrigeradores (market share), na qual os equipamentos foram desagregados por categoria e faixa de capacidade, como mostra a seguinte equação:

$$Cm_i = \frac{\sum_{m=1}^k \left( \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij}}{n_m} \right) \cdot F_{mi}}{\sum_{m=1}^k F_{mi}} \quad (5.1)$$

onde:

Cmi – Consumo médio do modelo equivalente i

Ci – Consumo do equipamento i

i – Referente a equipamentos com Selo ou sem Selo e faixa de capacidade

n – Número de equipamentos

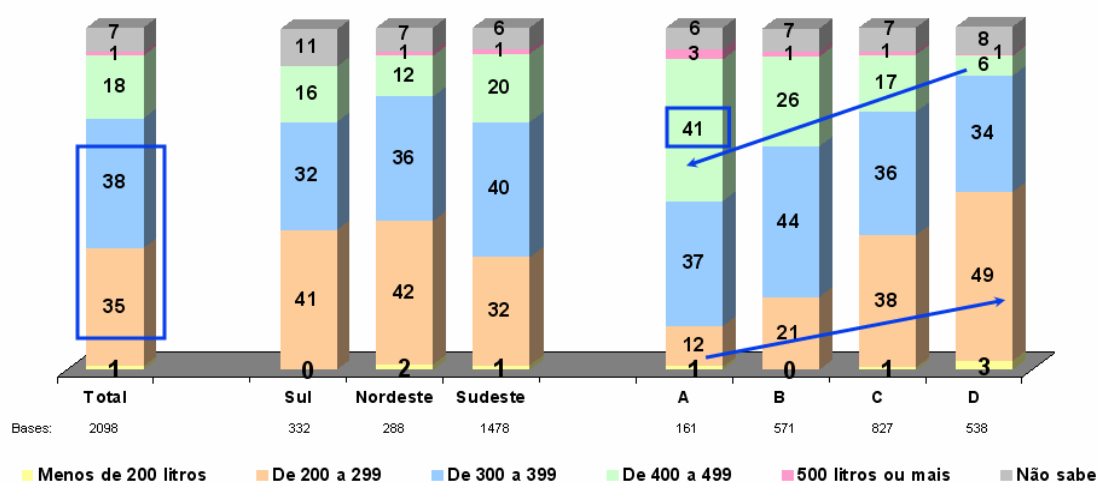
Fmi – Fatia do mercado (market share) das marcas dos equipamentos i

m – Referente á marca do equipamento

k – Número de marcas.

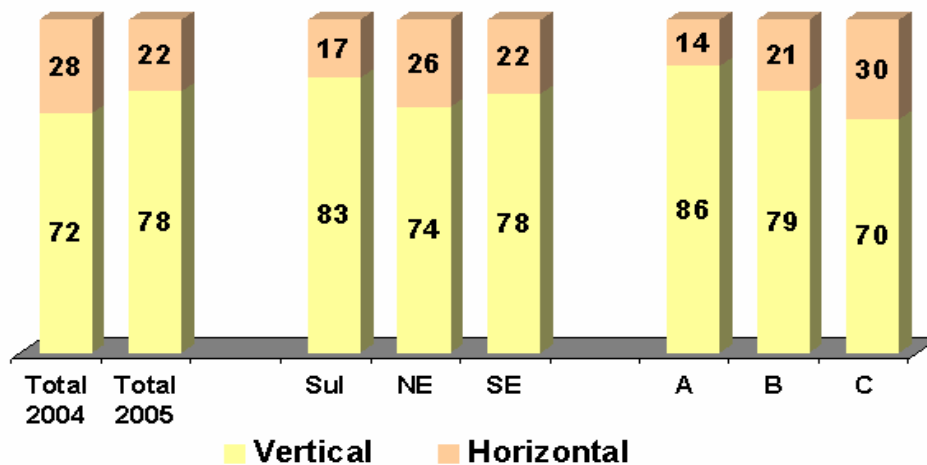
Obs: A base de dados para os cálculos do consumo médio está representada nas tabelas dos Apêndices (Consumo padronizado das categorias de freezers e refrigeradores (PBE/INMETRO)).

As informações sobre capacidade, participação do mercado e porcentagens de equipamentos com o Selo PROCEL no mercado brasileiro, foram obtidas por informações de pesquisas realizadas pela ACNielsen (2005).



**Figura 5. 4 - Porcentagem de refrigeradores por capacidade**

Fonte: ACNielsen (2005)



**Figura 5. 5 – Característica do parque de freezers**

Fonte: ACNielsen (2005)

Outras informações da pesquisa da ACNielsen (2005) utilizadas para os cálculos de consumo de freezers e refrigeradores estão nos apêndices. Ressalta-se que as informações sobre a participação do mercado de cada marca de freezers e refrigeradores foram obtidas somente para o período de 2003 a 2005. Para os anos anteriores a 2003 adotou-se os números referentes ao ano de 2003.

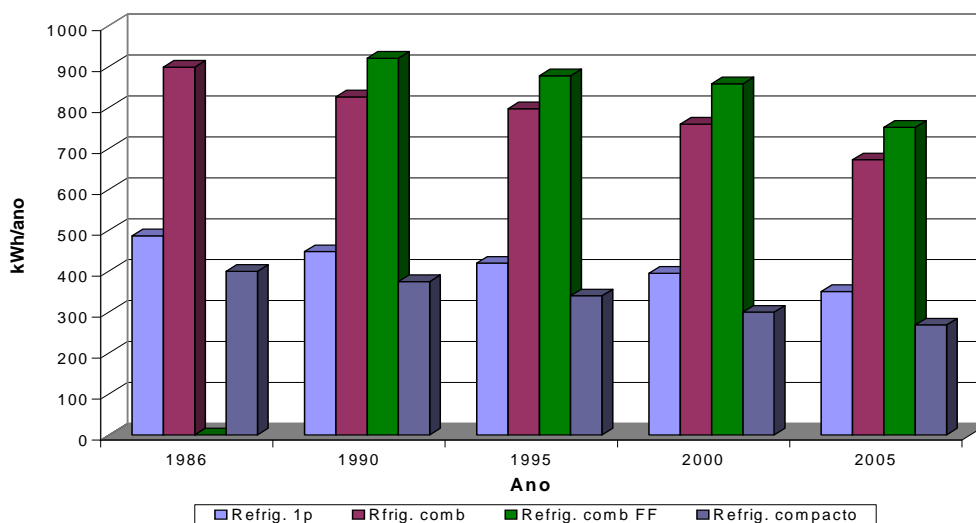
A Figura 5.6 apresenta a redução do consumo de energia das categorias de refrigeradores, novos, ao longo do tempo. O efeito “free rider”, é caracterizado como a adoção de equipamentos eficientes independentemente do programa de informação aos consumidores. Este efeito foi levado em consideração nos cálculos de economia de energia do modelo proposto, uma vez que os fabricantes de equipamentos vêm colocando no mercado produtos mais eficientes com o passar dos anos, independentes das ações do Programa Selo PROCEL. O Efeito “free rider” pode ser observado pela evolução dos consumos médios anual das categorias de freezers e refrigeradores, obtidos a partir das tabelas do PBE/INMETRO nos apêndices.

A Tabela 5.1 representa o impacto do efeito “free rider” no consumo do parque de equipamentos do ano de 2005, tomando como base o consumo dos equipamentos do ano de 1985.

**Tabela 5. 1 – Impacto do efeito “free rider” no consumo do parque de equipamentos**

<b>Categoria</b>	<b>Consumo</b>	<b>Consumo</b>	<b>Parque</b>	<b>Impacto</b>
	<b>1985</b>	<b>2005</b>	<b>2005</b>	<b>no parque</b>
	<b>(kWh)</b>	<b>(kWh)</b>	<b>Milhões</b>	<b>(GWh)</b>
Refrigerador 1 porta	500	350	38,35	5.752
Refrigerador combinado	900	620	4,98	1.394
Combinado FF	-	-	-	-
Refrigerador compacto	400	270	0,50	65
Freezer Horizontal	900	570	2,73	900
Freezer Vertical	810	550	4,71	1.225
Freezer Vertical FF	-	-	-	-

Não foram calculados os impactos das categorias Frost Free (FF), pois, começaram a surgir no mercado no ano de 1990 e o ano base considerado na Tabela 5.1 é 1985.



**Figura 5. 6 – Evolução do consumo de refrigeradores**

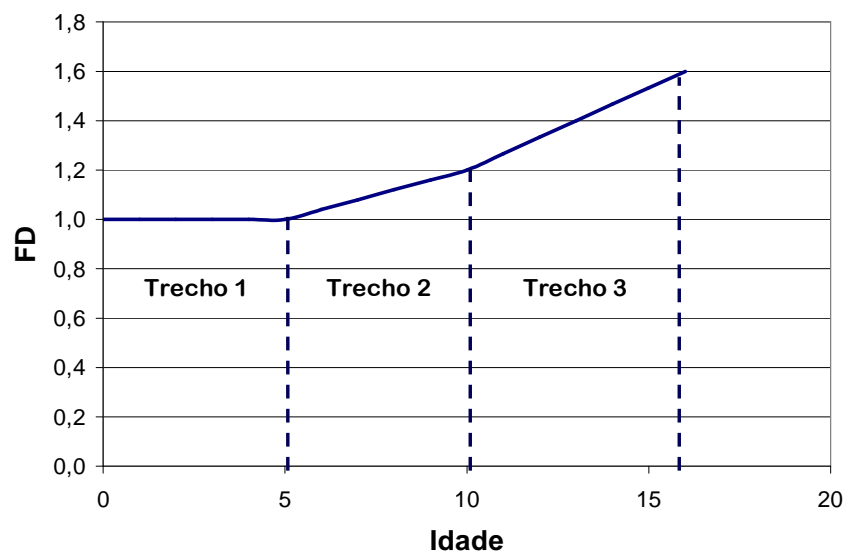
Com o processamento das informações sobre o consumo de freezers e refrigeradores chegou-se a importantes informações e comparações quanto ao consumo específico de cada categoria de equipamentos, como mostram as Figuras A.3, A.4 e A.5 dos Apêndices. Cabe ressaltar que, com a exceção de refrigeradores de uma porta, o consumo anual dos equipamentos em 1986 e 1990 foram estimados, tendo em vista que somente os refrigeradores de 1 porta tinham seus consumos medidos.

### **5.2.1. Degradação de eficiência**

Os equipamentos elétricos sofrem desgastes ao longo da vida de operação, como conseqüências acabam reduzindo o desempenho e consumindo mais energia. No caso dos freezers e refrigeradores, basicamente quatro fatores interferem na degradação de eficiência: vedação, isolamento, termostato e compressor.

Segundo informações levantadas junto aos fabricantes de refrigeradores (MABE e WHIRLPOOL), até cinco anos de idade os equipamentos não perdem desempenho, porém, a partir dos cinco anos começam a sofrer os efeitos de

degradação de eficiência devido ao envelhecimento dos quatro fatores citados anteriormente.



**Figura 5.7 – Fator de depreciação de eficiência (FD)**

A Figura 5.7 mostra que no Trecho 1 (até cinco anos de idade) o equipamento não sofre nenhum efeito de degradação de eficiência, no Trecho 2 (de cinco a dez anos) o equipamento perde cerca de 20% de sua eficiência devido a influência do isolamento e vedação, e, no Trecho 3 (de dez a dezesseis anos) o equipamento perde mais 40% de desempenho por influência da perda de desempenho do compressor e da regulação do termostato.

### **5.2.2. Influência da temperatura**

Outro fator que interfere no consumo de energia elétrica dos freezers e refrigeradores é a temperatura ambiente, quanto maior for maior será o consumo de energia desses equipamentos. Por isso, no presente estudo, a avaliação foi desagregada por região do país para incluir esse efeito.

O consumo dos refrigeradores é obtido por ensaios padronizados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE/INMETRO em câmaras à temperatura de ensaio de 32°C, condições determinadas pela norma ISO 7371 /1995 de acordo com a



NBR ISO / IEC 17025/2001. Essa temperatura pode não ser representativa para todas as regiões brasileiras, devido à diversidade climática entre as regiões brasileiras. Dessa forma, o modelo proposto inclui o efeito das temperaturas médias anuais de cada região do país no consumo dos equipamentos.

O consumo de um equipamento de refrigeração depende da carga térmica, do rendimento da conversão de energia elétrica em energia térmica (frio) e do coeficiente de performance teórico (Carnot).

$$c_i = \frac{Q_t}{\eta \cdot \text{COP}_{\text{Carnot}}} \quad (5.2)$$

onde:

$c_i$  – Consumo real de um equipamento  $i$

$Q_t$  – Carga térmica

$\eta$  - Rendimento do ciclo de refrigeração

$\text{COP}_{\text{Carnot}}$  – Coeficiente de performance ideal (Carnot)

sendo que:

$$\text{COP}_{\text{Carnot}} = \frac{T_I}{T_E - T_I} \quad (5.3)$$

Onde:

$T_E$  – Temperatura externa (depende do ambiente de instalação)

$T_I$  – Temperatura interna ( depende da posição do termostato ou regulagem do controlador eletrônico).

Aplicando a Equação 5.3 na Equação 5.2, tem-se:

$$c_{mi} = \left(\frac{Q_t}{\eta}\right) \cdot \left(\frac{32 - T_I}{T_I}\right) \quad (5.4)$$

e

$$C_E = \left(\frac{Q_t}{\eta}\right) \cdot \left(\frac{T_{Amb} - T_I}{T_I}\right) \quad (5.5)$$

Considerando que a temperatura interna de um refrigerador ( $T_I$ ) igual a  $5^\circ\text{C}$  e mantendo a relação  $(Q_t/\eta)$  igual para as equações (5.4) e (5.5), e em seguida dividindo a Equação (5.5) pela Equação (5.4) obtém-se:

$$C_E = C_{mi} \left(\frac{T_{Amb} - 5}{27}\right) \quad (5.6)$$

onde:

$C_E$  - consumos dos modelos equivalentes  $i$ , referindo-se às condições efetivas de operação;

$C_{mi}$  - consumos dos modelos equivalentes  $i$ , referindo-se às condições padronizadas de operação ( $T_{amb} = 32^\circ\text{C}$ ).

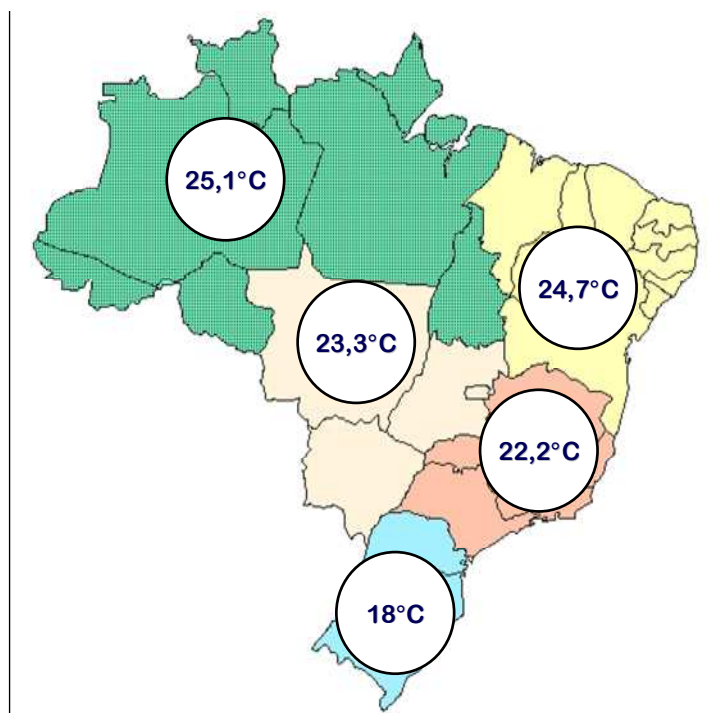
Nas expressões anteriores deveria ser utilizada a escala absoluta de temperaturas (K), entretanto, a relação entre os consumos emprega a diferença de temperaturas e nesse caso é possível utilizar a escala Celsius ( $^\circ\text{C}$ ).

Os dados de temperatura foram fornecidos pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE, coletados pelas Plataformas de Coletas de Dados – PCDs instaladas no país.



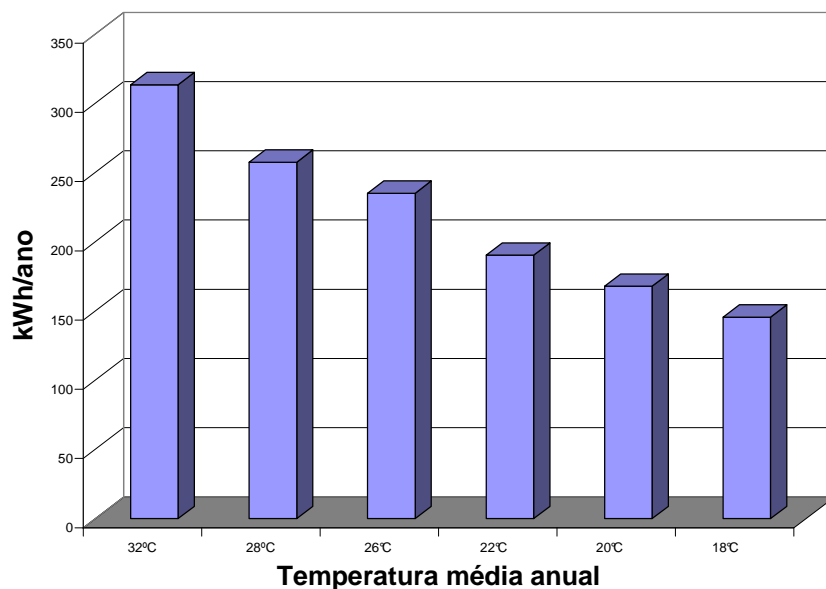
**Figura 5. 8** – Localização das Estações Meteorológicas  
Fonte: CPTEC/INPE (2005)

Os dados de temperatura fornecidos pelas PCDS são informações no período de três horas. Com estes dados foi calculada a temperatura média diária (media simples entre o maior e menor valor registrado), para todos os dias do ano de 2005, nas diversas cidades brasileiras. Por fim ponderou-se as temperaturas média obtidas com relação às mesorregiões geográficas do IBGE, obtendo as temperaturas médias anuais para cada região do país, representadas pela Figura 5.9.



**Figura 5. 9 –** Temperaturas médias ponderadas

A influência da temperatura ambiente no consumo de freezers e refrigeradores são da ordem de 5% para cada grau de variação.

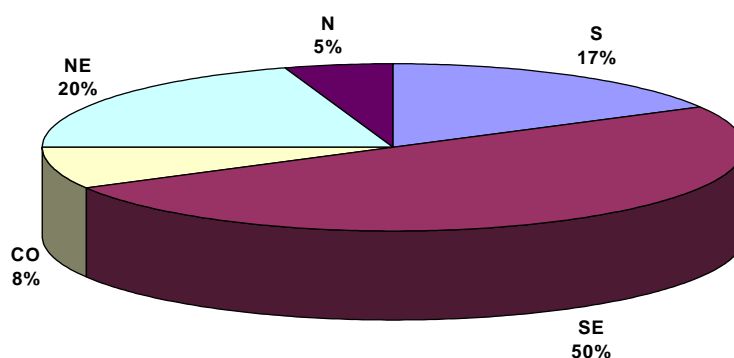


**Figura 5. 10 –** Influência da temperatura no consumo médio de refrigeradores de

O presente trabalho não levou em consideração os impactos de variação de tensão no consumo dos equipamentos, no entanto, cabe observar que esse efeito pode ter influências expressivas no consumo de freezers e refrigeradores.

### 5.3. Parque de equipamentos

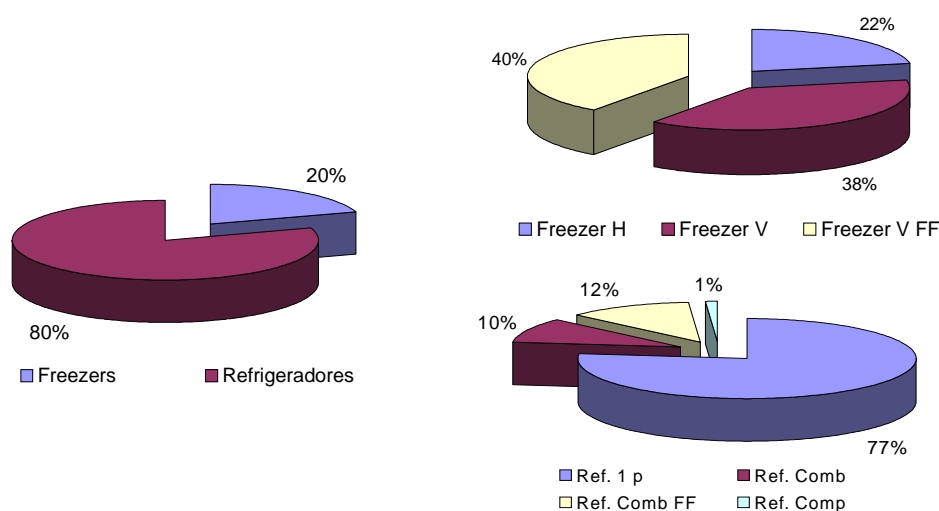
Segundo CARDOSO e NOGUEIRA (2007) o parque de freezers e refrigeradores pode ser estimado a partir de duas modelagens distintas. A primeira baseando-se em dados de venda e descarte de equipamentos, que permite a desagregação por idade e, a segunda, baseando-se em um modelo desenvolvido por MCNIEL e LETSCHERT (2005), de penetração de equipamentos, que não permite a desagregação por idade, o que dificulta a inclusão dos efeitos de degradação de eficiência na avaliação do impacto energético atribuído ao Programa Selo PROCEL. Devido aos efeitos climáticos e de degradação de desempenho ao longo da vida útil no consumo dos freezers e refrigeradores, foi necessário desagregar o parque de equipamentos com Selo e sem Selo PROCEL por categoria, região do país e idade para incluir esses efeitos, por isso, utilizou-se a primeira modelagem de formação do parque proposta por CARDOSO e NOGUEIRA (2007). A partir dos dados do IBGE/PNAD conseguiu-se a distribuição do parque de equipamentos entre as regiões brasileiras como mostra a figura seguinte:



**Figura 5. 11 – Distribuição dos equipamentos por região**

Fonte: PNAD/IBGE (2005)

A partir da relação das informações de mercado da pesquisa da ACNielsen (2005) com os dados da PNAD/IBGE, obteve-se a distribuição das categorias de freezers e refrigeradores no mercado brasileiro.

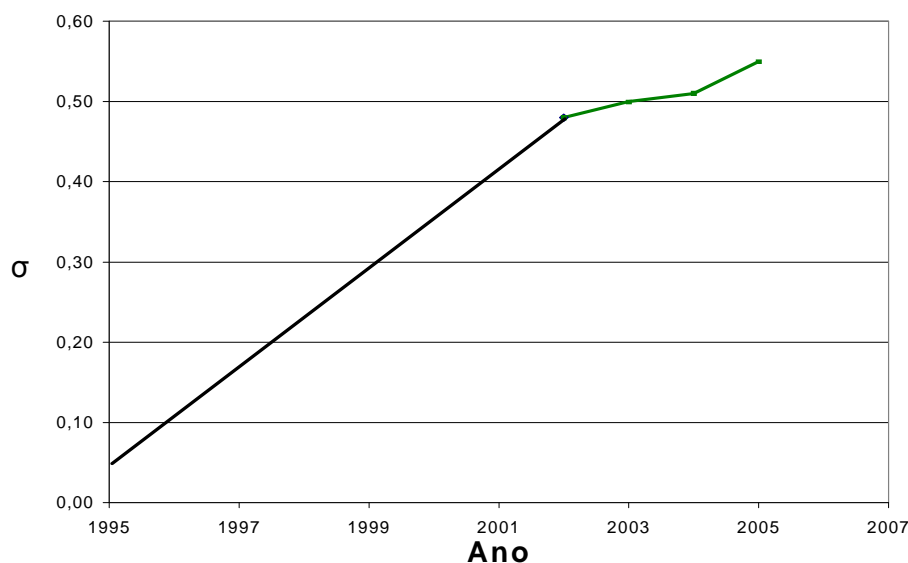


**Figura 5. 12 – Distribuição de freezers e refrigeradores – Brasil**

Fonte: ACNielsen (2005) / PNAD/IBGE (2005)

Os dados anuais de vendas, obtidos pela Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos – ELETROS, são fornecidos em nível nacional e, com as informações de distribuição de equipamentos, apresentados nas Figuras 5.11 e 5.12, foi possível estimar as vendas de cada categoria de equipamentos, para cada região do país.

Os equipamentos com o Selo PROCEL começaram a entrar no mercado a partir do ano de 1995, porém, as porcentagens das vendas de equipamentos com Selo foram obtidas pela ACNielsen (2005) para os anos de 2003 a 2005. Para os demais anos fez-se estimativas utilizando a curva seguinte.



**Figura 5. 13 – Fração de equipamentos com o Selo PROCEL**

Com as informações históricas da PNAD/IBGE e dados de vendas anuais foi possível estimar o parque de equipamentos de 1986 a 2005, para cada categoria, progressivamente sucateado, desagregados por idade, para a inclusão dos efeitos de degradação de eficiência nos cálculos de consumo de energia do parque.

A seguir, se apresentam as relações básicas utilizadas para o cálculo do parque de equipamentos e para estimar a economia de energia associada ao Selo PROCEL. Nessas relações os equipamentos são considerados agrupados em modelos equivalentes, referentes às categorias, ano de fabricação, existência ou não do Selo PROCEL, etc. No presente trabalho foram utilizados 10 modelos equivalentes: refrigerador compacto, refrigerador de 1 porta (200-299l), refrigerador de 1 porta (300-399l), refrigerador combinado (400-499l), refrigerador combinado (500 ou mais l), refrigerador combinado FF (400-500l), refrigerador combinado FF (500 ou mais l), freezer horizontal e freezer vertical e freezer vertical FF. A primeira relação, mostrada abaixo, permite calcular o número de equipamentos de um determinado modelo equivalente (por exemplo, refrigeradores com Selo, entre 200 e 299 litros produzidos em 2002) existente em um determinado ano subsequente ao ano de fabricação (por exemplo, 2004), com

base nas vendas e no sucateamento. O sucateamento por sua vez pode ser estimado segundo diferentes modelos, em função da vida útil média dos equipamentos.

*Parque dos modelos equivalentes “i” de uma região brasileira:*

Os parques de modelos equivalentes formados em anos anteriores a 2002 estão ajustados aos dados anuais da PNAD/IBGE, já que os dados de vendas anuais foram obtidos somente a partir do ano de 1986 (ano base).

$$N_{i_{anoN}} = N_{0i_{anoN}} + \sum_{J=ano\ base}^N V_{i_{anoJ}} \quad p/ N < 2001 \quad (5.7)$$

$$N_{0i_{anoN}} = N_{PNADi_{anoN}} - \sum_{J=anobase}^N V_{i_{anoJ}} \quad (5.8)$$

Para anos posteriores a 2001 o parque dos modelos equivalentes puderam ser formados a partir dos dados de vendas e do sucateamento unicamente.

$$N_{i_{anoN}} = \left( \sum_{j=N-17}^N V_{i_{anoJ}} \right) - N_{isanoN} \quad (5.9)$$

onde:

$$N_{isanoN} = \gamma \cdot V_{i(N-14)} + \alpha \cdot V_{i(N-15)} + \beta \cdot V_{i(N-16)} \quad (5.10)$$

Nas expressões anteriores tem-se que:

$N_{i_{anoN}}$  - Parque de modelos equivalentes i instalados no ano N;

$N_{0i_{anoN}}$  – Parque dos modelos equivalentes i formado em anos anteriores a 1985 (diminui a cada ano que se passa, a partir do ano 2001  $N_{0i_{anoN}} = 0$ );



$N_{PNAD_{i\text{ano}N}}$  - Parque de modelos equivalentes  $i$  no ano  $N$ , obtidos a partir dos dados sobre o parque fornecidos pelo PNAD/IBGE e acrescentados 10% de seu valor para cobrir os setores industrial e comercial;

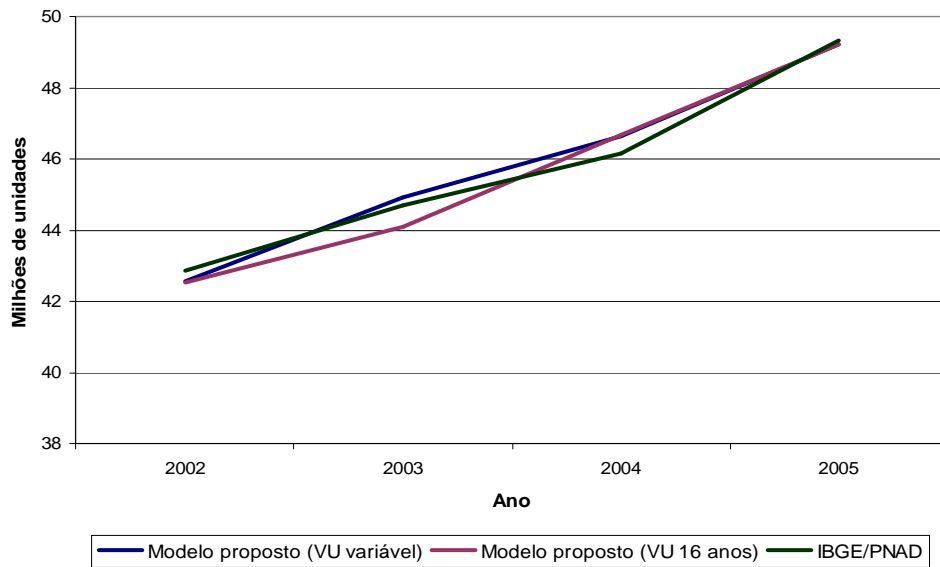
$V_{i\text{ano}J}$  – Vendas de modelos equivalentes  $i$  (no ano de fabricação);

$N_{i\text{ano}N}$  – Sucateamento de modelos equivalentes  $i$  no ano  $N$ ;

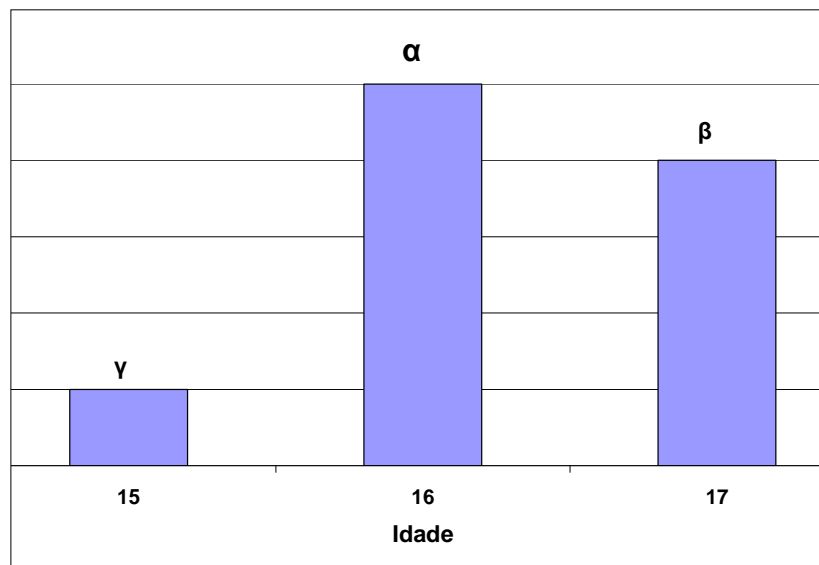
$V_{i(N-14)}$ ,  $V_{i(N-15)}$  e  $V_{i(N-16)}$  – Refere-se às vendas de modelos  $i$ , há 14, 15 e 16 anos respectivamente;

$\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – Coeficientes de sucateamento;

A vida útil dos equipamentos equivalentes ( $V_{du}$ ) foi ajustada em função das porcentagens de equipamentos sucateados. O sucateamento médio dos equipamentos varia na idade de 15 a 17 anos, e, para determinar as porcentagens de equipamentos sucateados em cada ano deste período foi feita uma relação entre o parque de equipamentos obtidos pelo modelo proposto e o parque de equipamentos obtidos pela PNAD/IBGE (dados históricos), utilizando o método do erro mínimo quadrático. Os dados referentes ao parque e venda de freezers e refrigeradores estão na Tabela A.7 do Apêndice.



**Figura 5.14 – Parque de refrigeradores**



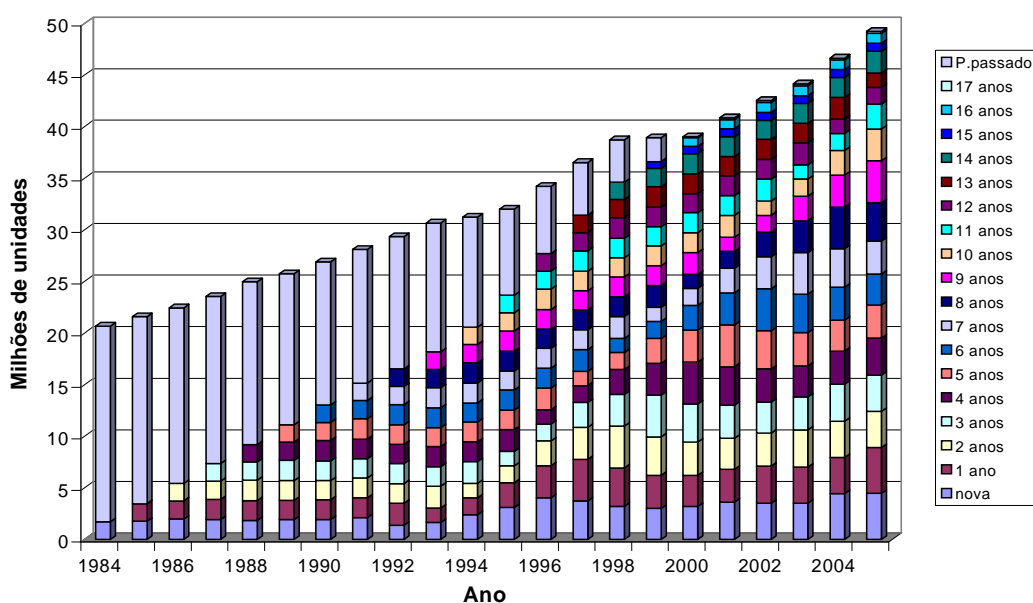
**Figura 5.15 – Sucateamento de equipamentos**

As variáveis  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  da Figura 5.15 representam as frações de equipamentos sucateados de cada idade correspondente e valem 0,5, 0,4 e 0,1 respectivamente.

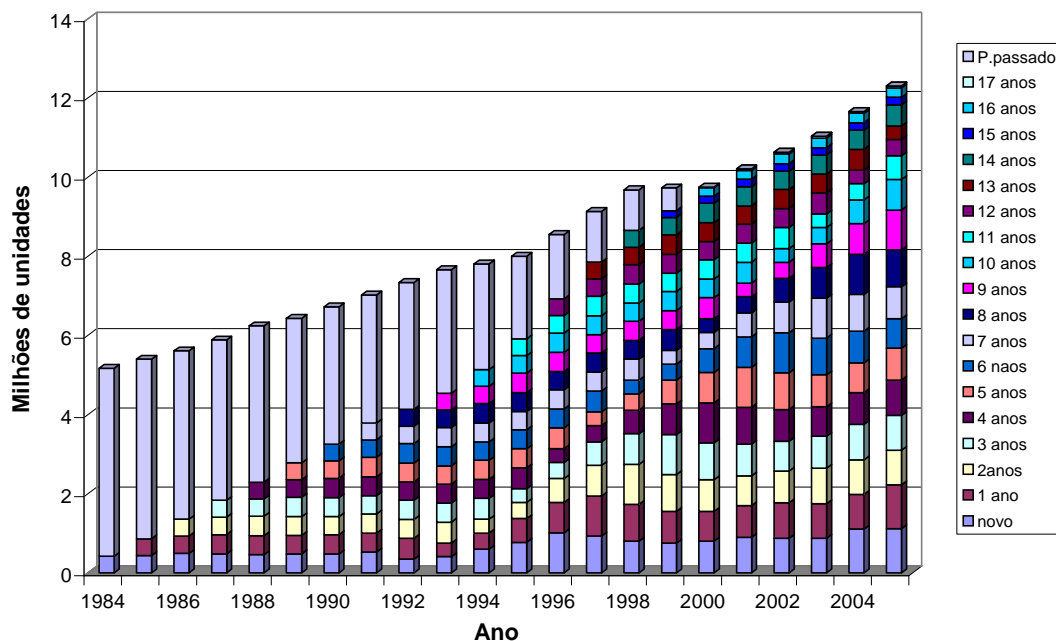
Essas variáveis indicam que em média 10% dos equipamentos são sucateados com 15 anos de idade, 50% com 16 anos e 40% com 17 anos de idade.

Observe-se que, utilizando a modelagem anterior, só é possível calcular o parque real de equipamentos para um determinado ano, depois de se obter um histórico de vendas durante um período igual à vida útil, ou seja, para uma vida útil de 15 a 17 anos. Assim, N deve ser no mínimo 17 anos maior que o ano base. O ano base refere-se ao ano do primeiro dado obtido de vendas anuais.

Empregando esse equacionamento foi possível estimar o parque de equipamentos ao longo do tempo. Embora não se dispusesse das vendas anteriormente a 1984, para coerência do modelo foi assumido um parque inicial nesse ano, baseado em informações do IBGE/PNAD, para todas as categorias de equipamentos, que ao longo de uma vida útil estimada de 15 a 17 anos, foi totalmente retirado do mercado nos anos mais recentes.



**Figura 5. 16 – Evolução do parque de refrigeradores no Brasil**



**Figura 5. 17 – Evolução do parque de freezers no Brasil**

É interessante observar como as vendas de freezers e refrigeradores aumentaram a partir do racionamento no ano de 2001. As evoluções dos parques de refrigeradores e freezers, para cada região do país e categoria de equipamentos, estão apresentadas nas figuras dos Apêndices.

#### 5.4. Consumo total de energia

Com o parque de equipamentos, desagregado por modelos equivalentes, região do país e idade, e o consumo unitário de cada equipamento determinado, incluindo os efeitos de temperatura média ambiente e degradação de desempenho, foi possível calcular o consumo de energia para o parque dos modelos equivalentes, com Selo e sem Selo PROCEL.

$$C_{ianoJ} = C_E \cdot FD_{ianoJ/N} \quad (5.11)$$

$$C_{ianoN} = C_{0i} \cdot N_{0ianoN} + \sum_{J=\text{Ano base}}^N (V_{ianoJ} \cdot C_{ianoJ/N}) \quad p/ N < 2001 \quad (5.12)$$

O consumo do parque dos modelos equivalentes a partir do ano de 2001 é obtido pela seguinte equação:

$$C_{i\text{ano}N} = \left( \sum_{J=N-16}^N V_{i\text{ano}J} \cdot C_{i\text{ano}J/N} \right) - C_{i\text{Sano}N} \quad (5.13)$$

$$C_{i\text{Sano}N} = \gamma \cdot V_{i(N-14)} \cdot C_{i15} + \alpha \cdot V_{i(N-15)} \cdot C_{i16} + \beta \cdot V_{i(N-16)} \cdot C_{i17} \quad (5.14)$$

onde:

$C_{i\text{ano}N}$  – consumo do parque de modelos  $i$  no ano  $N$

$C_{0i}$  – Consumo do modelo equivalente  $i$  anterior ao ano base (1985)

$C_{i\text{ano}J/N}$  – Consumo médio ponderado dos modelos equivalentes  $i$  no ano em que foram vendidos ( $J$ ), corrigido pela temperatura média da região e pelo fator de degradação de eficiência correspondentes a suas idades no ano  $N$

$C_{i\text{Sano}N}$  – Consumo do parque de equipamentos  $i$ , vendidos desde o ano  $N-16$  e “em serviço” no ano  $N$

$FD_{i\text{ano}J/N}$  – Fator de degradação de eficiência com o tempo dos equipamentos  $i$ , vendido no ano  $J$ , em função da idade desses equipamentos no ano  $N$  ( Vide Figura 5.7)

$C_{i15}$ ,  $C_{i16}$  e  $C_{i17}$  – Refere-se ao consumo médio de modelos  $i$ , com 15, 16 e 17 anos de idade respectivamente

$V_{i\text{ano}J}$  – Venda dos produtos do modelo  $i$  no ano  $J$

$V_{i(N-14)}$ ,  $V_{i(N-15)}$ ,  $V_{i(N-16)}$  – Venda dos modelos  $i$  nos anos  $N-14$ ,  $N-15$  e  $N-16$

$\alpha, \beta, \gamma$  – Coeficientes de sucateamento

Naturalmente que o consumo de energia correspondente a todo o parque corresponde à soma dos diversos modelos “i” que compõem o total do parque de modelos equivalentes.

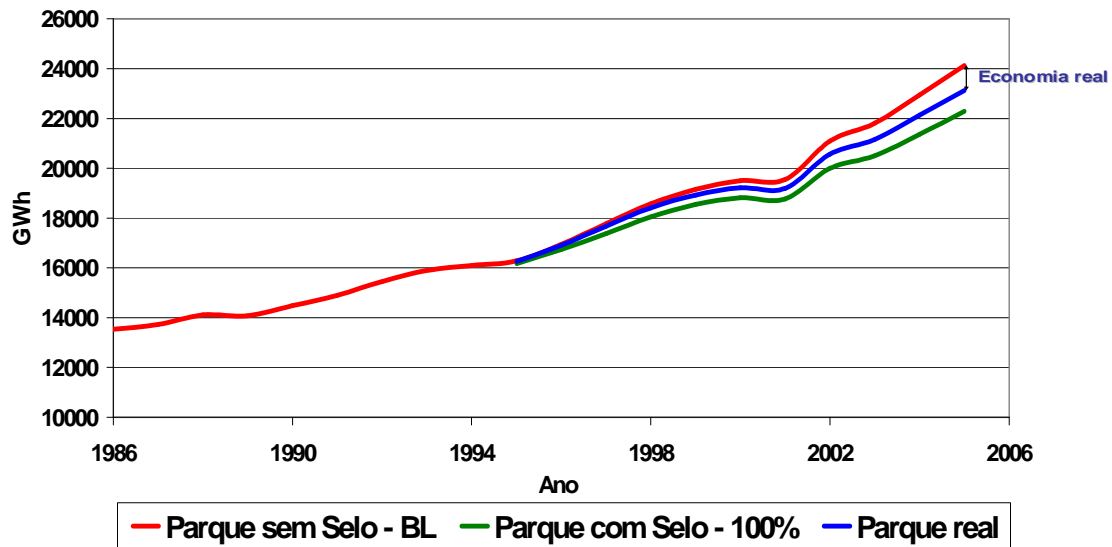
$$CN_{anoN} = \sum_{i=1}^L C_{ianoN} \quad (5.15)$$

onde:

$CN_{anoN}$  – Consumo de energia do parque de modelos i no ano N

L – Quantidade de modelos equivalentes que formam o parque de equipamentos.

A Figura 5.18 apresenta o consumo total de energia de refrigeradores de uma porta no Brasil, considerando hipóteses de degradação de eficiência, influência da temperatura, e posse de equipamentos com o Selo PROCEL. A linha de base (BL) considerada leva em conta o parque de freezers e refrigeradores como sendo formado apenas por equipamentos sem Selo PROCEL. A linha real corresponde ao parque real, ou seja, uma parte formada por equipamentos com Selo PROCEL e a outra sem o Selo. A linha potencial considera um mercado virtual, caso todos os freezers e refrigeradores possuíssem o Selo PROCEL. A diferença entre o consumo observado pela linha de base e a linha real corresponde à economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL.



**Figura 5. 18 – Consumo de energia do parque de freezers e refrigeradores – Brasil**

Essas curvas foram obtidas para todas as regiões do país e modelos equivalentes/categorias de equipamentos, as demais curvas estão nas figuras dos Apêndices.

Os resultados encontrados de consumo de energia são representativos a partir do ano de 2001, quando o parque passado (anterior a 1985) não interfere nos cálculos do consumo.

Para melhor compreender a evolução das curvas da Figura 5.18 é importante observar que as categorias de refrigeradores de uma porta, refrigeradores combinados, freezers horizontais e freezers verticais começaram a receber o Selo PROCEL a partir de 1995. As demais categorias começaram a receber posteriormente; refrigeradores combinados FF a partir de 1999, refrigeradores compactos a partir de 2002 e freezers verticais frost-free a partir de 2004.

### 5.5. Economia de energia

Com o parque de equipamentos e o consumo de energia com Selo e sem Selo PROCEL estimados, torna-se possível calcular a economia de energia atribuída

ao programa Selo PROCEL, através da seguinte equação, que assume o mesmo fator de degradação da eficiência para os equipamentos sem Selo ou com Selo:

$$EE_{ianoN} = (C_{ianoNss} - FCP \cdot C_{ianoNcs}) \quad (5.16)$$

ou

$$EE_{ianoN} = N_{ianoNcs} \cdot (c_{ianoNss} - FCP \cdot c_{ianoNcs}) \quad (5.17)$$

onde:

$EE_{ianoN}$  – Economia de energia proporcionada pelas vendas dos modelos da categoria “i” com Selo Procel, no ano N, creditada ao Programa do Selo Procel

$C_{ianoNss}$  – Consumo do parque virtual formado pela mesma quantidade de modelos da categoria “i” do parque real, no ano N, vendidos desde o ano N-16 e “em serviço” no ano N, considerando que todo esse parque fosse constituído somente por modelos sem o Selo Procel (linha de base).

$C_{ianoNcs}$  – Consumo do parque real, formado por todos os modelos da categoria “i”, com e sem Selo Procel, vendidos desde o ano N-16 e “em serviço” no ano N.

$c_{ianoNss}$  – Consumo específico de energia do modelo i sem Selo no ano N;

$c_{ianoNcs}$  – Consumo específico de energia do modelo i com Selo no ano N;

FCP – Fator de crédito do Programa Selo PROCEL, igual a 1. Assume-se que todos os consumidores que comprem os equipamentos com o Selo PROCEL sabem o que tal Selo representa.

Obs: As categorias de refrigeradores de uma porta, refrigeradores combinados e combinados FF, possuem 2 modelos equivalentes i correspondem a categoria i, para a demais categorias os modelos equivalentes i correspondem as categorias i.



A economia total de energia atribuída a todas as categorias “i” de equipamentos é dada pela seguinte equação:

$$EE_{anoN} = \sum_{i=1}^L EE_{ianoN} \quad (5.18)$$

Onde:

$EE_{anoN}$  – Economia de energia atribuída ao Selo PROCEL de todas às categorias i no ano N

A soma das economias de energia para as 5 regiões brasileiras representa a economia total brasileira atribuída ao Selo PROCEL. Os resultados totais de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL estão representados no Capítulo 7 do presente trabalho. A economia de energia calculada pela modelagem proposta é atribuída ao fato do consumidor optar pela compra de um equipamento mais eficiente, com Selo PROCEL, ao equipamento menos eficiente, sem Selo PROCEL, em um determinado ano, onde a economia de energia se dá ao longo de toda vida útil do equipamento.

Para facilitar a compreensão entre as modelagens de avaliação de economia de energia pelos Modelos Atual e Proposto elaborou-se a seguinte tabela.

**Tabela 5. 2 – Modelagens para a avaliação de Economia de Energia**

<b>Parâmetros</b>	<b>Modelagem atual</b>	<b>Modelagem proposta</b>
<b>Consumo específico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Médio de todas as categorias nas condições padronizadas (Temperatura ambiente 32°C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desagregado por categoria</li> <li>➤ Efeitos de degradação de eficiência</li> <li>➤ Efeitos de temperatura ambiente</li> <li>➤ Ponderação pelo market share</li> </ul>
<b>Parque de equipamentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agregado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desagregado: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Categoria</li> <li>✓ Região</li> <li>✓ Idade</li> </ul> </li> </ul>
<b>Economia de Energia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agregada</li> <li>➤ Pontual (ano)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desagregada <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Categoria</li> <li>✓ Região</li> </ul> </li> <li>➤ Observada ao longo da vida útil</li> </ul>

### 5.6. Redução de Demanda de Ponta

Para o cômputo da redução de demanda, ou seja, da potência evitada associada à energia economizada, a abordagem sugerida por Geller (2005), apresentada na expressão (5.14) se apresenta satisfatória na falta de mais informações, sobretudo dos fatores de utilização específicos por equipamento. Assim, adotando para os refrigeradores um fator de utilização de 1,25 no horário de ponta, tem-se:

$$RDP = EE_{anoN} \cdot FU / 8760 \quad (5.19)$$

onde:

$EE_{anoN}$  - representa a economia anual de energia.

Deve ser considerada de grande interesse a revisão desse procedimento, eventualmente incorporando dados de potência e tempo de utilização dos equipamentos, que permitiria estimar em bases mais confiáveis o efetivo impacto sobre a demanda de ponta. Não obstante, metodologias neste sentido necessitam de uma maior base de informação, que se acredita possa estar disponível a partir dos estudos de hábitos de consumo e uso de eletrodomésticos, ora em curso sob o patrocínio do PROCEL/Eletróbrás.

## **6. ANÁLISE DE INCERTEZA DO MODELO PROPOSTO**

As estimativas das incertezas são importantes no processamento dos dados e na expressão dos resultados. A abordagem esboçada no presente trabalho contém muitas simplificações com relação a uma análise rigorosa, sendo que a intenção é fornecer uma abordagem prática, objetiva e satisfatória para as estimativas das incertezas. No entanto, métodos matemáticos relativamente simples são úteis para as estimativas das incertezas de resultados obtidos em avaliação de programas de eficiência energética<sup>1</sup>.

### **6.1. Incertezas associadas ao Modelo**

As incertezas associadas ao Modelo Proposto estão relacionadas à propagação de erros decorrente da entrada de dados para o cálculo do consumo de energia elétrica ou parque de equipamentos, como mostra a figura seguinte.

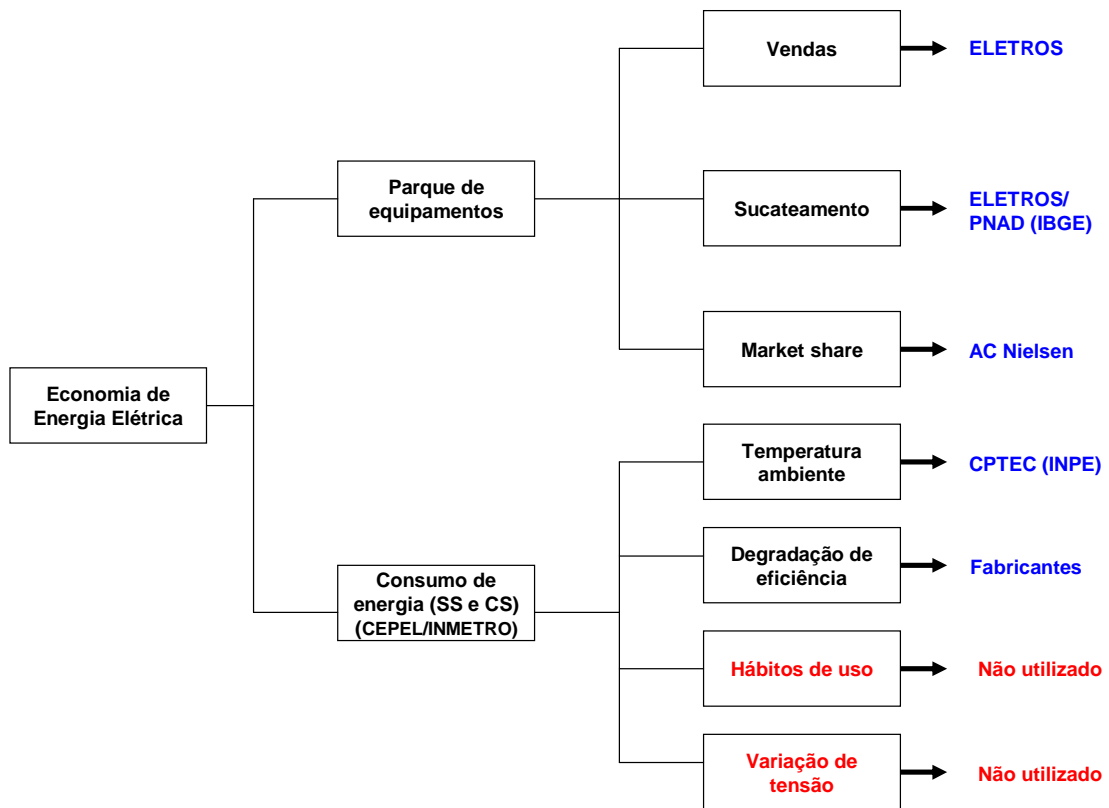
A Figura 6.1 mostra que os fatores que interferem nas incertezas dos resultados de economia de energia estão ligados a dados de formação do parque de equipamentos e de cálculos de consumo de energia, com suas respectivas fontes de informações. Cabe observar que os efeitos de hábitos de uso e variação de tensão não foram incorporados ao modelo.

A determinação de incertezas do Modelo Proposto pode ser dividida em:

1. Incertezas relacionadas ao consumo ( $C_i$ )
2. Incertezas relacionadas ao parque de equipamentos instalado ( $N_i$ )
3. Incertezas combinadas relacionada a economia de energia (EE)

---

<sup>1</sup> O presente capítulo tomou como referências básicas: VUOLO (1996) e PROCEL (2007)



**Figura 6. 1** – Fatores que interferem nas incertezas do modelo

As incertezas relacionadas ao consumo de energia dos modelos equivalentes  $i$  ( $C_i$ ) estão diretamente relacionadas à temperatura externa (ambiente), que afeta o Coeficiente de performance – COP, hábitos de uso dos consumidores (abertura de portas) e rendimento do ciclo de refrigeração, pois:

$$C_i = \frac{Q_t}{\eta \cdot COP_{Carnot}} \quad (6.1)$$

onde:

$C_i$  – consumo real de um equipamento  $i$

$Q_t$  – carga térmica

$\eta$  – rendimento real do ciclo de refrigeração

$COP_{Carnot}$  – coeficiente de performance ideal (Carnot)

sendo que:

$$\text{COP}_{\text{Carnot}} = \frac{T_i}{T_E - T_i} \quad (6.2)$$

onde:

$T_E$  – Temperatura externa (dependente do ambiente de instalação)

$T_i$  – Temperatura interna (dependente da posição do termostato ou regulagem do controlador eletrônico)

$$C_{i_{ss}} = \left( \frac{Q_{i_{t_{ss}}}}{\eta_{iss}} \right)_{\text{ano}_j} \cdot \frac{(T_E - T_i)}{T_i} \quad (6.3)$$

$$C_{i_{cs}} = \left( \frac{Q_{i_{t_{cs}}}}{\eta_{ics}} \right)_{\text{ano}_j} \cdot \frac{(T_E - T_i)}{T_i} \quad (6.4)$$

onde:

$C_{i_{ss}}$  - Consumo real de um equipamento equivalente i sem Selo PROCEL

$C_{i_{cs}}$  - consumo real de um equipamento equivalente i com Selo PROCEL

$Q_{i_{t_{ss}}}$  - carga térmica de um equipamento equivalente i Sem Selo PROCEL

$Q_{i_{t_{cs}}}$  - carga térmica de um equipamento equivalente i com Selo PROCEL

$\eta_{iss}$  - rendimento real do ciclo de refrigeração de um equipamento equivalente i sem Selo PROCEL

$\eta_{ics}$  - rendimento real do ciclo de refrigeração de um equipamento equivalente i com Selo PROCEL

As incertezas associadas ao parque de equipamentos estão diretamente relacionadas aos erros advindos dos dados de venda e sucateamento dos equipamentos, pois:

$$N_i = V_i - S_i \quad (6.5)$$

Onde:

$V_i$  – Vendas anuais obtida pela associação ELETROS

$S_i$  – Sucateamento de equipamentos

A margem de erro das informações de vendas fornecidas pela ELETROS é de 1,5% e a margem de erro do sucateamento considera-se que está em torno de 15%. O quanto esses erros interferem na incerteza do modelo será apresentado a seguir.

## 6.2. Propagação das Incertezas

Sabendo que a economia de energia, calculada pelo Modelo Proposto, está em função das variáveis do parque de equipamentos e consumo específico, o modelo de propagação de incertezas das variáveis utilizado pelo presente trabalho é o de VUOLO (1996):

$$\text{Seja: } EE = f(x, y, \dots) \quad (6.6)$$

$$\Delta EE = \sqrt{\left(\frac{\partial EE}{\partial x} \cdot \Delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial EE}{\partial y} \cdot \Delta y\right)^2 + \dots} \quad (6.7)$$

onde:

EE – Economia de energia

$\Delta EE$  – Incerteza do modelo

$\Delta x$  – Incerteza da variável x

$\Delta y$  – Incerteza da variável y

Se não for possível obter a incerteza de alguma variável utilizada pelo modelo, então, tal incerteza é determinada pelo seguinte equacionamento:

$$\Delta x = \frac{LS - LI}{2\sqrt{3}} \quad (6.8)$$

Onde:

- $\Delta x$  – Incerteza da variável x
- LS – Limite superior de incerteza
- LI – Limite inferior de incerteza

A tabela seguinte representa o impacto de cada variável que interfere nos cálculos de economia de energia.

**Tabela 6. 1 – Impacto de incertezas das variáveis no modelo**

	Variável	Incerteza da variável	Incerteza no modelo
<b>Consumo</b>	TE	± 1°C	± 5%
	Qt	± 0,22 kWh/mês	± 18,3%
	η	± 0,2	± 5,4%
	<b>Ci</b>	-	<b>± 19,7%</b>
<b>Parque</b>	Vi	± 1,5%	± 1,5%
	Si	± 15%	± 4,3%
	<b>Ni</b>	-	<b>± 4,6%</b>

O impacto da temperatura ambiente no modelo, quanto à incerteza, é de 5%, pois, o erro da fonte primária o CPTEC/INPE é de ± 1°C o que afeta em 5% nos resultados dos cálculos de consumo de energia. Os impactos das variáveis, referentes à carga térmica e rendimento, foram estimadas empiricamente, sem nenhuma base concreta de informações. As incertezas quanto às vendas de equipamentos e sucateamento estão relacionadas aos erros das respectivas fontes de informação. O market share interfere muito pouco nas incertezas do



modelo, já que, para a mesma capacidade, os equipamentos apresentam pequenos desvios de consumo de uma marca com relação à outra.

Com as incertezas dos cálculos de consumo de energia e parque de equipamentos determinados, estima-se a incerteza do modelo de cálculo de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL utilizando o equacionamento 6.7.

**Tabela 6. 2 – Incerteza do modelo**

<b>Variável</b>	<b>Incerteza</b>
Ni	± 4,6%
Ci	± 19,7%
<b>EEi</b>	<b>± 28,2%</b>

Conclui-se que a incerteza do Modelo Proposto de Avaliação de Economia de Energia atribuída ao Programa Selo PROCEL, no âmbito de freezers e refrigeradores, está na ordem de 28,2%. Assim a economia desses equipamentos, atribuída ao Programa Selo PROCEL, obtida em 2005 pode ser expressa da seguinte forma:

$$EE_{2005} = 1,012 \pm 28,2\% \text{ (TWh)}$$

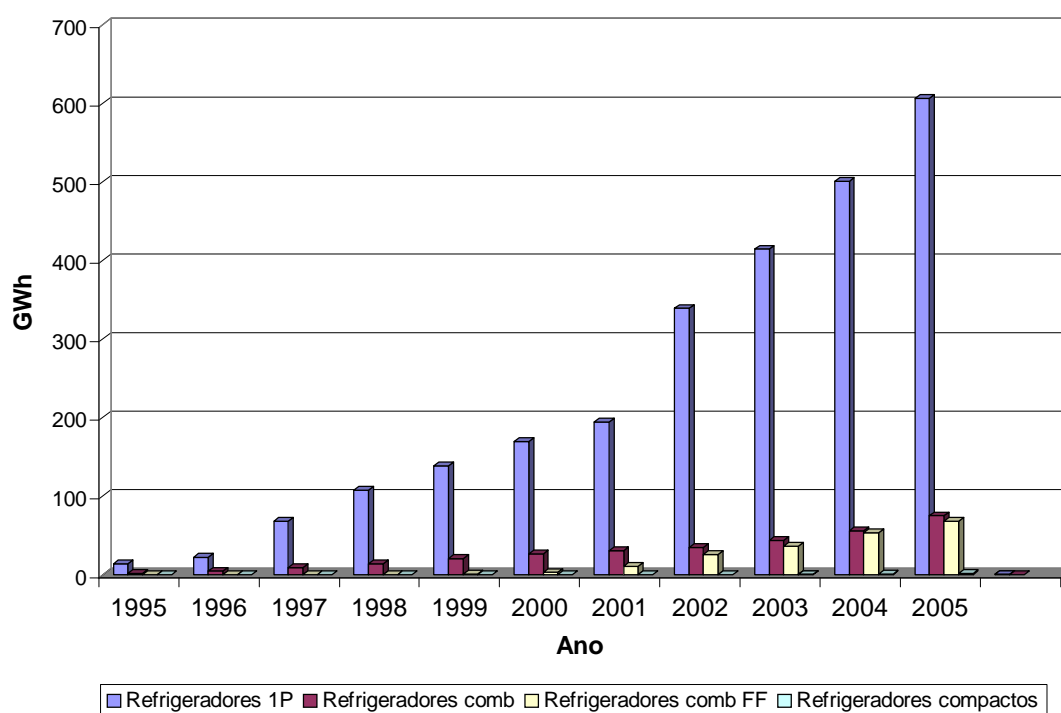
Cabe ressaltar que os resultados das incertezas da modelagem foram obtidos com base nas informações disponíveis no mercado brasileiro. Maiores informações de mercado, como por exemplo, pesquisas de posse e hábitos de uso de equipamentos e, maiores informações técnicas, como influências da variação de tensão no consumo de energia elétrica dos eletrodomésticos, poderão reduzir os níveis de incertezas estimados atualmente.

## 7. RESULTADOS

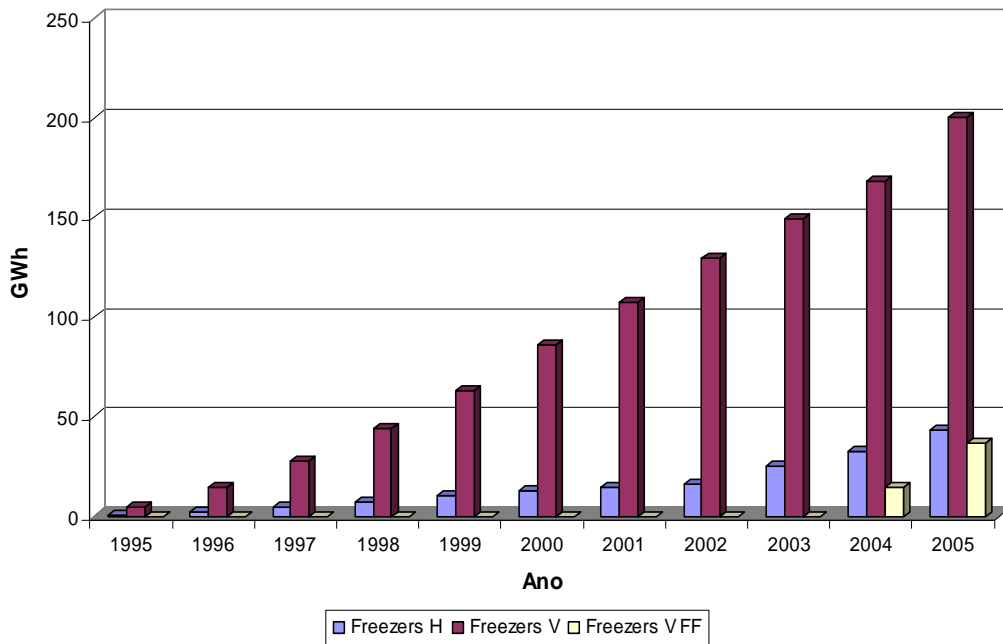
Os principais resultados obtidos pela modelagem apresentada no Capítulo 5 do presente trabalho, estão representados na seqüência, os demais resultados estão nos Apêndices.

### 7.1. Economia de energia atribuída ao programa selo PROCEL

A seguir estão representados os resultados de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL, em nível nacional, para todas as categorias de equipamentos.

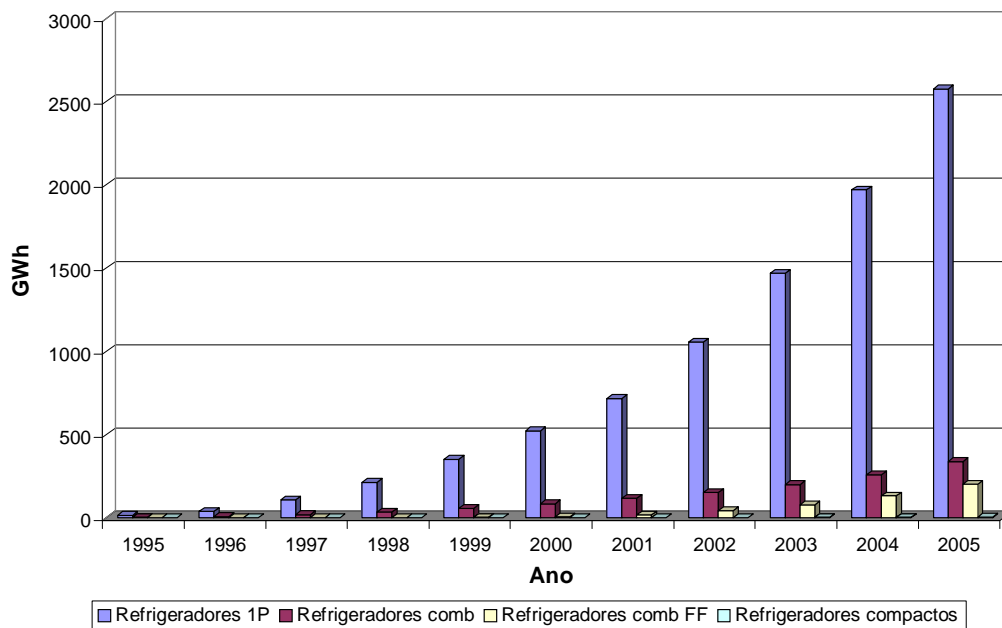


**Figura 7. 1 – Economia anual de refrigeradores**

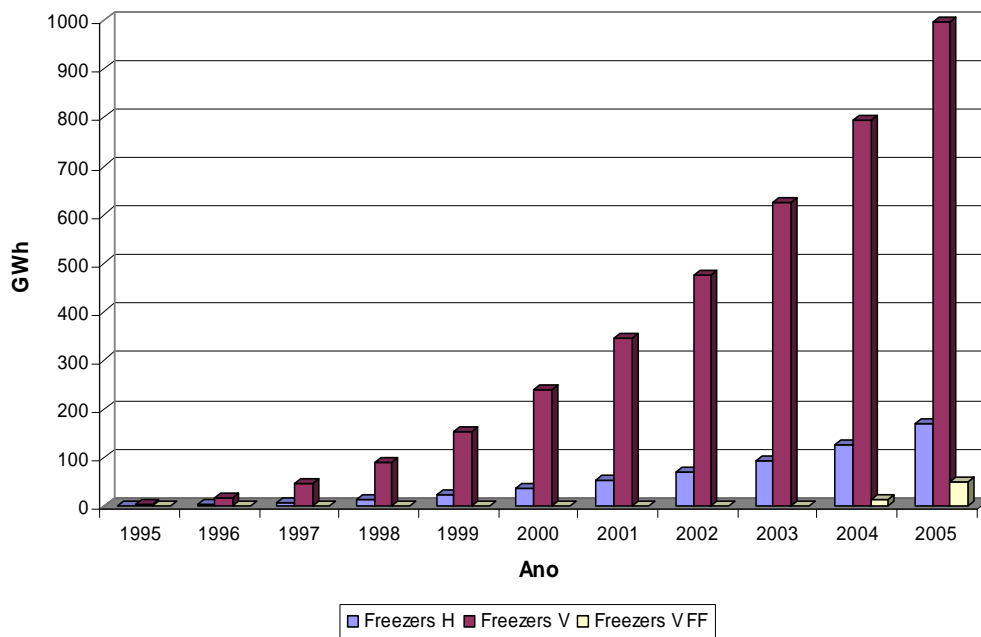


**Figura 7. 2 – Economia de anual de freezers**

Os valores de economia de energia apresentados pelas Figuras 7.1 e 7.2, são valores discretos de cada ano. As economias efetivas do Selo PROCEL, são as economias acumuladas, que estão representadas nas figuras seguintes.

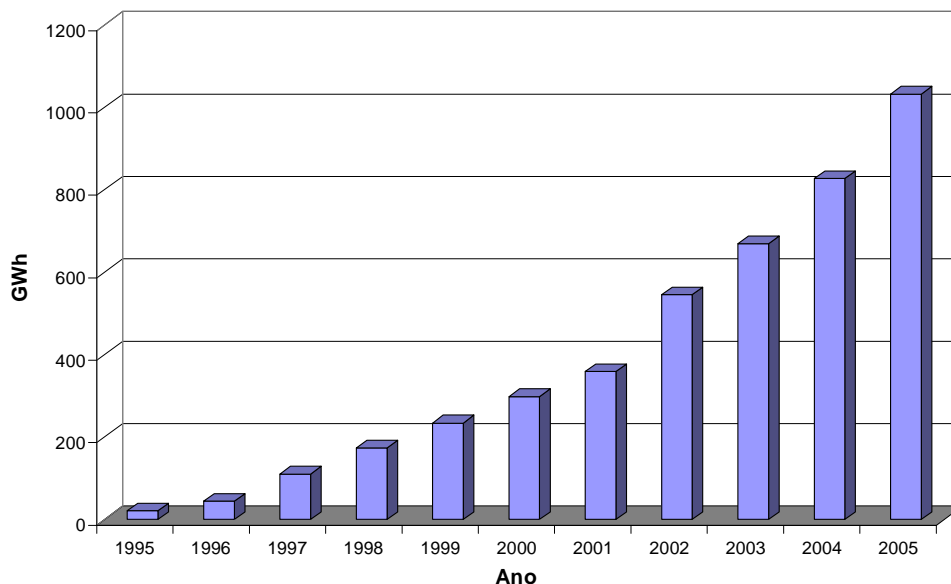


**Figura 7. 3 – Economia acumulada de refrigeradores**

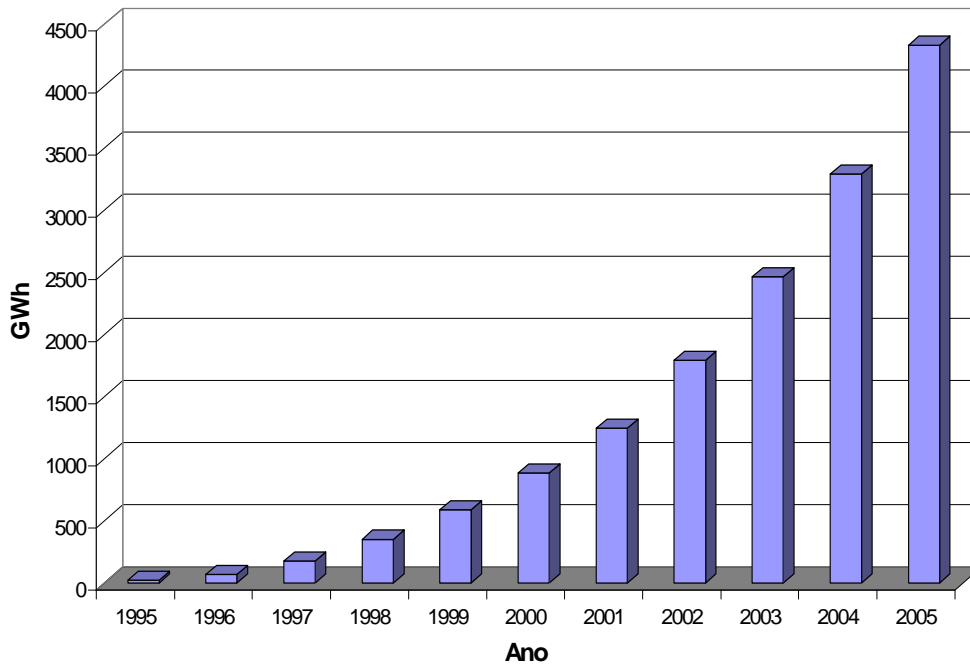


**Figura 7. 4 – Economia acumulada de freezers**

Somando as economias anuais de todas as categorias de freezers e refrigeradores se obtêm os resultados de economia total anual e acumulada, atribuída ao Programa Selo PROCEL.

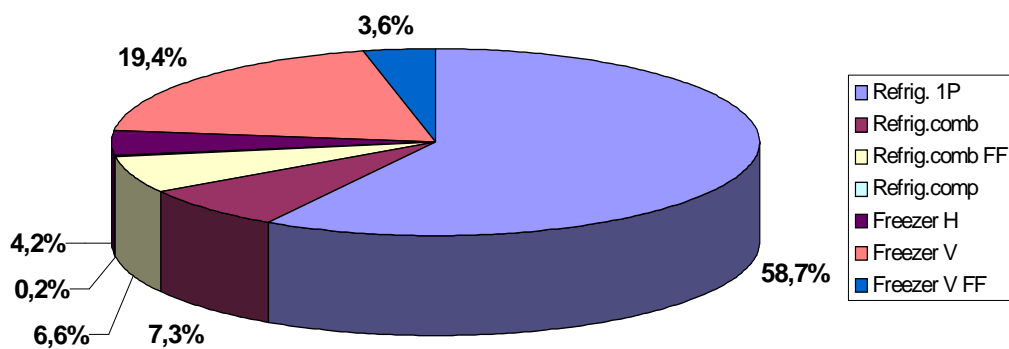


**Figura 7. 5 – Economia anual de freezers e refrigeradores**



**Figura 7.6** – Economia acumulada de energia de freezers e refrigeradores

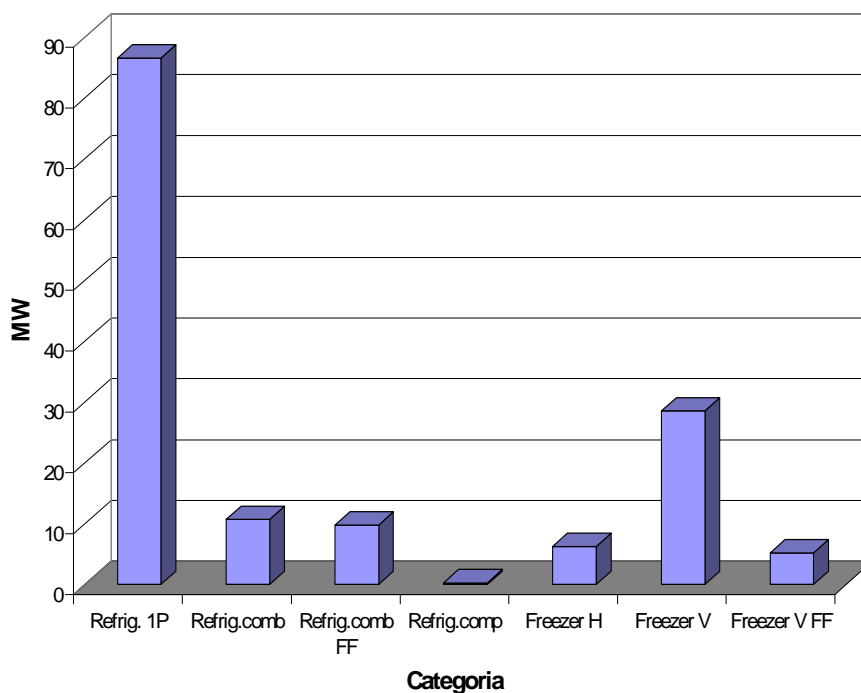
A participação na economia de energia de cada categoria de equipamentos está representada na Figura 7.7.



**Figura 7.7** – Participação das categorias de equipamentos na economia de energia

## 7.2. Redução da demanda no horário de ponta

Com os valores de economia de energia calculados e utilizando o equacionamento do Capítulo 5 (5.19), chega-se aos resultados de redução de demanda de ponta atribuída ao Programa Selo PROCEL, no âmbito de freezers e refrigeradores.



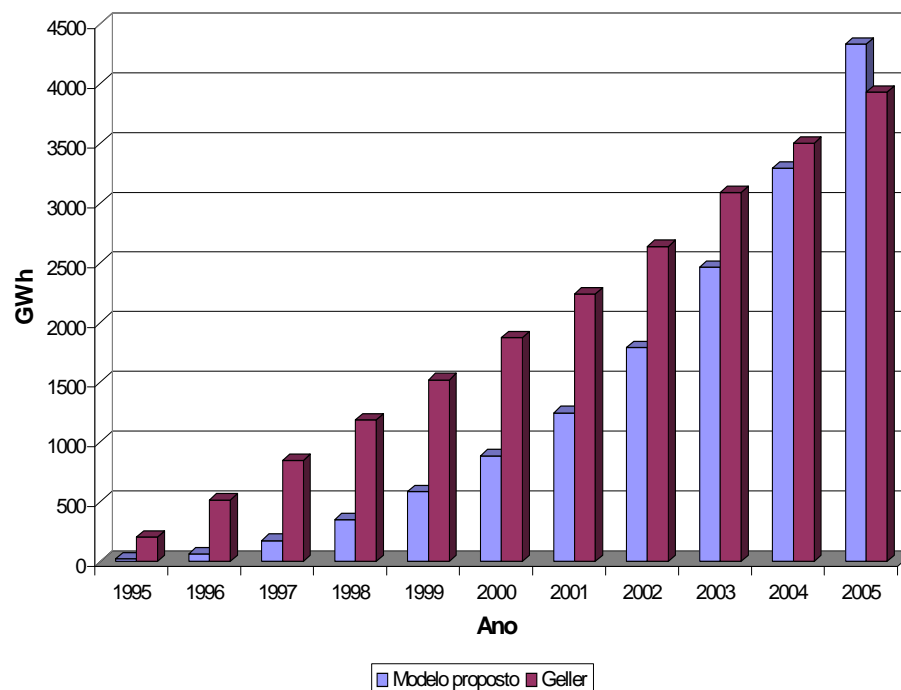
**Figura 7. 8** – Redução de demanda de ponta atribuída a todas as categorias

A Figura 7.8 mostra que o Programa Selo PROCEL contribuiu para uma redução no consumo na demanda de ponta de cerca de 150 MW no ano de 2005, no âmbito de freezers e refrigeradores, o que corresponde a 0,24% da demanda de ponta máxima registrada (61.000 MW) e equivale a uma potência maior que a potência instalada na UHE (Usina Hidrelétrica) de Funil (Furnas), em Itatiaia.

## 7.3. Comparações

Com todos os resultados de economia de energia calculados, para cada ano, desde a existência do Programa Selo PROCEL (1995), pode-se comparar os

resultados de economia de energia obtidos pelas duas metodologias, anterior, proposta por Geller (PROCEL, 2004), e propostas.



**Figura 7.9** – Economia total acumulada de freezers e refrigeradores atribuída ao Programa Selo PROCEL

Nos resultados de economia de energia apresentados pela modelagem proposta, que leva em consideração os impactos energéticos de toda a vida útil dos equipamentos, estão incluídos os efeitos de temperatura, idade e market share, diferentemente da modelagem anterior, que avalia pontualmente (no ano) os impactos energéticos, que baseou unicamente nas vendas anuais de equipamentos, sem nenhuma desagregação e consumos específicos padronizados.

Segundo o Balanço Energético Nacional – BEN/MME (2006) o consumo de energia elétrica do setor residencial no ano de 2005 foi de 83.193 GWh e ao consumo total de energia de freezers e refrigeradores, obtidos pela modelagem proposta, foi de 23.122 GWh, o que corresponde cerca de 28% do consumo total do setor residência, resultado consistente segundo as concessionárias

distribuidoras de energia elétrica ELETROPAULO (2006) e CEMIG (2006).

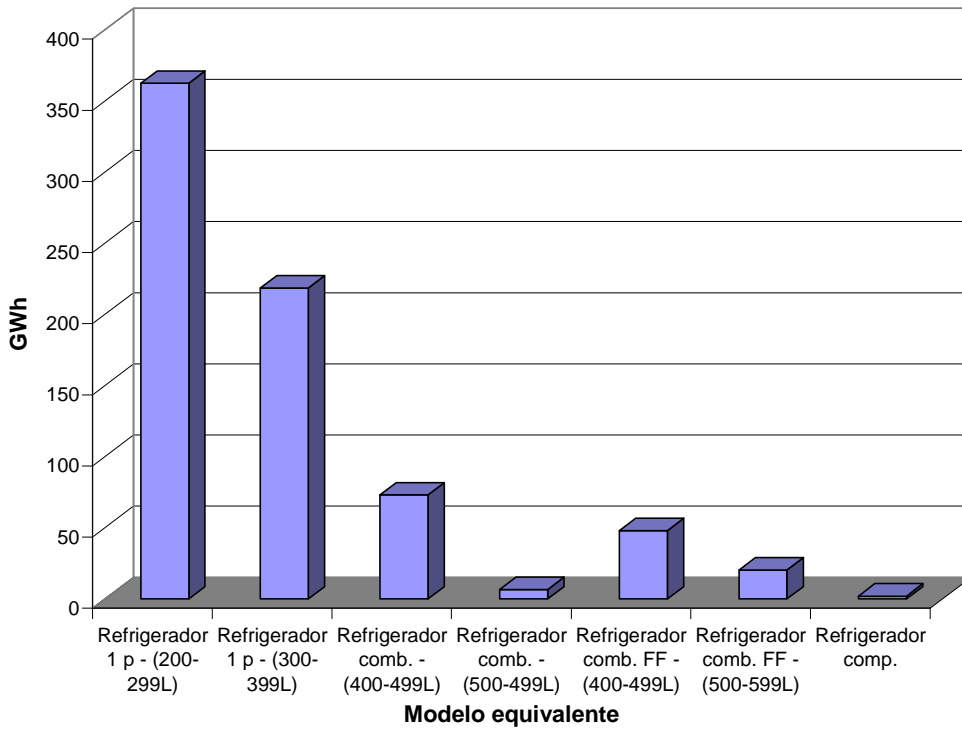
**Tabela 7. 1** – Influência do consumo de energia de freezers e refrigeradores no setor residencial – 2005

<b>Característica do parque de equipamentos</b>	<b>Consumo (GWh)</b>	<b>Participação no consumo Residencial</b>	<b>Economia devido ao Selo PROCEL</b>
<b>Linha de base</b>	24.134	29%	-
<b>Real</b>	<b>23.122</b>	<b>28%</b>	<b>4,2%</b>
<b>100% c/ Selo</b>	22.294	27%	7,6%

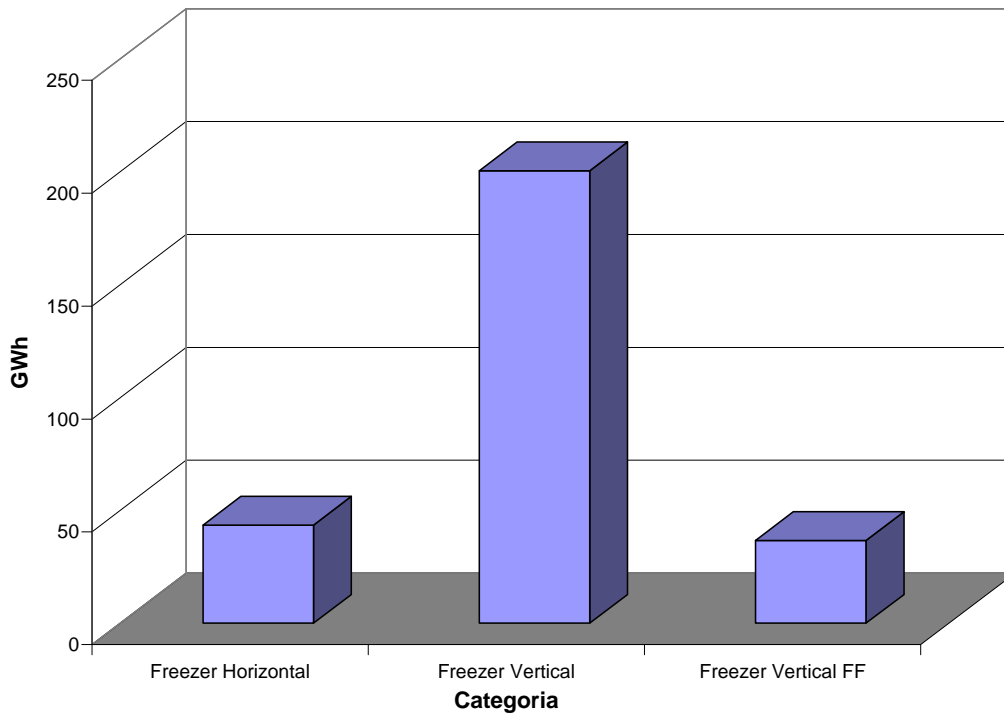
A Tabela 7.1 mostra que a energia economizada devido ao Selo PROCEL, no ano de 2005 foi de 4,2% enquanto que o potencial era de 7,6%, ou seja, em 2005 o Selo PROCEL contribuiu a metade de seu potencial na economia de energia do setor residencial. A economia alcançada no ano de 2005, correspondente a 1.012 GWh, equivale 1,2% do consumo total de energia elétrica no setor residencial nesse ano.

As Figuras 7.10 e 7.11 mostram a economia de cada modelo equivalente atribuída ao Programa Selo PROCEL no ano de 2005.



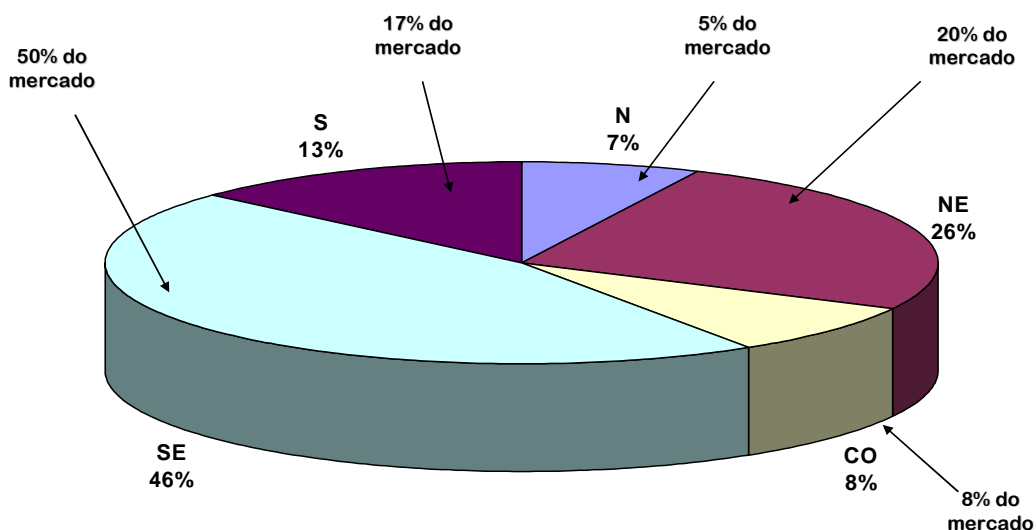


**Figura 7. 10 – Economia atribuída a refrigeradores no ano de 2005**



**Figura 7. 11 – Economia atribuída a freezers no ano de 2005**

Um dos parâmetros de maior influência no modelo é a temperatura ambiente, fazendo com que a economia relativa seja maior nas regiões mais quentes do país.



**Figura 7.12** – Fração de economia de energia por região brasileira

Os principais resultados, referentes à economia de energia e redução de demanda de ponta estão apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 7.2** – Resultados de Economia de Energia e Redução de Demanda de Ponta – Ano 2005

Modelo	Atual	Proposto
EE (GWh)	350	1.012
RDP (MW)	43	148

Cabe observar que os resultados do Modelo Proposto estão mais próximos da realidade, já que diferentemente do Modelo Atual, contabilizam os efeitos de temperatura ambiente e efeitos de degradação de eficiência ao longo da vida útil.

Os resultados de economia de energia do Modelo Proposto são maiores pelo fato da modelagem contabilizar a economia de energia dos equipamentos ao longo de toda a vida útil, ou seja, no momento em que o consumidor compra o equipamento com Selo PROCEL ele será beneficiado pela economia de energia até o equipamento ser sucateado.

### PARTE III – Aplicação da Modelagem Proposta

#### 8. ESTIMATIVAS E PROJEÇÕES DE ECONOMIA DE ENERGIA EM ANOS FUTUROS

A modelagem de cálculo de economia de energia apresentada no presente trabalho não é trivial, pois, a inclusão de variáveis como, por exemplo, idade dos equipamentos e temperatura ambiente, e, as desagregações realizadas tornaram o modelo complexo. Além disso, novas variáveis podem ser incluídas no modelo em futuros trabalhos, como os efeitos da tensão, hábitos de uso, etc.

Para a estimativa da economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL, em anos futuros, no âmbito de freezers e refrigeradores, devem-se realizar a mesma seqüência de cálculos apresentada, ou elaborar um programa que execute a mesma rotina, ou ainda, utilizar um modelo de regressão multivariável que incorpore o modelo. As duas primeiras opções demandam esforços maiores que a elaboração de um modelo de regressão, no entanto, para se ter um bom modelo deve haver uma relação consistente entre as principais variáveis e outros parâmetros que afetam o modelo com os seus respectivos resultados.

Segundo TORANZOS (1969) a regressão multivariável linear, ou Regressão Múltipla linear, tem por objetivo estabelecer a dependência entre uma variável que se considera dependente e duas ou mais variáveis independentes.

Seja  $\hat{E} = f(x,y)$  onde:

$$\hat{E} = a + b.x + c.y \quad (8.1)$$

é a equação de um plano chamado de regressão. O plano é tal que faça:

$$\sum (\hat{E}_i - E_i)^2 = \text{mínimo} \quad (8.2)$$

Sendo  $\hat{E}_i$  a ordenada do ponto do plano de regressão.

O método dos mínimos quadrados nos diz que os coeficientes devem ser determinados com a condição:

$$\varphi = \sum (E_i - a - b.x_i - c.y_i)^2 = \text{mínimo}. \quad (8.3)$$

A condição de mínimo nos dá:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial b} = 0, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial c} = 0,$$

de onde resultam as equações normais:

$$\sum E_i = \varphi.a + b.\sum x_i + c.\sum y_i \quad (8.4)$$

$$\sum E_i.x_i = a.\sum x_i + b.\sum x_i^2 + c.\sum x_i.y_i \quad (8.5)$$

$$\sum E_i.y_i = a.\sum y_i + b.\sum x_i.y_i + c.\sum y_i^2. \quad (8.6)$$

Se tomamos as variáveis centradas, isto é, se utilizamos  $m_x$  como origem dos  $x$ ,  $m_y$  como origem dos  $y$ ,  $m_E$  como origem dos  $E$ , resultará:

$$\sum x_i = 0, \quad \sum y_i = 0, \quad \sum E_i = 0.$$

As equações normais são:

$$0 = a, \quad (8.7)$$

$$\sum E_i.x_i = b.\sum x_i^2 + c.\sum x_i.y_i, \quad (8.8)$$

$$\sum E_i \cdot y_i = b \cdot \sum x_i \cdot y_i + c \cdot \sum y_i^2. \quad (8.9)$$

de onde:

$$b = \frac{(\sum E_i \cdot x_i) \cdot (\sum y_i^2) - (\sum E_i \cdot y_i) \cdot (\sum y_i \cdot x_i)}{(\sum x_i^2) \cdot (\sum y_i^2) - (\sum x_i \cdot y_i)} \quad (8.10)$$

$$c = \frac{(\sum x_i^2) \cdot (\sum E_i \cdot y_i) - (\sum E_i \cdot x_i) \cdot (\sum y_i \cdot x_i)}{(\sum x_i^2) \cdot (\sum y_i^2) - (\sum x_i \cdot y_i)} \quad (8.11)$$

com o que fica determinado o plano de regressão:

$$\hat{E} - m_x = (x - m_x) \cdot b + (y - m_y) \cdot c \quad (8.12)$$

onde:

$m_x$  e  $m_y$  – Referem-se a inclinação das respectivas funções.

O método é aplicável para mais variáveis em forma análoga, como é o caso do presente trabalho.

Existem diferentes tipos de programas que determinam os parâmetros a, b, c, etc, de uma Regressão Múltipla, o presente trabalho utilizou o programa Excel (função Regressão) para a determinação dos parâmetros.

O primeiro passo para a elaboração do modelo de regressão foi a obtenção dos dados que mais interferem na modelagem de cálculo de consumo e economia de energia: população (PNAD/IBGE), eletrificação (PNAD/IBGE), consumo residencial (BEN), venda de freezers e refrigeradores (ELETROS) e fração de freezers e refrigeradores no mercado com o Selo PROCEL (PROCEL/ACNielsen).

**Tabela 8. 1 – Entrada de dados para elaboração do modelo de regressão de economia de energia de freezers e refrigeradores**

<b>Ano</b>	<b>Economia (GWh)</b>	<b>População (milhões)</b>	<b>Consumo residencial (GWh)</b>	<b>Eletrificação</b>	<b>Venda (milhões)</b>	<b>Fração do Selo</b>
<b>1995</b>	14,8	155,8	63.617	92,4%	4,3	0,1
<b>1996</b>	40,3	157,1	69.053	93,2%	5,6	0,2
<b>1997</b>	101,5	159,1	74.071	94,1%	4,2	0,3
<b>1998</b>	162,8	161,9	79.378	94,5%	4,0	0,3
<b>1999</b>	221,2	163,9	81.330	95,1%	3,5	0,4
<b>2000</b>	287,4	169,8	83.613	95,6%	3,9	0,4
<b>2001</b>	348,9	172,4	73.621	96,1%	4,1	0,5
<b>2002</b>	528,1	174,6	72.661	96,5%	3,9	0,5
<b>2003</b>	650,0	176,8	76.144	96,9%	4,0	0,5
<b>2004</b>	806,2	179,1	78.577	97,2%	5,6	0,5

Obtidos todos os dados necessários para a elaboração do modelo de Regressão Múltipla o próximo passo é obter o modelo de regressão de economia de energia do parque de freezers e refrigeradores atribuída ao Programa Selo PROCEL, calculando os coeficientes da regressão.

Para a obtenção de coeficientes de magnitude comparável para o modelo de regressão, fez-se um ajuste das variáveis de entrada através do cálculo de seu logaritmo, apresentado na tabela a seguir.

**Tabela 8. 2 – Linearização dos dados de entrada do modelo de regressão dos equipamentos de freezers e refrigeradores**

<b>Ano</b>	<b>In Economia (GWh)</b>	<b>In População (milhões)</b>	<b>In Consumo residencial (GWh)</b>	<b>In Eletrificação</b>	<b>In Venda (milhões)</b>	<b>In Fração do Selo</b>
<b>1995</b>	2,70	5,05	11,06	-0,08	1,47	-1,95
<b>1996</b>	3,70	5,06	11,14	-0,07	1,73	-1,62
<b>1997</b>	4,62	5,07	11,21	-0,06	1,44	-1,37
<b>1998</b>	5,09	5,09	11,28	-0,06	1,38	-1,18
<b>1999</b>	5,40	5,10	11,31	-0,05	1,25	-1,01
<b>2000</b>	5,66	5,13	11,33	-0,04	1,35	-0,87
<b>2001</b>	5,85	5,15	11,21	-0,04	1,41	-0,80
<b>2002</b>	6,27	5,16	11,19	-0,04	1,37	-0,73
<b>2003</b>	6,48	5,18	11,24	-0,03	1,39	-0,69
<b>2004</b>	6,69	5,19	11,27	-0,03	1,72	-0,67

Os coeficientes do modelo de Regressão Múltipla utilizando a modelagem apresentada nesse capítulo foram obtidos com o programa EXCEL. O modelo de regressão é do tipo:

$$\ln(\text{EE}) = X_1 \cdot \ln(\text{Pop}) + X_2 \cdot \ln(\text{Cons\_R}) + X_3 \cdot \ln(\text{Elet}) + X_4 \cdot \ln(\text{Venda}) + X_5 \cdot \ln(\text{F\_Selo}) + a \quad (8.13)$$

e

$$\text{EE} = e^{(X_1 \cdot \ln(\text{Pop}) + X_2 \cdot \ln(\text{Cons\_R}) + X_3 \cdot \ln(\text{Elet}) + X_4 \cdot \ln(\text{Venda}) + X_5 \cdot \ln(\text{F\_Selo}) + a)} \quad (8.14)$$

onde:

EE – Economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL

a – Ponto de Interseção



- $X_1$  – Coeficiente relacionado à população
- $X_2$  – Coeficiente relacionado ao consumo residencial
- $X_3$  – Coeficiente relacionado à eletrificação
- $X_4$  – Coeficiente relacionado à venda de freezers e refrigeradores
- $X_5$  – Coeficiente relacionado à fração dos equipamentos com o Selo.

Os resultados do modelo de regressão estão apresentados na Tabela 8.3.

**Tabela 8. 3** – Resultados parciais do modelo de Regressão Múltipla de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL

Interseção	66,04444578
$X_1$	-12,45792486
$X_2$	0,715807305
$X_3$	93,15594245
$X_4$	0,16903072
$X_5$	0,639506443

Cabe ressaltar que os coeficientes de maior peso são  $X_1$  e  $X_3$ , referente à população e eletrificação respectivamente, logo, estas variáveis têm maior impacto sobre o modelo.

Observa-se que o coeficiente  $X_1$ , referente à população, é negativo, logo, apresenta incoerência perante aos demais coeficientes que são diretamente proporcionais às suas grandezas. Assim, excluiu-se a população do modelo de regressão para elaborar uma nova regressão seguindo a mesma metodologia apresentada anteriormente.

**Tabela 8. 4 – Resultados finais do modelo de Regressão Múltipla de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL**

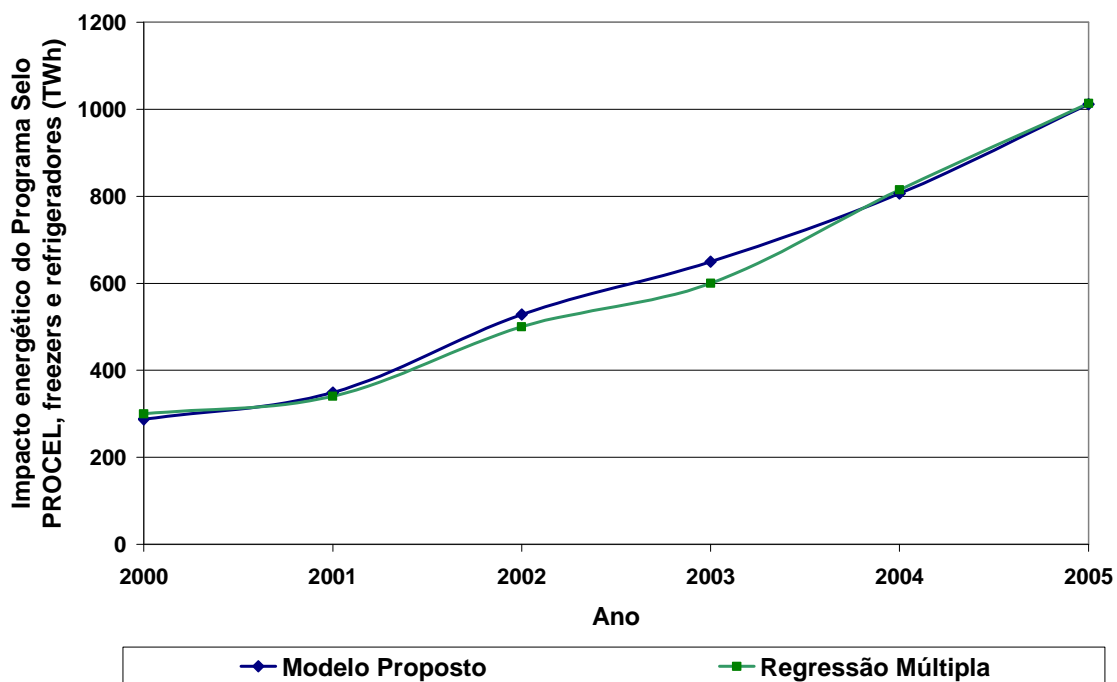
Interseção	-9,441213986
X <sub>1</sub>	0
X <sub>2</sub>	1,583606563
X <sub>3</sub>	40,91800732
X <sub>4</sub>	0,130622732
X <sub>5</sub>	1,141006889

O modelo de regressão, que possui  $R^2 = 0,99$ , foi testado com dados referentes a 2005, e apresentou resultados com diferença de menos de 1% com relação à modelagem real.

**Tabela 8. 5 – Comparação de resultados de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL, freezers e refrigeradores - 2005**

<b>Modelo</b>	<b>EE (GWh)</b>
Proposto	1.012
Regressão Múltipla	1.014

A figura seguinte mostra que os resultados do modelo de Regressão Múltipla estão bem correlacionados com os resultados do Modelo Proposto, com isso, conclui-se que o modelo de Regressão Múltipla, desenvolvido no presente capítulo, é satisfatório para as estimativas do impacto energético atribuído ao Programa Selo PROCEL, no âmbito de freezers e refrigeradores. No entanto, recomenda-se novos ajustes do modelo de regressão no futuro (daqui alguns anos) já que novos índices mínimos de eficiência podem ser determinados para os equipamentos com o Selo PROCEL e a eficiência de outros equipamentos eficientes no mercado podem alterar impactando nos dados de consumo de energia elétrica no setor residencial.



**Figura 8. 1** – Correlação entre o Modelo Proposto e o Modelo de Regressão Múltipla para estimativa de Economia de Energia atribuída ao Selo PROCEL

A Figura 8.1 mostra como os resultados que os resultados do modelo de Regressão Múltipla estão bem correlacionados com os resultados do Modelo Proposto, com isso, conclui-se que o modelo de Regressão Múltipla, desenvolvido no presente capítulo, é satisfatório para as estimativas do impacto energético atribuído ao Programa Selo PROCEL, no âmbito de freezers e refrigeradores.

## **9. ANÁLISE ECONÔMICA DA AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS COM SELO**

O presente capítulo tem por objetivo analisar a viabilidade econômica, tanto para o consumidor de baixo consumo de energia elétrica ( $\leq 200$  kWh/mês) quanto para o de alto consumo, da compra de um refrigerador com o Selo PROCEL, ou seja, se a economia de energia que o consumidor terá com o equipamento eficiente é capaz de pagar a diferença de investimento com relação a um menos eficiente. O estudo foi realizado para refrigeradores de uma porta, já que esta categoria de equipamento representa a maior parcela do mercado de freezers e refrigeradores do país.

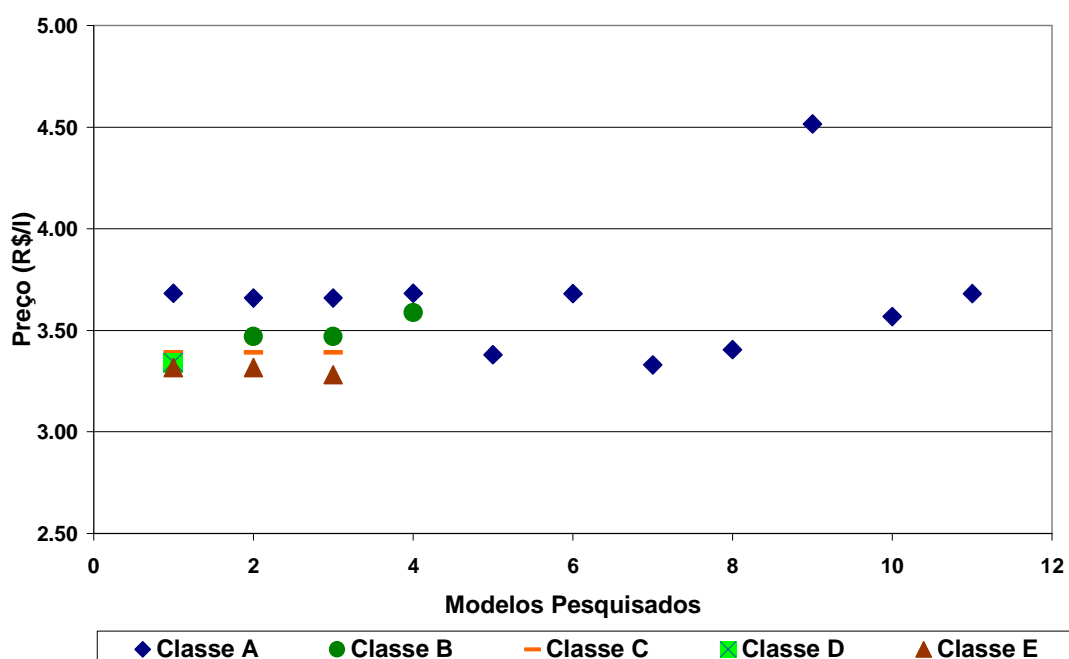
As análises de sensibilidade das variáveis que interferem na decisão do consumidor, ou seja, de compra de equipamentos com Selo PROCEL, foram realizadas para as condições padronizadas de acordo com a NBR ISO / IEC 17025/2001, em que os refrigeradores são ensaiados em câmaras a temperatura de 32°C e, para o Sul do país, local de menor temperatura média anual, já que essas condições representam as extremidades de consumo de energia do equipamento, ou seja, condições em que se consome mais e menos energia elétrica, respectivamente.

A metodologia utilizada para a análise baseou-se na determinação do custo médio específico de refrigeradores de uma porta (R\$/l) considerando a etiqueta, determinação do consumo específico de refrigeradores, apresentada pela modelagem proposta no presente trabalho, incluindo os efeitos de temperatura ambiente e pesquisas tarifárias.

Para a determinação do custo específico de refrigeradores de uma porta realizaram-se pesquisas de mercado referentes aos custos de equipamentos com diversos varejistas do mercado. As fontes pesquisadas foram sites de compra e grandes redes varejistas como, por exemplo, Casas Bahia, Extra, Ponto Frio,

Americanas, Tele-Rio e Magazine Luiza. É interessante observar que se constatou uma pequena variação de preço, para o mesmo equipamento, entre os varejistas.

Para um conjunto de 22 modelos de refrigeradores de uma porta pesquisados conseguiram-se calcular o preço específico médio dessa categoria de refrigeradores levando em consideração a Etiqueta de Eficiência energética concedida pelo INMETRO.



**Figura 9. 1** – Preço específico de refrigeradores de uma porta por classe

A Tabela 9.1 representa o consumo médio de cada classe de refrigeradores de uma porta calculado pela média simples dos modelos pesquisados apresentados pela Figura 9.1.

**Tabela 9. 1 – Custos específicos de refrigeradores de uma porta**

<b>Etiqueta</b>	<b>R\$/l</b>
A	3,68
B	3,47
C	3,39
D	3,35
E	3,32

O custo total que se tem com um eletrodoméstico é uma soma entre o custo de investimento e o custo da energia elétrica, por isso, é relevante trabalhar com as tarifas de energia elétrica para cada região, já que estas podem apresentar grandes diferenças entre as concessionárias.

Com base em informações da ANEEL (2007) considerando os encargos de cada concessionária (ICMS, PIS/PASEP e COFINS) e a faixa de consumo, foi possível estimar o custo médio da tarifa de energia elétrica para cada região do país.

**Tabela 9. 2 – Custo médio da Tarifa de Energia – R\$/kWh**

<b>Região</b>	<b>Faixa de consumo</b>	
	<b>&lt; =200kWh/mês</b>	<b>&gt; 200kWh/mês</b>
Sul	0,281	0,409
Sudeste	0,319	0,484
Centro – Oeste	0,323	0,455
Nordeste	0,314	0,465
Norte	0,323	0,455

Devido a grande variação de alíquotas de impostos entre os Estados e por classe de consumo de cada concessionária, adotou-se para todos os casos alíquotas de PIS/PASEP e COFINS de 6% e ICMS de 24%, valores considerados representativos.

O consumo específico normalizado (ensaiado a temperatura de 32°C) (kWh/ano) foi estimado pela média dos 22 refrigeradores pesquisados, estimou-se também, o consumo específico anual de refrigeradores para cada classe de eficiência energética e região do país, corrigido pela Equação 5.6.

**Tabela 9. 3 - Consumo específico de refrigeradores de uma porta – kWh/l.ano**

<b>Etiqueta</b>	<b>Norma</b>	<b>Sul</b>	<b>Sudeste</b>	<b>Centro Oeste</b>	<b>Nordeste</b>	<b>Norte</b>
A	0,79	0,38	0,50	0,54	0,58	0,59
B	1,06	0,51	0,68	0,72	0,77	0,79
C	1,16	0,56	0,74	0,79	0,85	0,86
D	1,24	0,60	0,79	0,84	0,90	0,92
E	1,31	0,63	0,83	0,89	0,95	0,97

Com os consumos e custos específicos determinados anteriormente torna-se possível efetuar cálculos de custo totais anuais para o consumidor ao longo da vida útil do equipamento, considerada de 16 anos<sup>2</sup> no presente trabalho. O cálculo da Taxa Interna de Retorno - TIR permite ao investidor obter a melhor percepção se a economia de energia consegue pagar a diferença de preço entre o equipamento mais eficiente e o menos eficiente a uma taxa atrativa.

$$CT_Q = CI_Q + CE_Q \quad (9.1)$$

com:

$$CI_Q = I_Q \cdot FRC \quad (9.2)$$

$$CE_Q = E_Q \cdot FRC \quad (9.3)$$

$$FRC = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (9.4)$$

<sup>2</sup> Vida útil média considerada no próximo relatório de Avaliação do Programa Selo PROCEL.

onde:

$CT_Q$  – Custo total anual unitário de refrigeradores de uma porta de etiqueta Q

$CI_Q$  – Custo anual unitário de investimento do equipamento de etiqueta Q

$CE_Q$  – Custo anual unitário com energia elétrica do equipamento de etiqueta Q.

$I_Q$  – Investimento unitário do equipamento de etiqueta Q

$E_Q$  – Custo com energia gasta unitária pelo equipamento de etiqueta Q ao longo da vida útil, considerando o preço médio da tarifa para cada região do país apresentada pela Tabela 9.3

FRC – Fator de Recuperação de Capital

$i$  – Taxa de juros (considerada de 12% a.a)

$n$  – Período de pagamento

Q – Referente à etiqueta (A,B,C,D ou E).

Obs: Em todas as análises apresentadas no presente capítulo considerou-se a vida útil dos refrigeradores de 16 anos.

Com base em informações dos diversos varejistas pesquisados quanto à taxa de juros cobrada no financiamento de refrigeradores concluiu-se que:

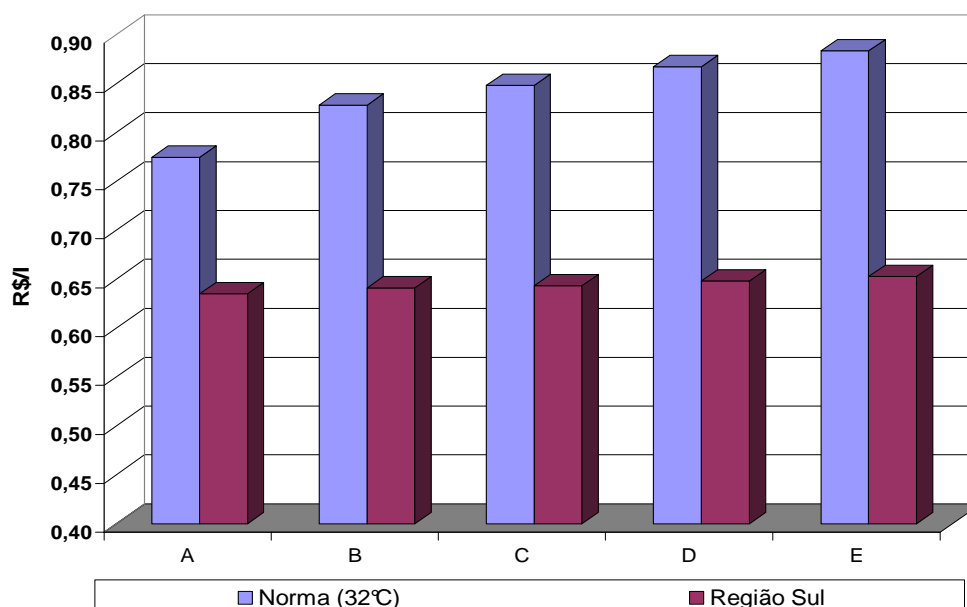
- A taxa de juros média cobrada em financiamentos de um ano é de 74,02%
- A taxa de juros média cobrada em financiamentos de dois anos é de 94,24%.



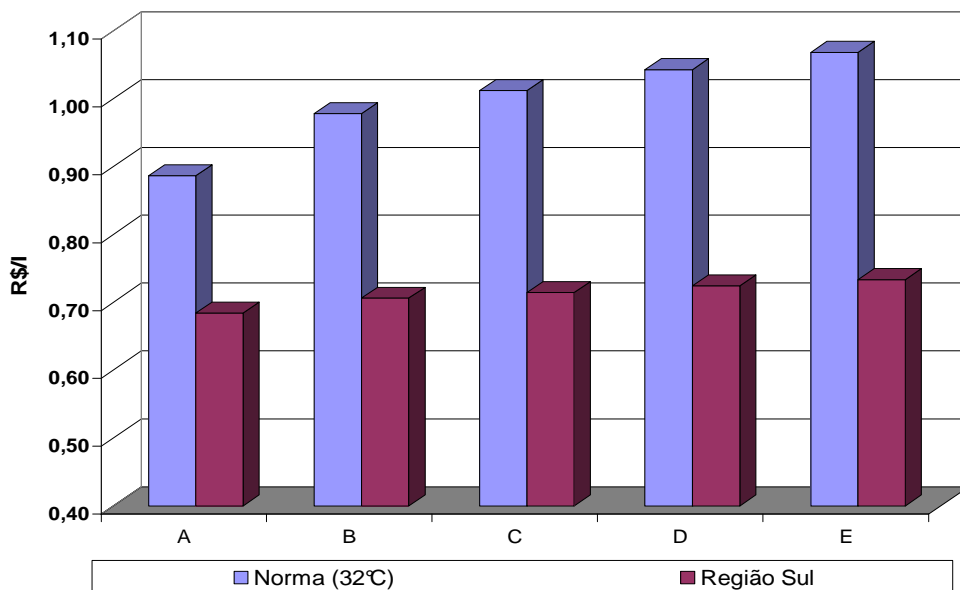
**Tabela 9. 4 – Taxa de juros de varejistas aplicada em pessoas físicas para financiamento de refrigeradores**

Varejista	Financiamento	Taxa a.a
<b>Casas Bahia</b>	12 x	74,12%
	24 x	98,95%
<b>Magazine Luiza</b>	12 x	70,65%
	24 x	100,01%
<b>Americanas</b>	12 x	75,15%
	24 x	99,04%
<b>Ponto Frio</b>	12 x	76,23%
	24 x	98,95%
<b>Média</b>	<b>12 x</b>	<b>74,04%</b>
	<b>24 x</b>	<b>99.24%</b>

As figuras seguintes mostram a comparação dos custos específicos anuais de refrigeradores de uma porta considerando a Etiqueta de Eficiência energética, os padrões da norma brasileira de ensaio de freezers e refrigeradores e da região Sul do país, já que a última é mais crítica por apresentar menores custos com a energia.



**Figura 9. 2 – Custo anual específico de refrigeradores de uma porta para classe de consumo <=200 kWh/mês**

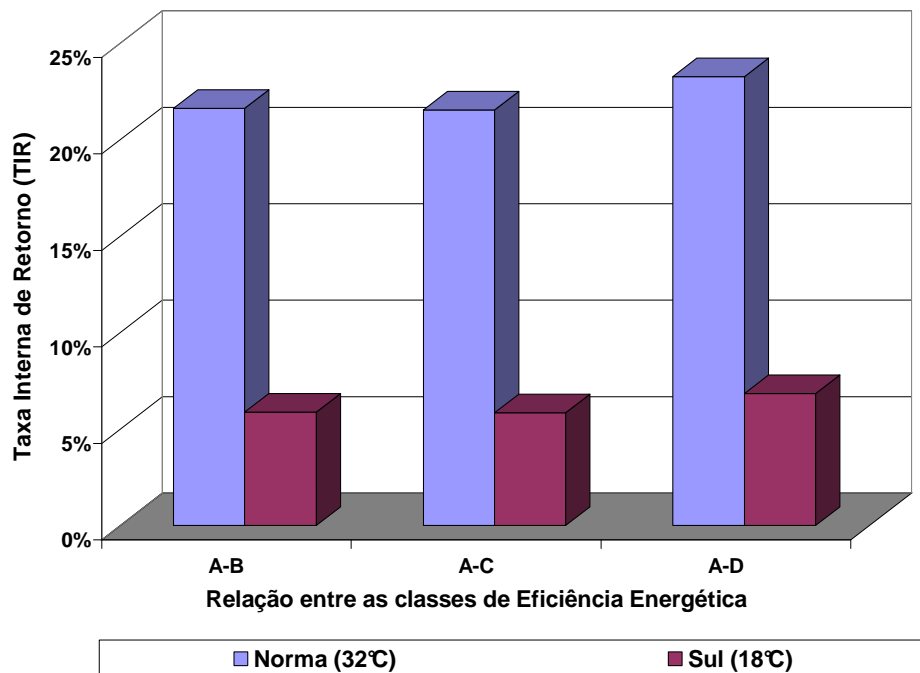


**Figura 9.3** - Custo anual específico de refrigeradores de uma porta para classe de consumo >200 kWh/mês

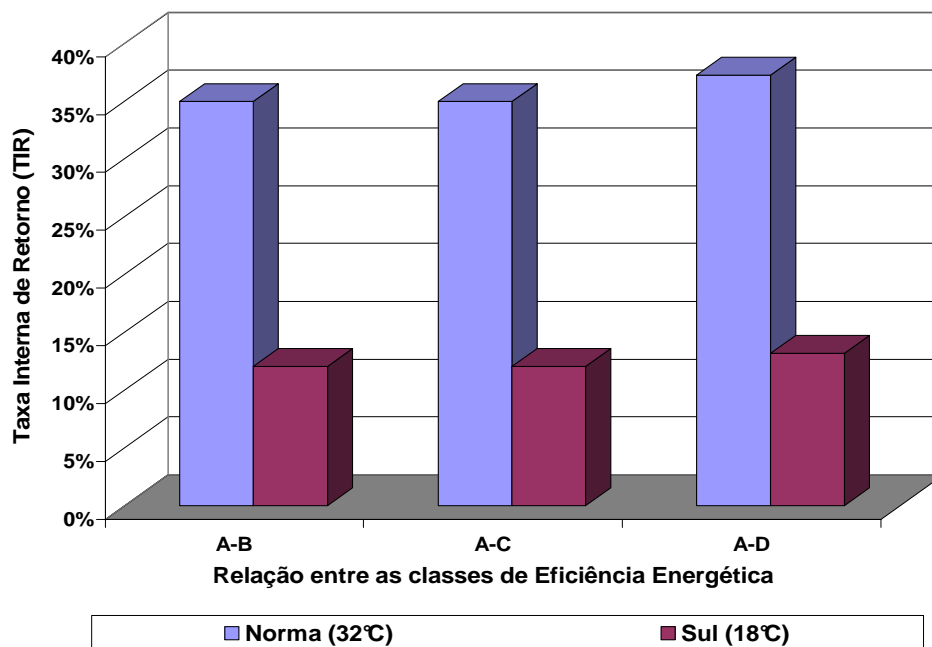
Para a melhor percepção dos resultados apresentados pelas Figuras 9.2 e 9.3 considera-se um refrigerador típico de uma porta com volume interno de 300 litros, para a análise dos custos anuais com estes eletrodomésticos levando em consideração a etiquetagem.

**Tabela 9.5** – Custo total médio anual de refrigeradores de uma porta de 300 l

Classe	< =200 kWh/mês		> 200 kWh/mês	
	Norma	R. Sul	Norma	R. Sul
A	R\$ 236,00	R\$ 193,00	R\$ 268,00	R\$ 207,00
B	R\$ 250,00	R\$ 194,00	R\$ 296,00	R\$ 214,00
C	R\$ 256,00	R\$ 195,00	R\$ 306,00	R\$ 216,00
D	R\$ 262,00	R\$ 196,00	R\$ 315,00	R\$ 219,00
E	R\$ 267,00	R\$ 198,00	R\$ 323,00	R\$ 222,00



**Figura 9. 4** – TIR referente à diferença de preço entre um refrigerador de 300 l com o Selo PROCEL e um menos eficiente ( $\leq 200$  kWh/mês)



**Figura 9. 5** – TIR referente à diferença de preço entre um refrigerador de 300 l com o Selo PROCEL e um menos eficiente ( $> 200$  kWh/mês)

A Tabela 9.5 mostra a viabilidade do investimento do consumidor em refrigeradores com o Selo PROCEL, tanto para consumidores de baixo quanto de alto consumo de energia elétrica, considerando a primeira compra, ou seja, sem valor residual. Nas regiões mais quentes o consumidor pode economizar cerca de 11% anualmente em relação aos custos com equipamentos menos eficientes se optar em comprar refrigeradores com Selo, enquanto que em regiões mais frias a economia existe, porém, em menor escala na ordem de 3%. Ressalta-se que a TIR mínima no cenário nacional é da ordem de 6% para consumidores de baixo consumo de energia elétrica e de 12% para consumidores de alto consumo.

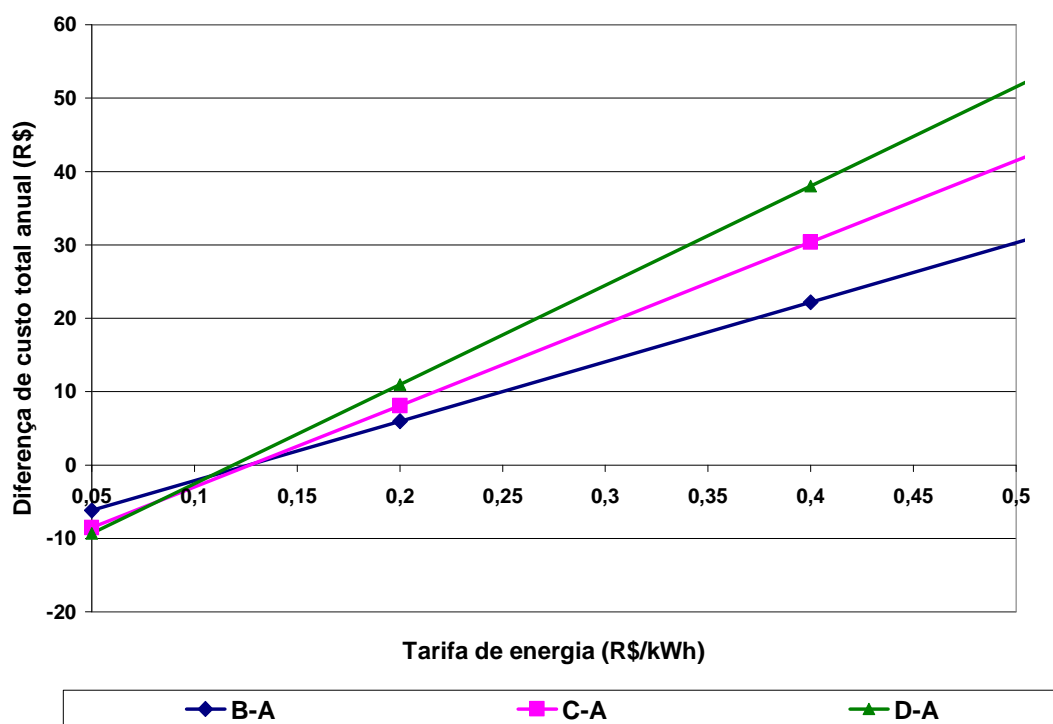
O período de retorno da diferença de investimento entre um equipamento menos eficiente e mais eficiente (com o Selo PROCEL) varia de 6 a 15 anos, respectivamente para as condições menos e mais críticas quanto aos impactos tarifários e regionais (devido à temperatura ambiente).

As análises econômicas apresentadas comprovam que tanto o governo, no planejamento energético, quanto o consumidor, nas despesas domésticas, são beneficiados pelas ações do Programa Selo PROCEL, no cenário atual de mercado, no entanto, essa situação pode mudar se houver bruscas alterações no mercado brasileiro. A seguir estão representadas as análises de sensibilidade das variáveis de mercado (tarifa de energia, taxa de juros, período de pagamento) frente à viabilidade da obtenção de refrigeradores de uma porta com selo PROCEL na primeira compra (ou sem valor residual) do consumidor.

As análises apresentadas a seguir referem-se aos refrigeradores de uma porta de volume interno de 300 litros, já que este volume é o mais comum nas residências brasileiras e, além disso, a percepção dos resultados estará mais facilitada, por isso não se optou em trabalhar com volumes específicos. Os resultados são apresentados para as condições normalizadas (temperatura de ensaio de 32 °C) e para a região Sul (temperatura corrigida para 18 °C) do país, já que essas

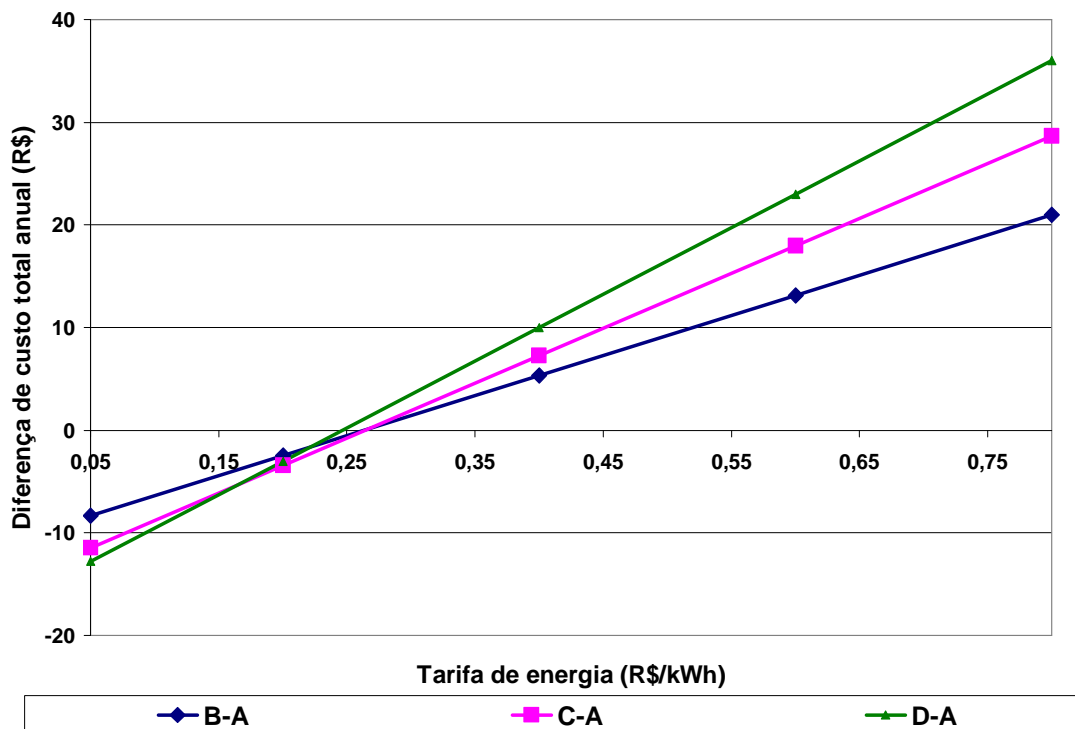
situações representam as condições extremas do país, ou seja, situações onde os equipamentos consomem mais e menos energia elétrica.

Obs: Com base em informações de mercado, para as análises de sensibilidades da tarifa de energia e período de pagamento do investimento, considerou-se uma taxa de juros de financiamento conservadora de 70% a.a..



**Figura 9. 6 –** Sensibilidade tarifária na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 l – Norma (Condições de ensaio)

A Figura 9.6 mostra que para a situação menos crítica (em que o refrigerador consome menos energia) que corresponde às condições padronizadas pela norma de ensaio, se o mercado apresentar tarifas de energia elétrica maiores que 0,12 R\$/kWh o consumidor terá benefício em adquirir equipamento com Selo PROCEL na primeira compra.



**Figura 9. 7 – Sensibilidade tarifária na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 I – Região Sul**

A Figura 9.7 mostra que para a situação mais crítica (em que o refrigerador consome mais energia) que corresponde às condições da região Sul do país, o consumidor só terá benefício econômico em adquirir equipamento com o Selo PROCEL se o mercado apresentar tarifas de energia elétrica maiores que 0,25 R\$/kWh.

As análises de sensibilidades das variáveis, taxa de juros e período de pagamento, mostradas a seguir, foram realizadas para os consumidores de baixo consumo de energia elétrica ( $\leq 200$  kWh) já que esses consumidores são menos beneficiados com o Programa Selo PROCEL, por consumirem menos energia e pagar menores valores de tarifas de energia, com relação aos consumidores de alto consumo de energia.



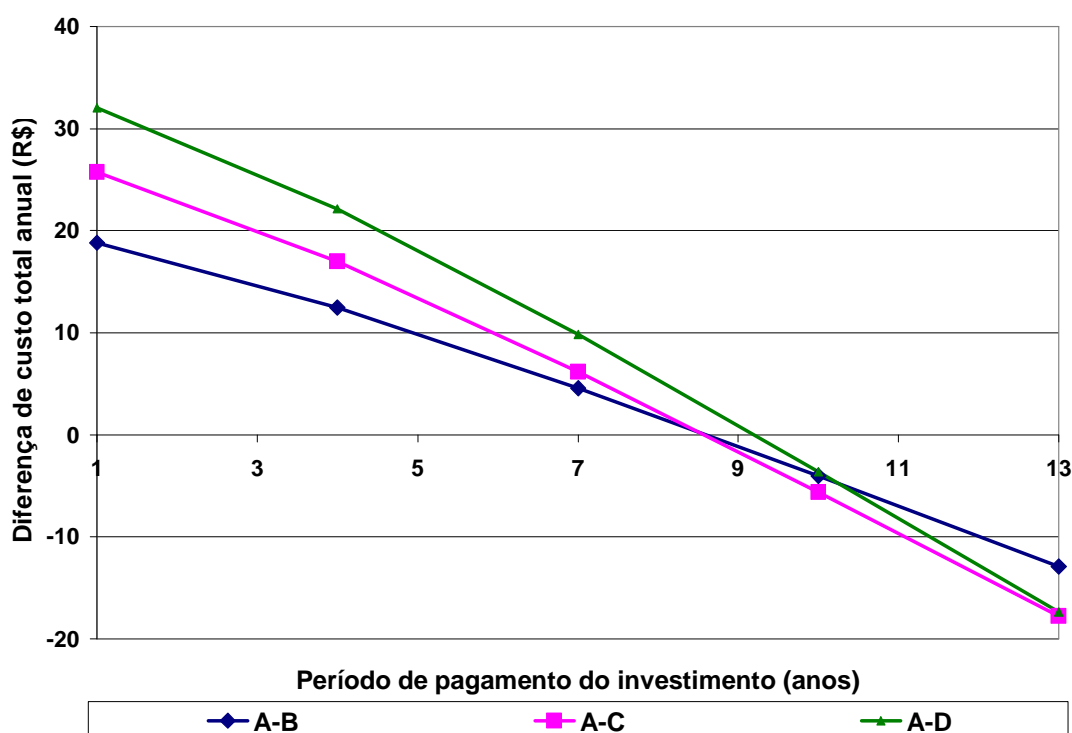
**Figura 9.8** – Sensibilidade da taxa de juros na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 I – Norma (Condições de ensaio)



**Figura 9.9** – Sensibilidade da taxa de juros na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 I – Região Sul

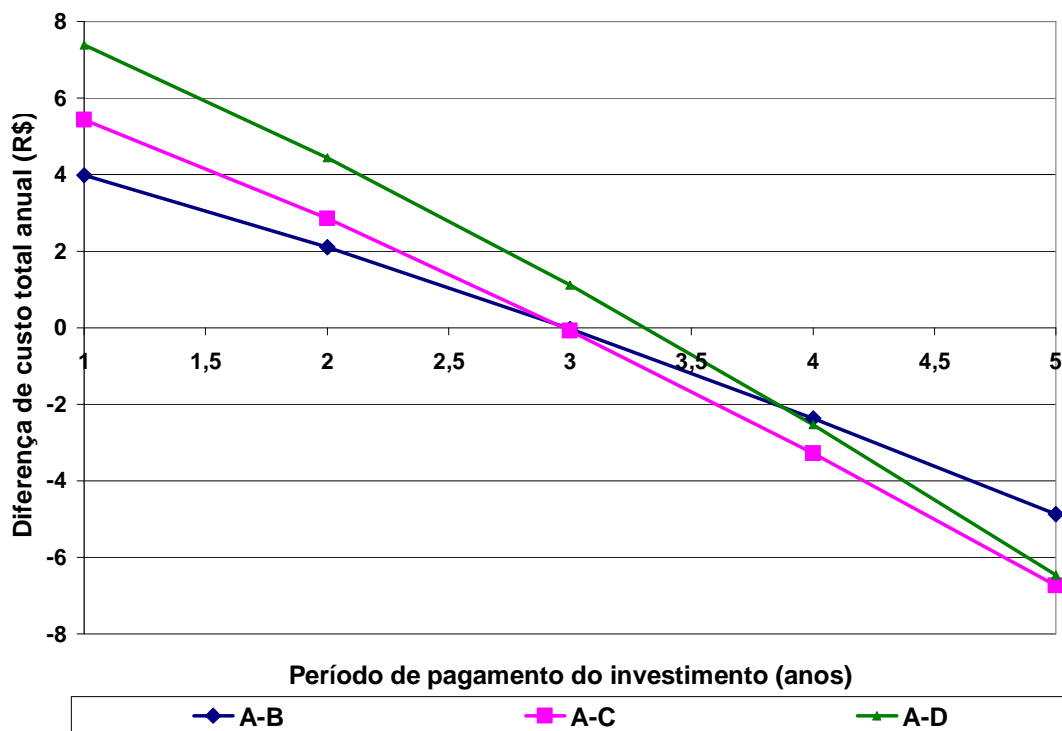
A Figura 9.8 mostra que para as condições normalizadas de ensaio se, no financiamento de um refrigerador de uma porta de 300 l com Selo PROCEL (Etiqueta A), a taxa de juros for superior a 410% a.a. o investimento do consumidor de baixo consumo de energia elétrica na primeira compra de um produto eficiente não valerá a pena do ponto de vista econômico. Para as condições mais críticas (Região Sul) o valor limite da taxa de juros é da ordem de 70% a.a.

A presente avaliação mostrou que tanto o consumidor de baixo consumo de energia elétrica (menores tarifas) quanto o consumidor de alto consumo, são beneficiados economicamente, ao longo da vida útil do refrigerador, na aquisição de um equipamento com o Selo PROCEL. Entretanto, com as altas taxas de juros para o financiamento do investimento cabe verificar o período máximo de financiamento do consumidor de modo que o refrigerador eficiente, com o Selo PROCEL, não perca sua atratividade.





**Figura 9. 10** – Sensibilidade do período de pagamento na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 I – Norma (Condições de Ensaio)



**Figura 9. 11** – Sensibilidade do período de pagamento na viabilidade econômica de obtenção de refrigeradores de uma porta com Selo PROCEL de 300 I – Região Sul

As Figuras 9.10 e 9.11 mostram que para as condições normalizadas o período de pagamento do investimento deve ser menor que 8 anos para que o consumidor obtenha benefícios econômicos com a compra de um equipamento com o Selo PROCEL, enquanto que para as condições da região Sul o período de pagamento do investimento deve ser menor que 3 anos.

## **PARTE IV – Conclusões e sugestões**

### **10. CONCLUSÕES**

Foi elaborado um modelo conceitual de avaliação do impacto do Programa Selo PROCEL na economia de energia e redução de demanda de ponta, no âmbito de freezers e refrigeradores em que o consumo de energia elétrica dos equipamentos é influenciado pelos efeitos da temperatura ambiente e degradação de eficiência, sendo contabilizados os impactos ao longo da vida útil do equipamento. Por isso, houve a necessidade de desagregar o parque das categorias de freezers e refrigeradores por região do país e idade. O modelo de avaliação seguiu diretrizes internacionais de Medição e Verificação – M&V, estabelecidas pelo Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance – PIMVP, como por exemplo, a adoção de linhas de base (baselines) para a avaliação e estudo do impacto energético ao longo da vida útil dos equipamentos.

Segundo avaliação os freezers e refrigeradores representam cerca de 28% do consumo de energia do setor residencial brasileiro. Foi estimado que em 2005 as ações do Programa Selo PROCEL, nesses equipamentos, permitiram economizar 1012 GWh, reduzindo a demanda de ponta de aproximadamente 150MW, capacidade maior que a potência instalada na UHE (Usina Hidrelétrica) de Funil (Furnas), em Itatiaia.

A partir de pesquisas de mercado, com vários varejistas para obtenção de informações quanto aos preços de refrigeradores de uma porta e, estudo tarifário frente às diversas concessionárias fornecedoras de energia elétrica do Brasil, concluiu-se pelas análises econômicas que o consumidor brasileiro é beneficiado economicamente, marginalmente, com a compra de refrigeradores de uma porta com o Selo PROCEL (Classe A), tanto o de baixo quanto o de alto consumo de energia elétrica, mesmo nas condições mais críticas do país, ou seja, onde esses eletrodomésticos consomem menos energia, que é o caso da região Sul do país.

Nas condições atuais de mercado o consumidor de baixo consumo de energia elétrica é beneficiado com uma TIR de no mínimo 6% e, de 12% o de alto consumo, o que mostra que o consumidor de alto consumo de energia elétrica tem maiores benefícios com as ações do Programa Selo PROCEL. Para as condições atuais de mercado, todo consumidor que financiar um refrigerador de uma porta com o Selo PROCEL num período menor que 3 anos, terá benefícios econômicos.

Foi apresentado um modelo de regressão múltipla para estimativas e projeções de economia de energia atribuída ao Programa Selo PROCEL, no âmbito de freezers e refrigeradores. O modelo de regressão múltipla se mostrou consistente pelo fato de seus resultados estarem bem correlacionados com os resultados do modelo proposto na dissertação. Os resultados de economia de energia para o ano de 2005, apresentados por ambos os modelos, estão entre 1.012 e 1.014 GWh, equivalendo cerca de 1,2% do consumo de energia elétrica observado no setor residencial nesse ano.

Nas avaliações de economia de energia e redução de demanda de ponta foram feitas algumas inferências e estimativas de dados devido à falta de algumas informações de mercado, fato que justifica as incertezas dos resultados do modelo em torno de 28%. O modelo pode ser aperfeiçoado e os resultados podem apresentar menores índices de incertezas caso se disponha de maiores informações quanto:

- Influência dos hábitos de uso no consumo de energia dos equipamentos (carregamento, abertura de porta, posição do termostato).
- Influência da variação de tensão no consumo dos equipamentos.
- Fator de Coincidência de Ponta – FCP, entre outros.

## 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AC Nielsen, EGE, “*Estudo Geral de Eletrodomésticos (Refrigeradores e Freezers)*”, São Paulo, 2005.

ANEEL, **Agência Nacional de Energia Elétrica**, “*Manual para elaboração do Programa de Eficiência energética: Ciclo 2005/2006*”, Brasília, 2006.  
Disponível em:  
<<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=27&idPerfil=6>>. Acesso em:  
29 Set, 2007.

ALMEIDA, M. A.; SCHAEFFER, R.; LA ROVERE, E. L. “*The potential for electricity conservation and peak load reduction in the residential sector of Brazil*”. **Energy**, n.26, p.413–429, 2001.

BEN/MME, **Balço Energético Nacional / Ministério de Minas e Energia**, 2005, [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br), acessado em 02/01/2007.

BIRNER, S., MARTINOT, E., “*Promoting energy-efficient products: GEF experience and lessons for market transformation in developing countries*”, **Energy Policy**, vol. 33, pag. 1765 a 1779, 2005.

BRASIL, “*Lei No 10.295*”, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências, Subsecretaria de Informações do Senado Federal, 17 de outubro de 2001a.

BRASIL, “*Decreto No 4.059*”, Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências, Subchefia para Assuntos Jurídicos da Casa Civil da Presidência da República, 19 de dezembro de 2001b.

CARDOSO, R.B; NOGUEIRA, L.A.H, “*Estimativa do consumo de energia elétrica em refrigeradores no setor residencial brasileiro*”, **Revista Brasileira de Energia**, v. 13 n°2, paper n°4, p. 55-67, 2007.

CEMIG, **Companhia Energética de Minas Gerais**, 2006, [www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br), acessado em 28/09/2006.

CLASP, “*Energy-Efficiency Labels and Standards: A Guidebook for Appliances, Equipment and Lighting*”. Lead authors: WIEL, Stephen and MCMAHON, James E., Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP), February, 2005, 205 p.

CLINCH, J. P.; HEALY, J. D.; “Cost-benefit analysis of domestic energy efficiency”, **Energy Policy**, n.29, p.113-124, 2001.

COSTA, E.C., “*Refrigeração*”, 3° ed, Edigard Blucher Ltda, 1982.

CPTEC/INPE, **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2005, [www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br), acessado em 25/04/2006.

DOE, U.S. Department of Energy, “*Technical Support Document: Energy Efficiency Standards for consumer products: Refrigerators, Refrigerators-Freezers, & Freezers*”, 391 p, July 2001.

ELETROPAULO, **Eletricidade de São Paulo S/A** , 2006, [www.eletropaulo.com.br](http://www.eletropaulo.com.br), acessado em 28/09/2006.

ELETROS, **Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos**, 2005, [www.eletros.org.br](http://www.eletros.org.br), acessado em 25/04/2006.

ENERGY STAR, [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov), acessado em 09/08/2006.

GELLER, H., *“O Uso Eficiente da Eletricidade: Uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil”*, INEE, ACEEE, PROCEL, Rio de Janeiro, 1991.

GELLER, H. et. al., *“The efficient use of electricity in Brazil: progress and opportunities”*, **Energy Policy**, v.26, n.11, p.859-872, 1998.

GELLER H. S., *“Minimum Efficiency Performance Standards, Labels, and Test Procedures for Refrigerators, Freezers, and Room Air Conditioners in Canadá, México, the United States, China, and Other Developing and Transition Nations”*, disponível em: [www.clasponline.org/files/standards\\_report\\_eng\\_version.pdf](http://www.clasponline.org/files/standards_report_eng_version.pdf)2006,2006, acessado em 08/06/2007.

GELLER, H. et al.; *“Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OECD countries”*, **Energy Policy**, n.34, p.556–573, 2006.

GELLER, H., *“Revolução Energética: Políticas para um futuro sustentável”*, USAID, Relume Dumará, Rio de Janeiro, 2003.

GELLER, H., *“Relatório sobre Avaliação de Economia de Energia”*, PROCEL/Eletróbrás, 2005.

GELLER, H. et. al., *“Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil”*, **Energy Policy**, n.32, p.1437–1450, 2004.

- GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L.D. “Energia, meio ambiente e desenvolvimento”, 3º edição, 225p, São Paulo: EDUSP, 2003.
- GHISI, E.; GOSCH, S.; LAMBERTS, R.; “Electricity end-uses in the residential sector of Brazil”, **Energy Policy**, n.35, p.4107–4120, 2007.
- HADDAD, J. et al.; “Eficiência energética: Integrando Usos e Reduzindo Desperdícios”, ANEEL; ANP; MCT e PNUD, Editora Designum; Rio de Janeiro, 1ª Edição, - RJ, 1999.
- HADDAD, J. et al. “Conservação de Energia: Eficiência energética de Instalações e Equipamentos”, ELETROBRAS/PROCEL, Editora da EFEL; Itajubá, MG, 1ª Edição, - 2001.
- HADDAD, J. et al. “Conservação de Energia: Eficiência energética de Instalações e Equipamentos”, ELETROBRAS/PROCEL, Editora da UNIFEI; Itajubá, MG, 3ª Edição, - 2006.
- IEA – **International Energy Agency**, Energy Labels and Standards, Paris, france, 2000, [www.iea.org](http://www.iea.org), acessado em 26/04/2006.
- IEA/DSM, International Energy Agency, Demand-Side Management Programme, “Evaluation Guidebook on the Impact of Demand-Side Management and Energy Efficiency Programmes for Kyoto's GHG Targets”, Paris, October 2006, disponível em <http://dsm.iea.org/NewDSM/Work/Tasks/1/task1.eval.GuideBook.asp>
- INEE et al, “International Performance Measurement and Verification Protocol: Concepts and Options for Determining Energy Savings”, October, 2000.

ISO 7371, “Household refrigerating appliances - Refrigerators with or without low-temperature compartment - Characteristics and test methods”. RC: International Organisation for Standardization, [S.d.], 6p, 1995.

JANNUZZI, G.M., “A conservação e uso eficiente de energia no Brasil”, **Revista Eletrônica Comciência**, Campinas, n.61, Dez 2004. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/2004/12/06.shtml>>. Acesso em: 21 Abr 2004.

JANNUZZI, G.M., DANELLA, M.A., SILVA, S. A., “Metodologia para a avaliação da aplicação dos recursos dos programas de eficiência energética”, **International Energy Initiative**, paper nº 2.60-01, 2004.

JANNUZZI, G. M.; “Power sector reforms in Brazil and its impacts on energy efficiency and research and development activities”, **Energy Policy**, n.33, p.1753–1762, 2005.

JANNUZZI, G. M., QUEIROZ, G. C., VENDRUSCULO, E. A., SILVA Jr., H. X., “Padrões de Eficiência e Qualidade de Energia: Instrumentos para Política Pública de Inovação Tecnológica e Eficiência Energética, Primeiro relatório parcial – ano 1”, **FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo**, São Paulo, 2003, 44 p.

LEITE, A.A.; BAJAY, S.V.; “Impactos de possíveis novos programas de eficiência energética nas projeções da demanda energética nacional”, **Revista Brasileira de Energia**, v. 13 nº2, paper nº2, p. 21-34, 2007.

MCNIEL, M.A.; LETSCHERT, V.E; “Forecasting Electricity Demand in Developing Countries: A Study of Household Income and Appliance Ownership”, Environmental Energy Technologies Division, Lawrence



Berkeley National Laboratory, Building 90-4000, Berkeley, California 94720, 2005.

MOCARZEL, P.R. *“Eficiência energética de Refrigeradores e Congeladores de Uso Doméstico”*, RELATÓRIO TÉCNICO CEPEL ADG/A-DUE 625/2004. Brasil.

MME, **Ministério de Minas e Energia**, *“Plano Nacional de Energia 2030 – Eficiência energética”*, Brasília 13 de Julho de 2006.

NBR ISO / IEC 17025/2001, *“Requisitos sobre a participação dos laboratórios de ensaio em atividades de ensaio de proficiência”*, INMETRO, 2001.

NOGUEIRA, L.A.H; *“Uso racional: a fonte energética oculta”*, **Estudos Avançados** 21 (59), pg 91-105, 2007.

ONS, **Operador Nacional de Sistemas**, 2006, [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br), acessado em 26/04/2006.

PNAD/IBGE 1986, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1986**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 1987, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1987**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 1988, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1988**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 1990, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1990**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 1994, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1994**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 1995, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1995**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 1996, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1996**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 1997, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1997**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 1998, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1998**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 1999, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,1999**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 2000, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,2000**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 2001, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,2001**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 2002, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,2002**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 2003, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,2003**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 2004, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,2004**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2006.

PNAD/IBGE 2005, **Pesquisa Nacional por Amostra a Domicílio / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,2005**, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessado em 12/04/2005.

PROCEL, *“Avaliação dos Resultados do Procel 2004”*, Eletrobrás, DPS/DPST, Setembro de 2005.

PROCEL, *“Avaliação dos Resultados do Procel 2005”*, Eletrobrás, DPS/DPST, Setembro de 2006.

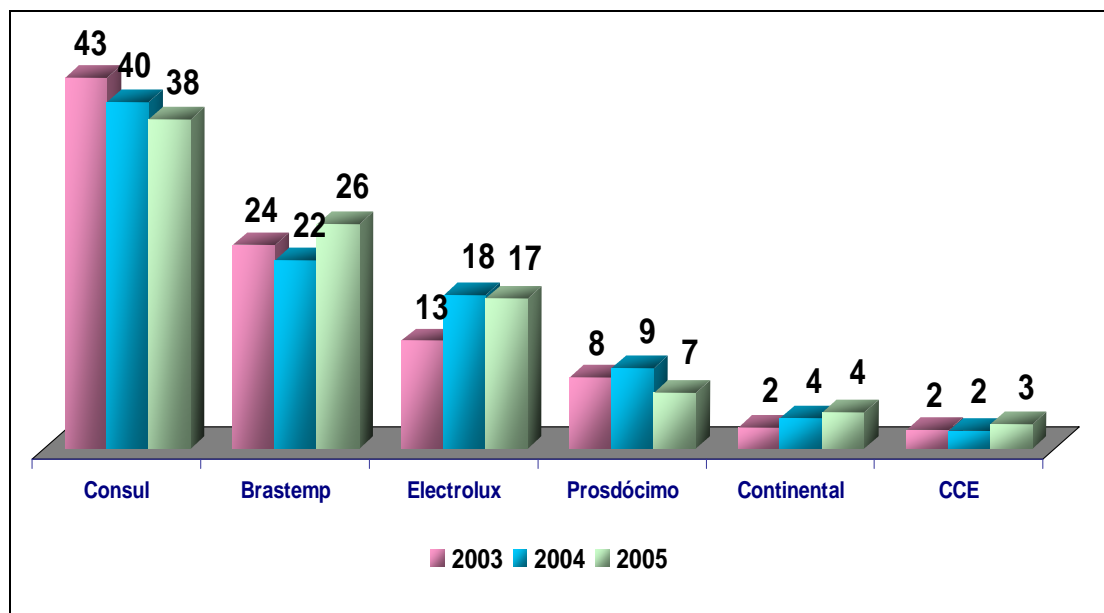
QUEIROZ, G.C. et.al.; *“Metodologia de análise de custo de ciclo de vida (ACCV)”*; SBPE, **Revista Brasileira de Energia** vol. 13, pg 41-66, 2007.

SILVA Jr., H. X.; *“Aplicação da Metodologia de Análise do Custo do Ciclo de Vida (ACCV) para estabelecimento de padrões de Eficiência energética: Refrigeradores Brasileiros”*, Campinas, Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia Mecânica UNICAMP, 144 p., 2005.

TORANZOS, F.I., *“Estatística”*, São Paulo, Ed. Mestre Jou, 1969.

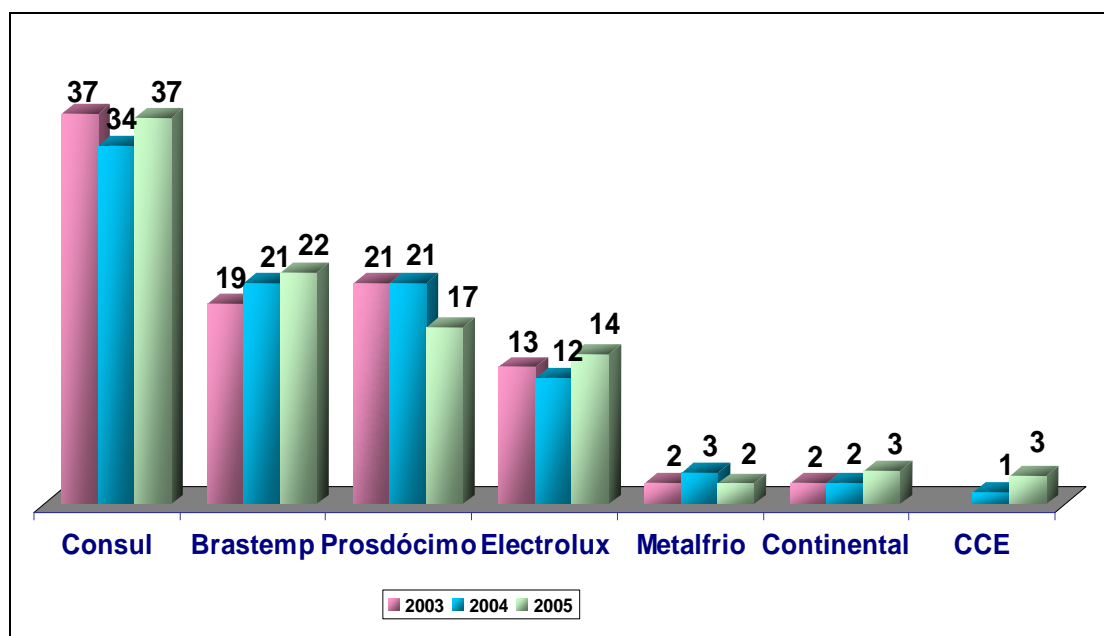
VUOLO, P., *“Fundamentos da teoria dos erros”*, 2º edição, Editora Edigard Blucher LTDA, 1996.

## 12. APÊNDICES



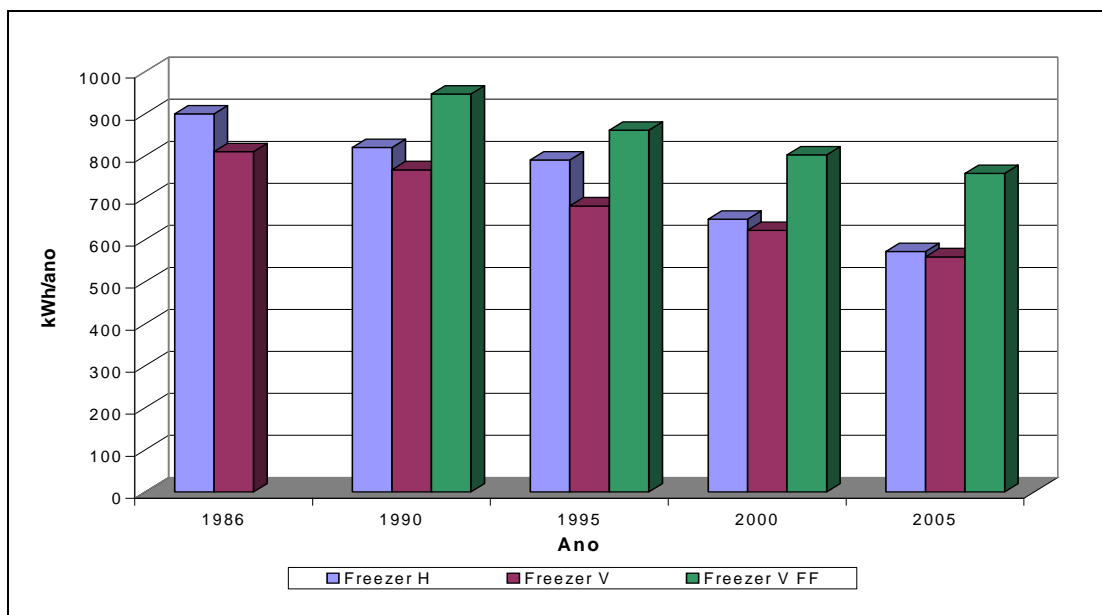
**Figura A.1 - Participação no mercado de Refrigeradores**

Fonte: ACNielsen

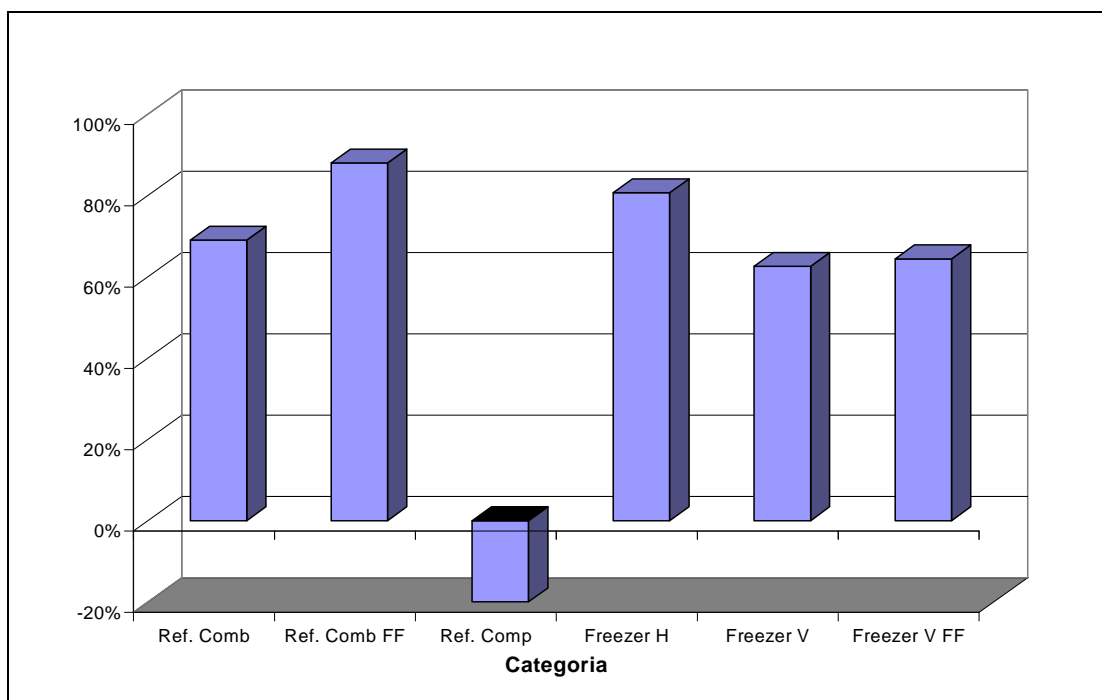


**Figura A.2 - Participação no mercado de Freezers**

Fonte: ACNielsen



**Figura A.3 - Evolução do consumo de freezers novos – SS**



**Figura A.4 - Acréscimo de consumo em relação a refrigeradores de uma porta**

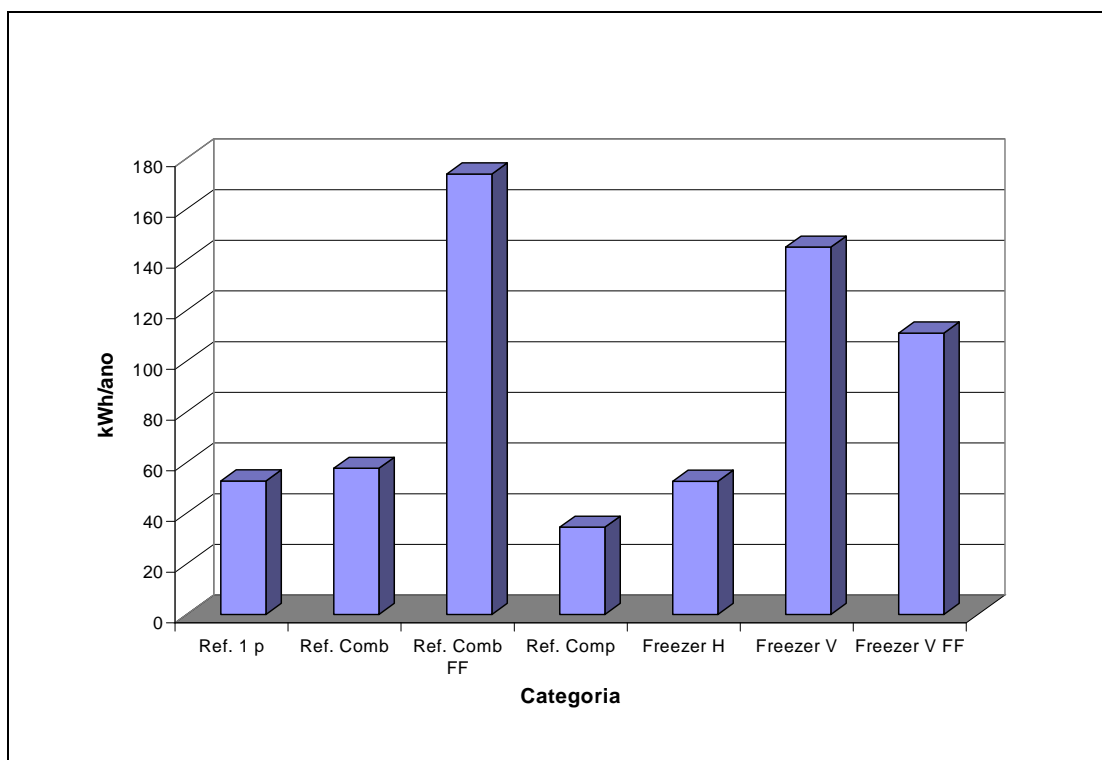


Figura A.5 - Amplitude de consumo médio (SS – CS)

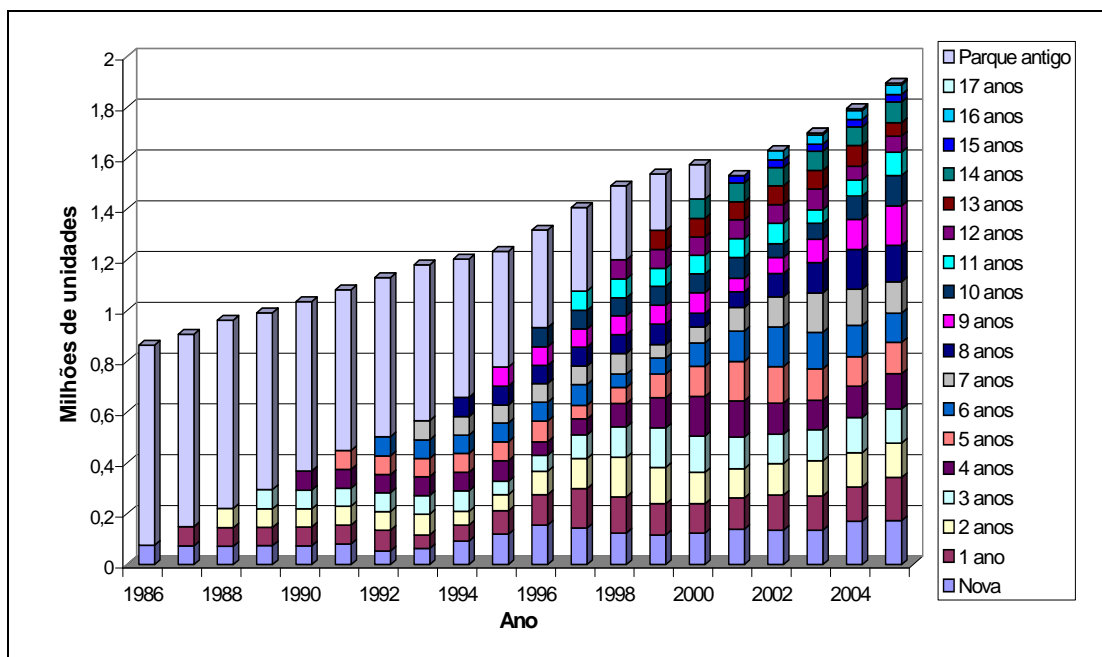
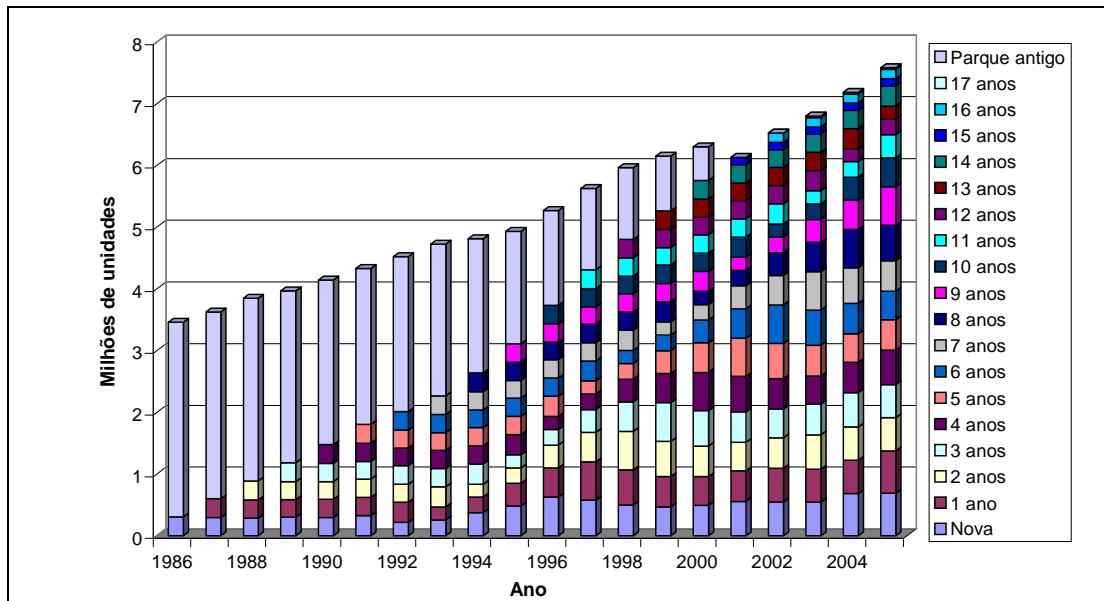
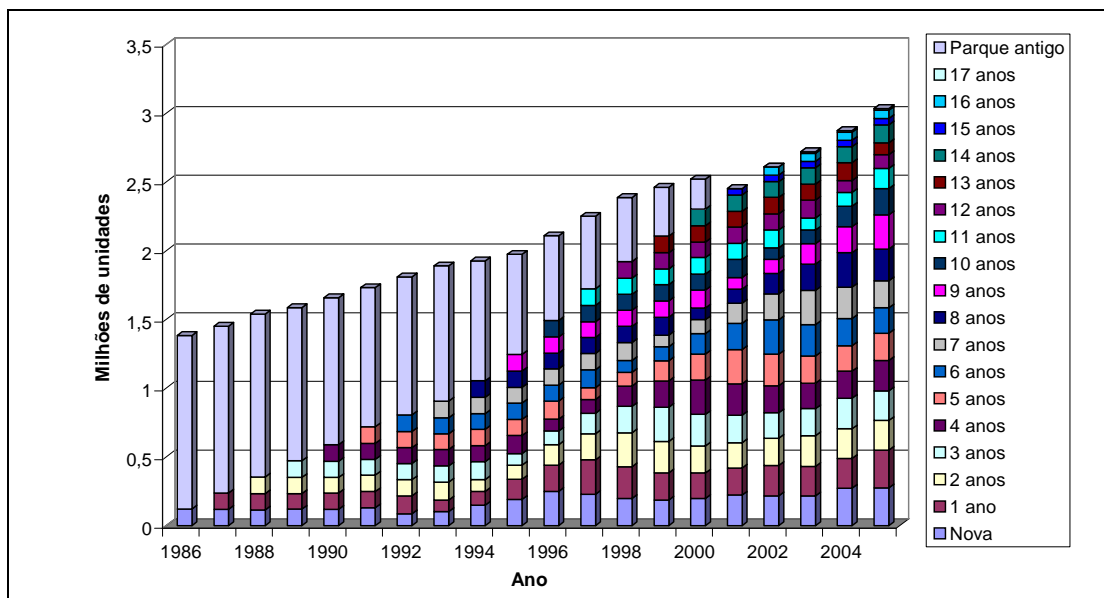


Figura A.6 - Evolução do parque de refrigeradores de uma porta – Norte

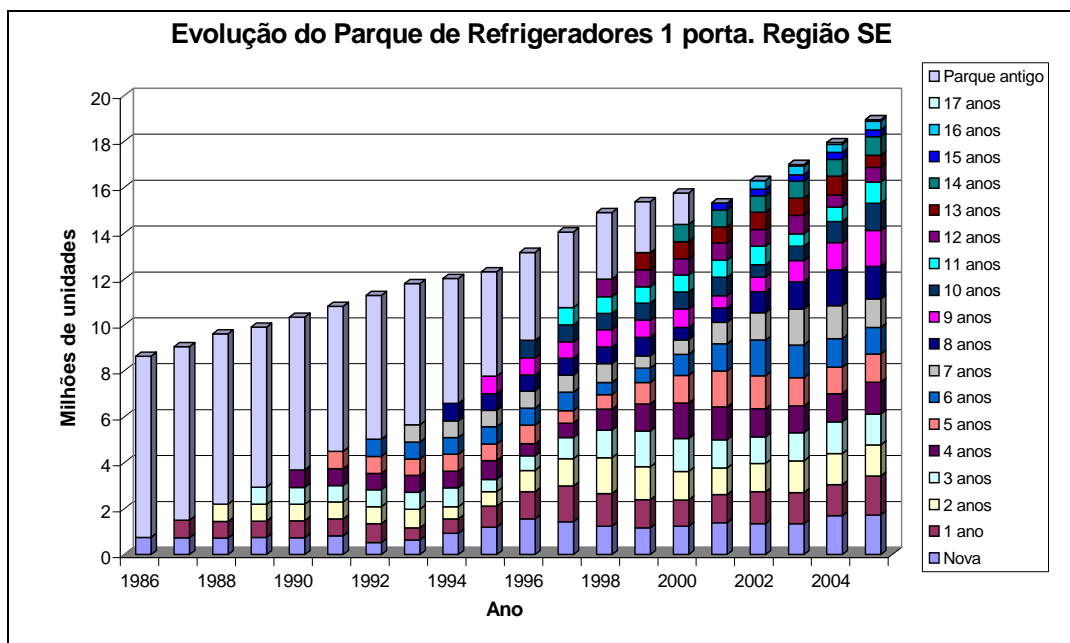


**Figura A.7 - Evolução do parque de refrigeradores de uma porta – NE**

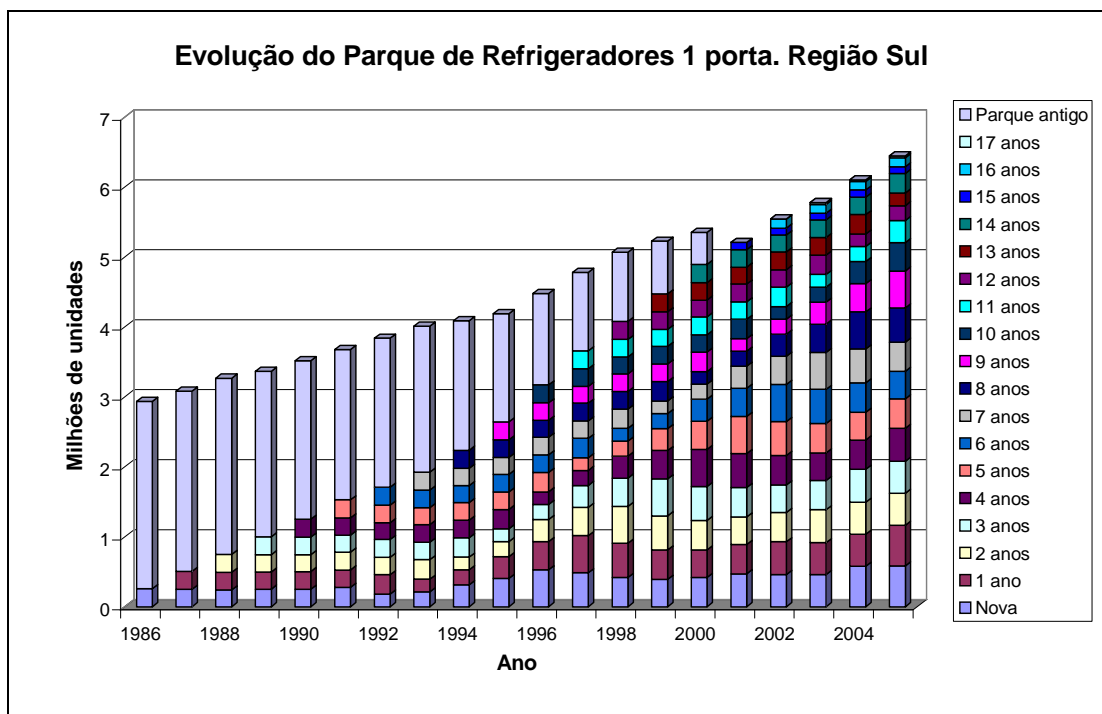


**Figura A.8 - Evolução do parque de refrigeradores de uma porta – CO**





**Figura A.9** - Evolução do parque de refrigeradores de uma porta – SE



**Figura A.10** - Evolução do parque de refrigeradores de uma porta – Sul

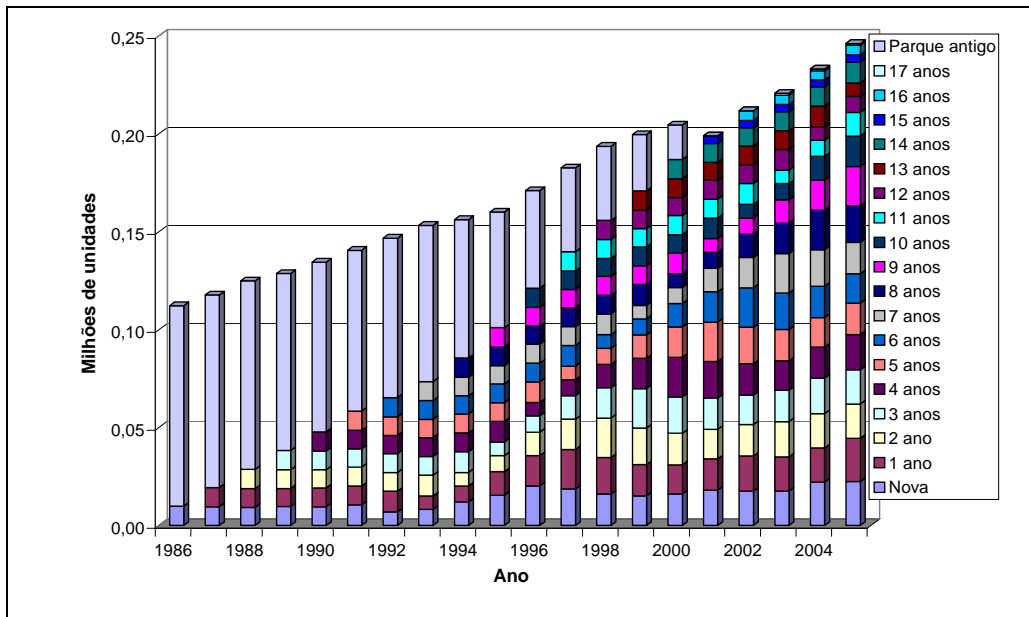


Figura A. 11 - Evolução do parque de refrigeradores combinados – Norte

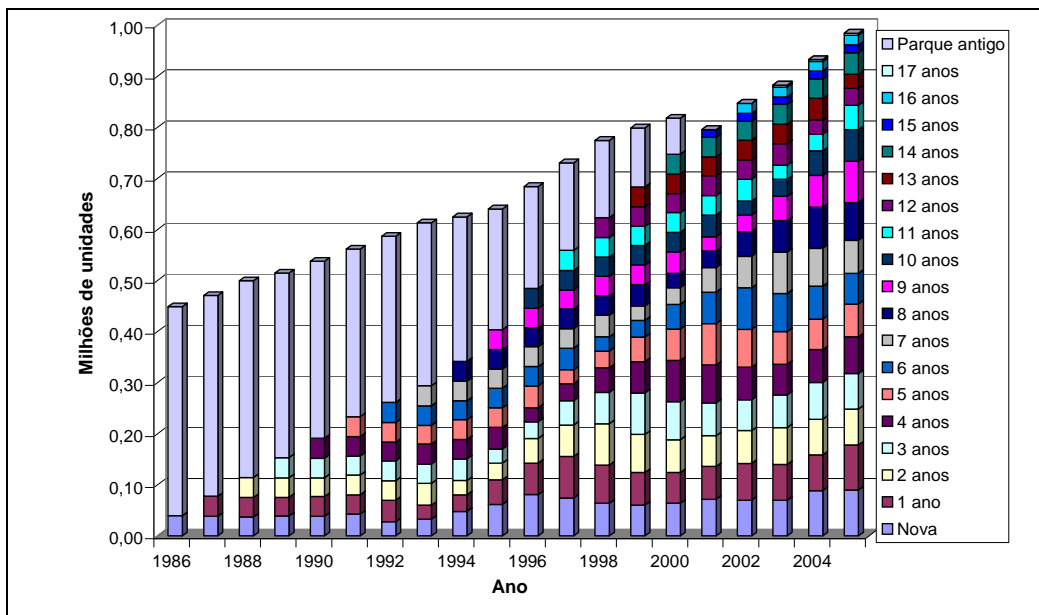
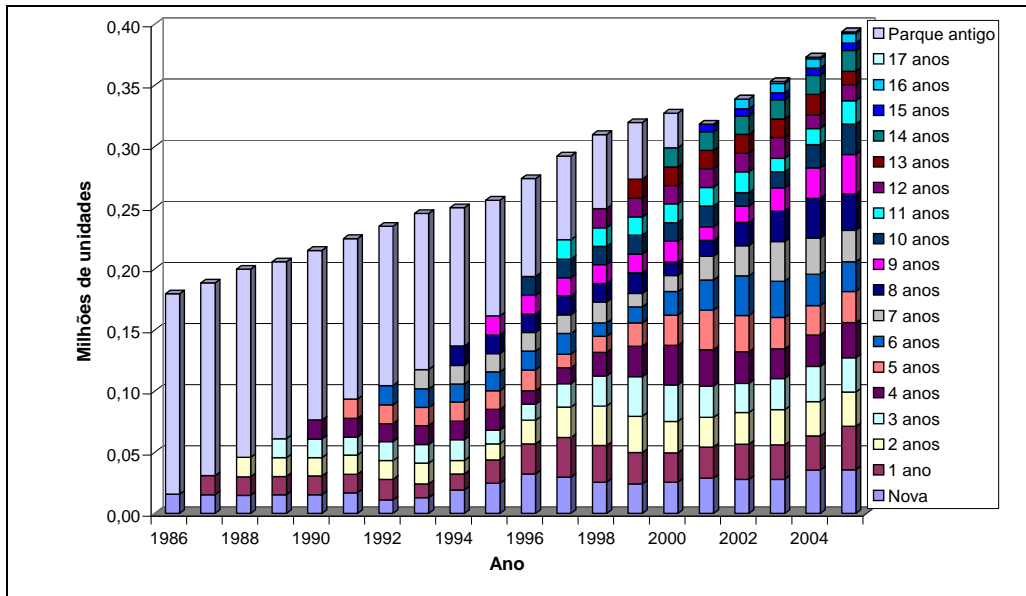
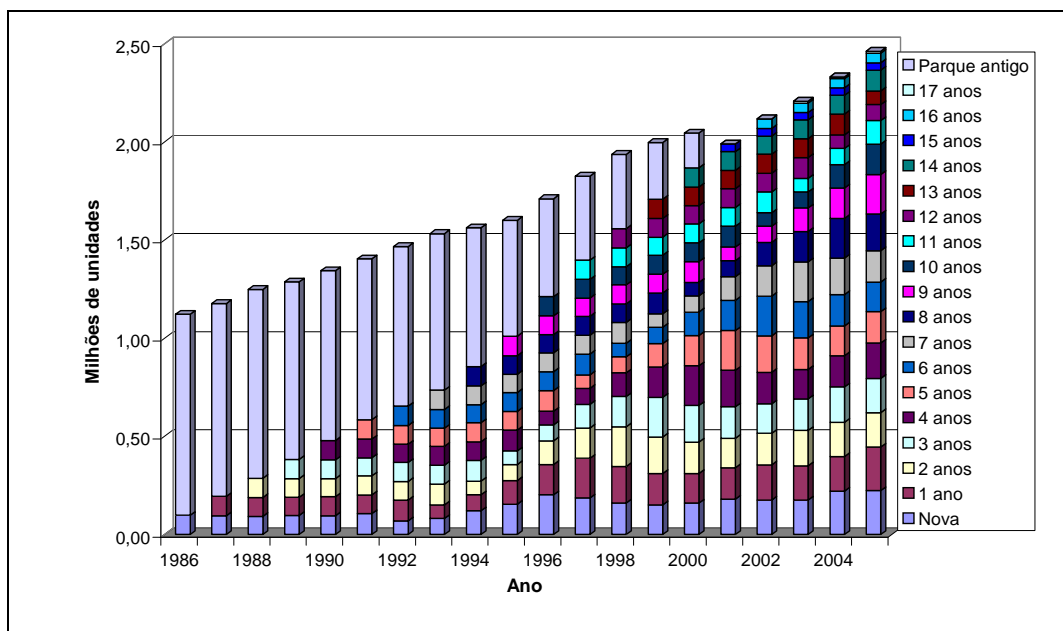


Figura A. 12 - Evolução do parque de refrigeradores combinados – NE



**Figura A. 13 - Evolução do parque de refrigeradores combinados – CO**



**Figura A. 14 - Evolução do parque de refrigeradores combinados – SE**

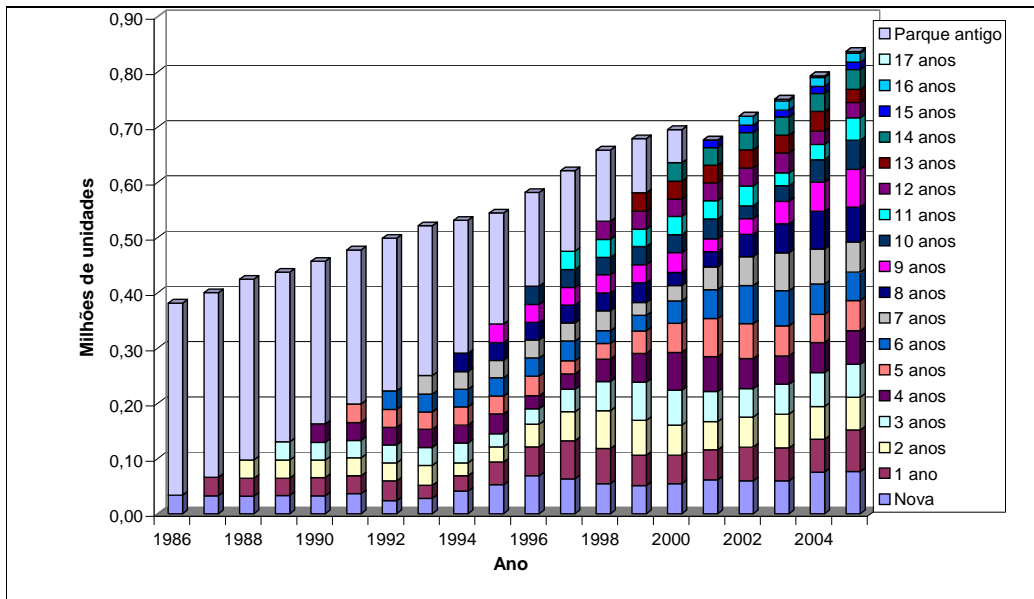


Figura A.15 - Evolução do parque de refrigeradores combinados – Sul

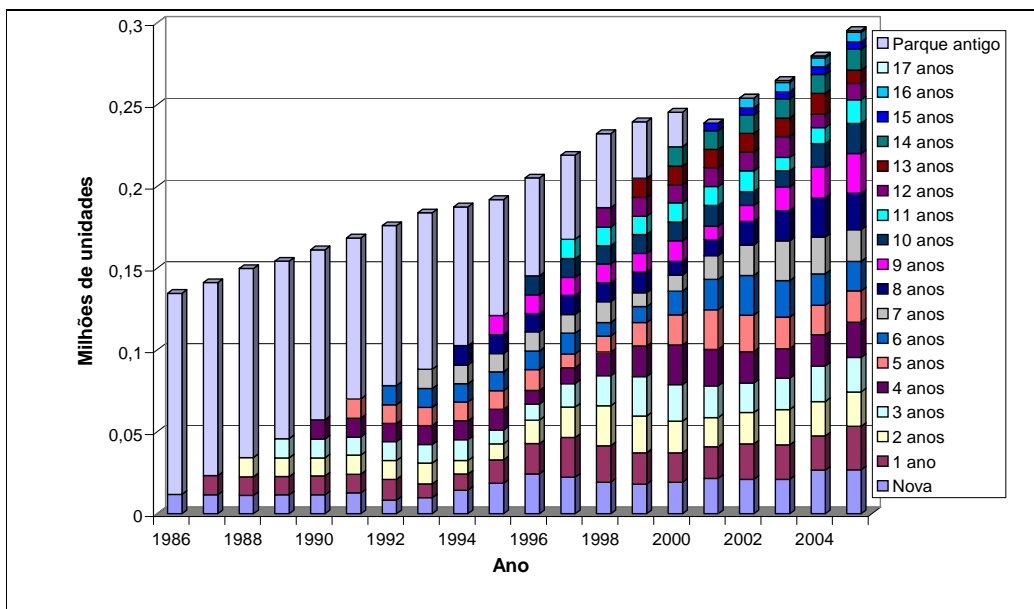
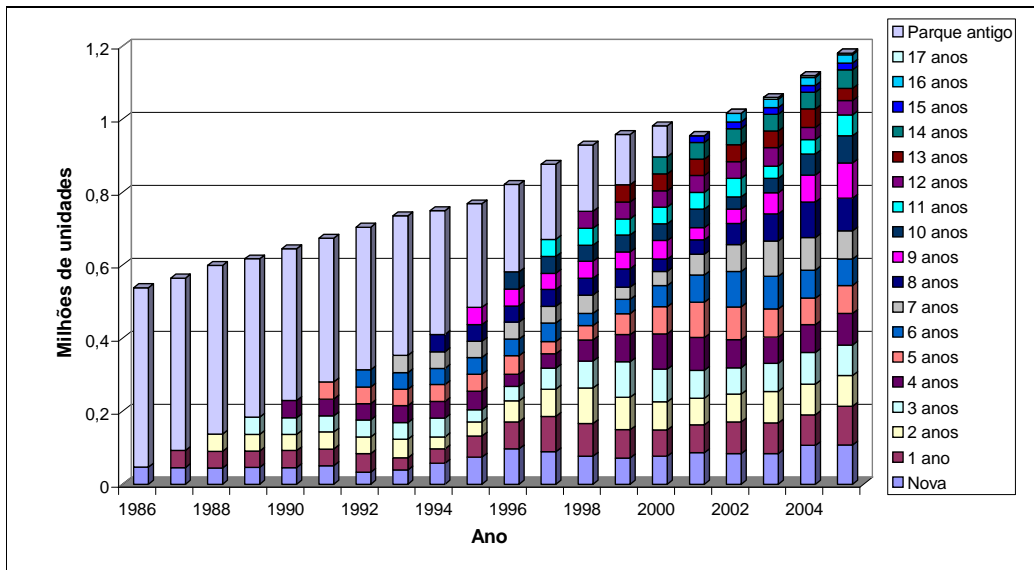
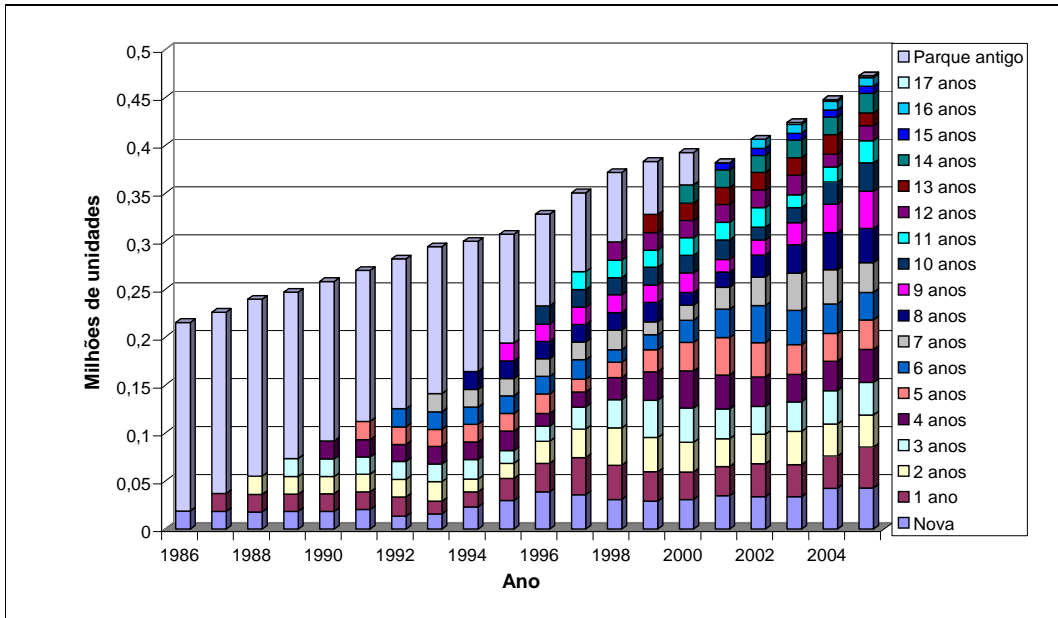


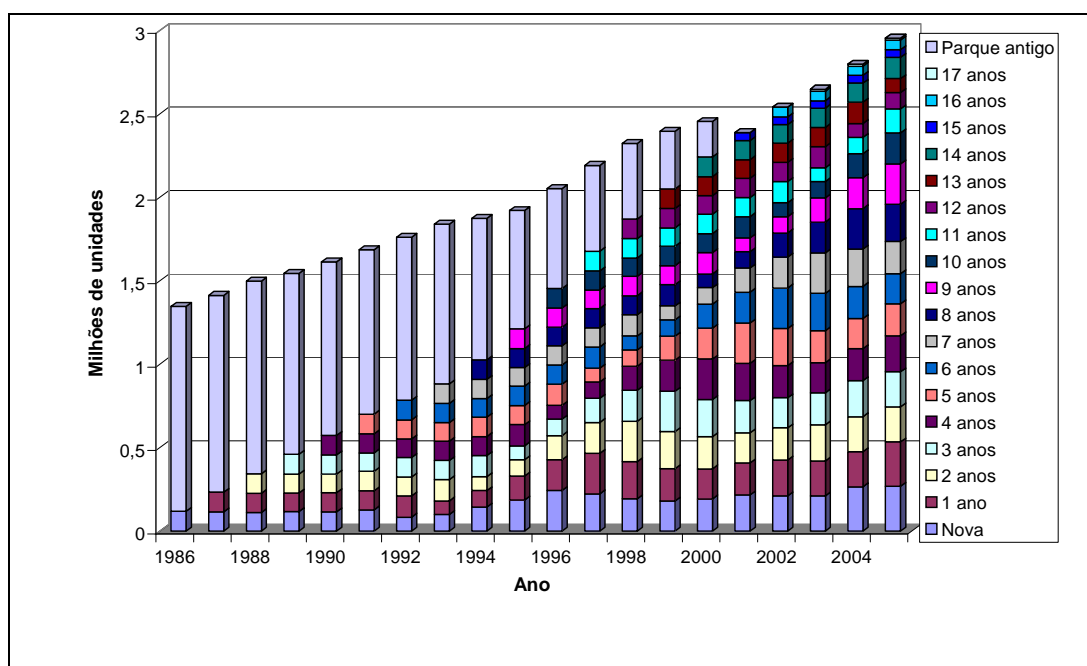
Figura A. 16 - Evolução do parque de refrigeradores combinados FF – Norte



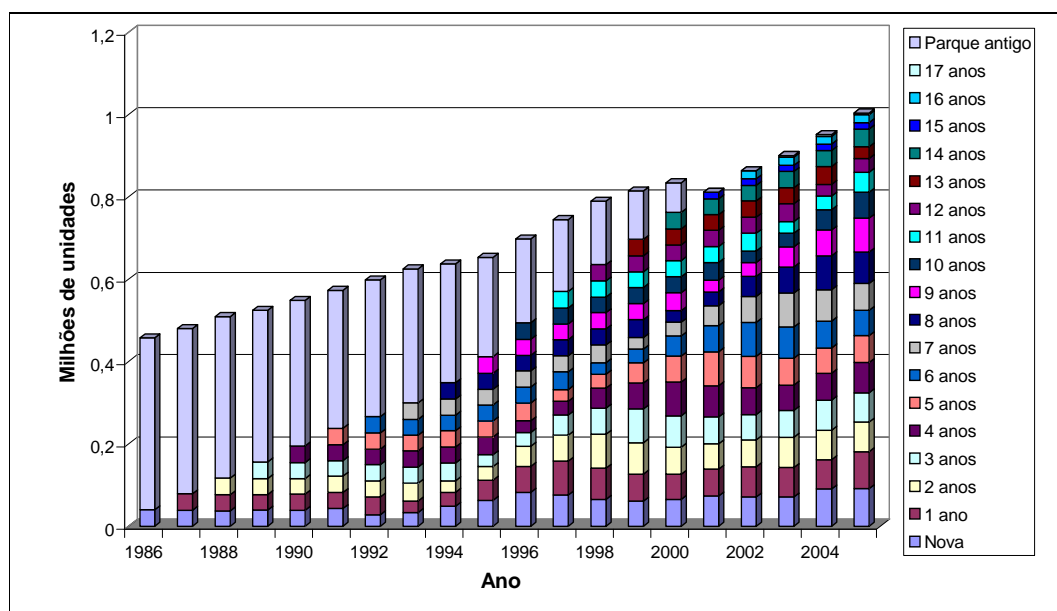
**Figura A.17 - Evolução do parque de refrigeradores combinados FF – NE**



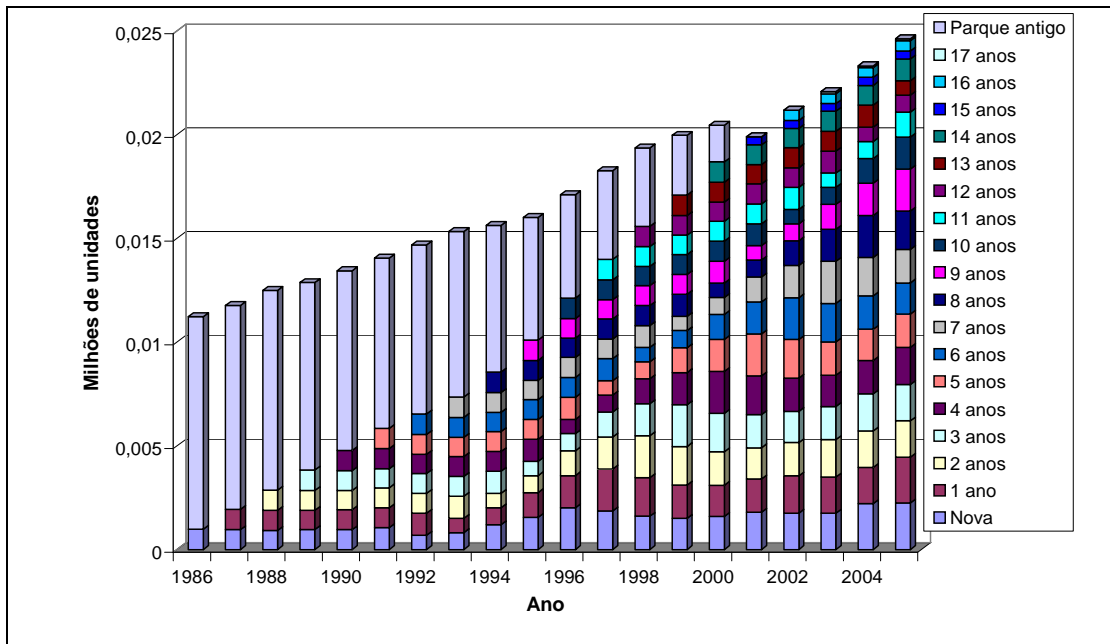
**Figura A.18 - Evolução do parque de refrigeradores combinados FF – CO**



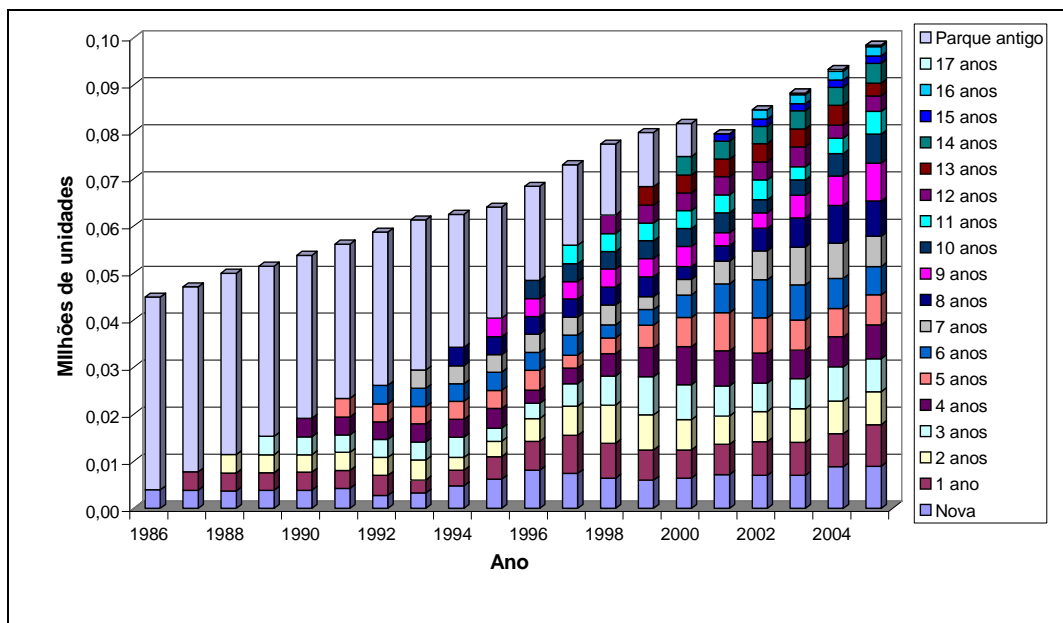
**Figura A.19 - Evolução do parque de refrigeradores combinados FF – SE**



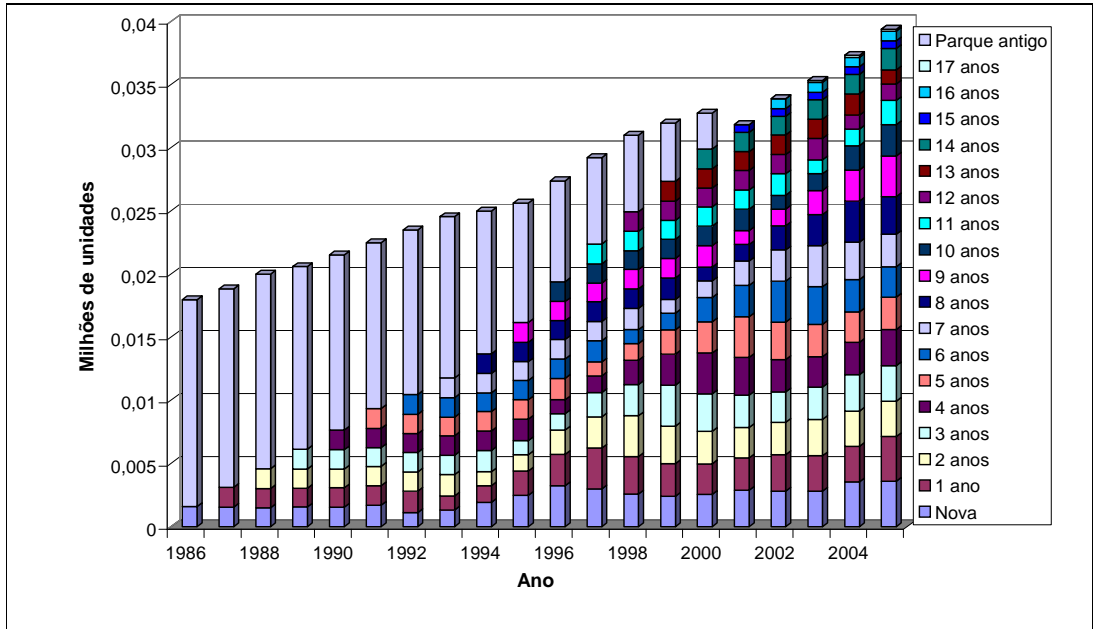
**Figura A.20 - Evolução do parque de refrigeradores combinados FF – Sul**



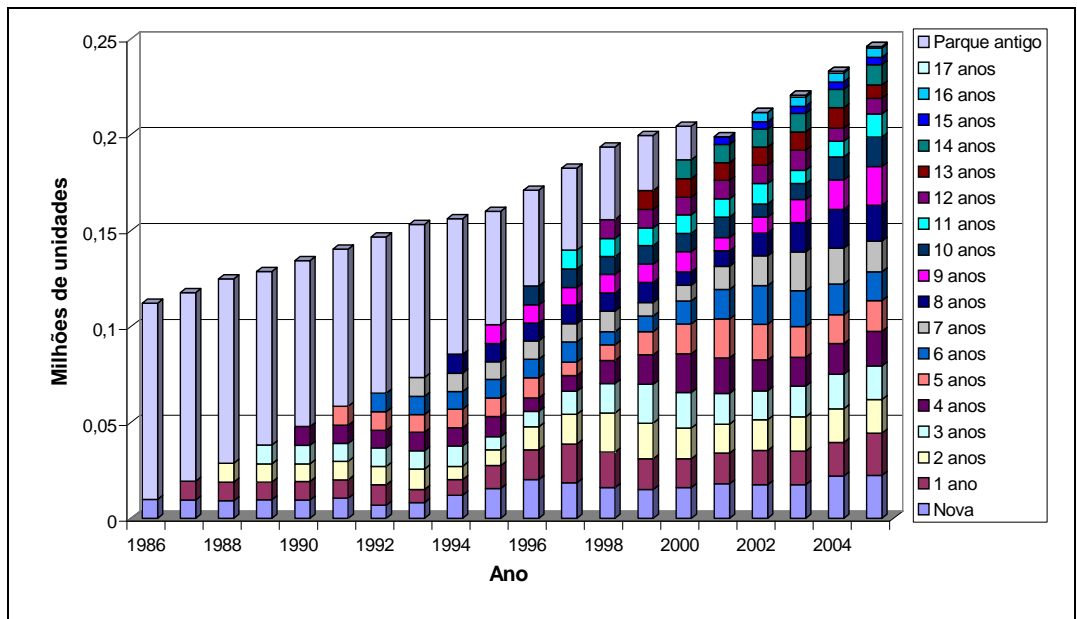
**Figura A.21 - Evolução do parque de refrigeradores compactos – Norte**



**Figura A.22 - Evolução do parque de refrigeradores compactos – NE**

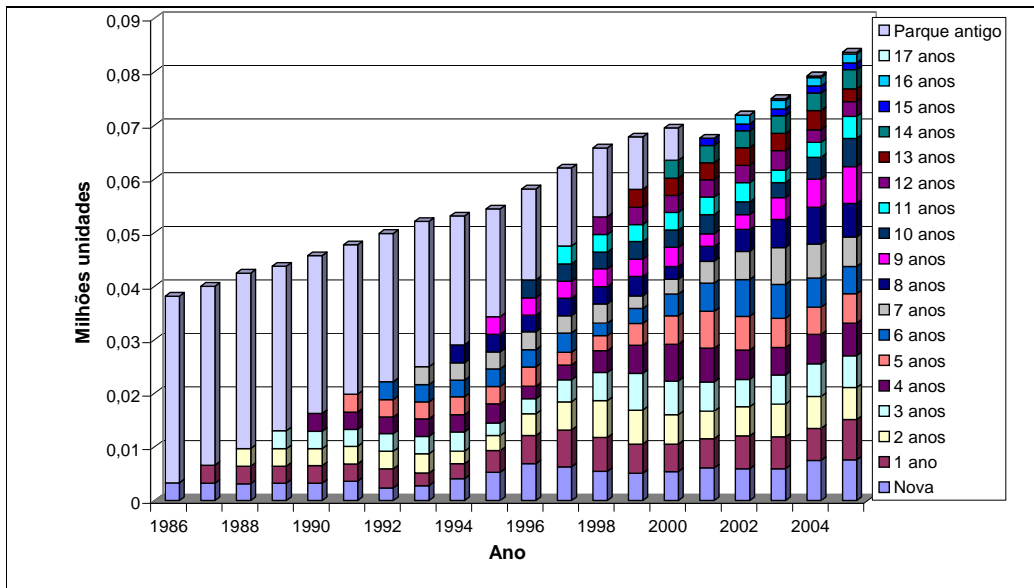


**Figura A.23 - Evolução do parque de refrigeradores compactos – CO**

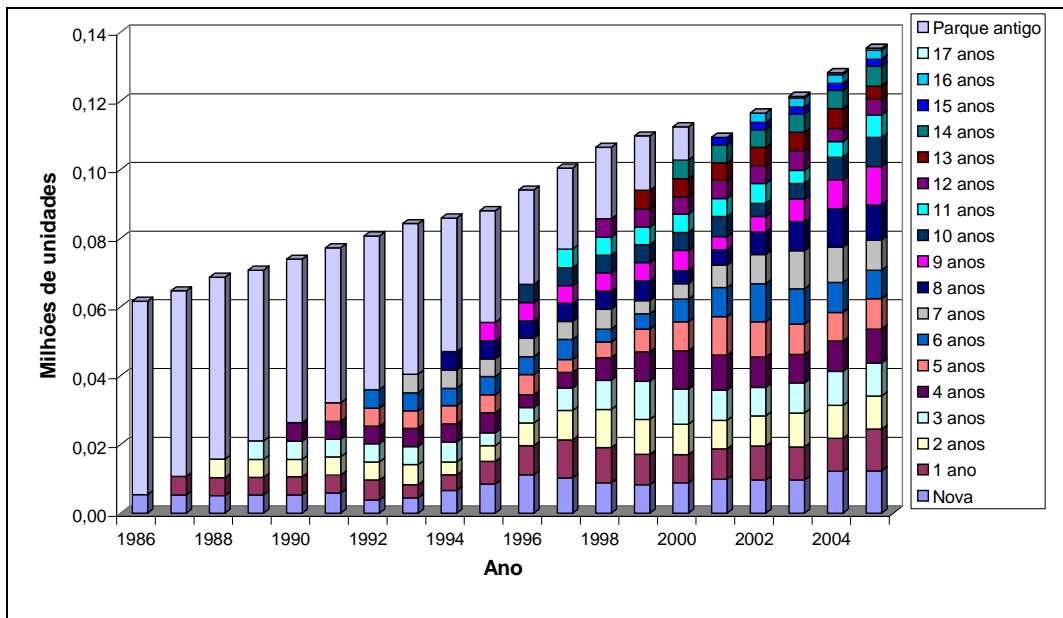


**Figura A.24 - Evolução do parque de refrigeradores compactos – SE**





**Figura A.25 - Evolução do parque de refrigeradores compactos – Sul**



**Figura A.26 - Evolução do parque de freezers Horizontais – Norte**

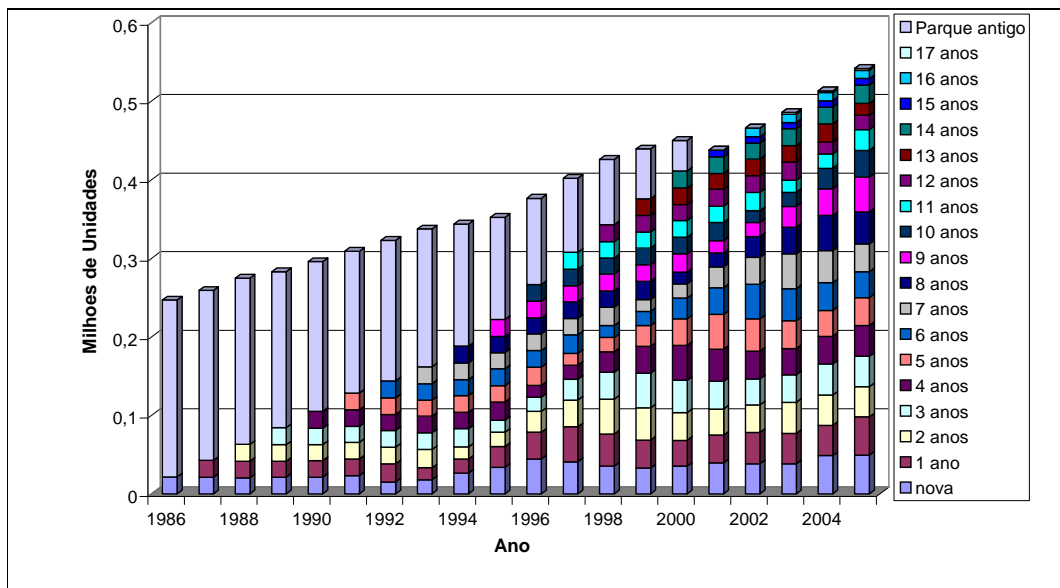


Figura A.27 - Evolução do parque de freezers Horizontais – NE

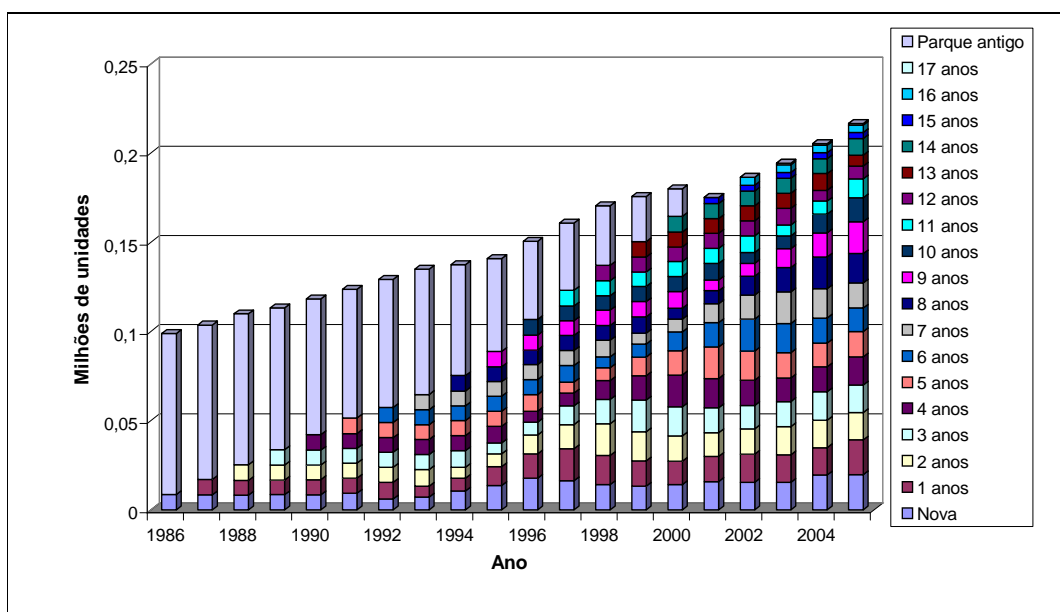
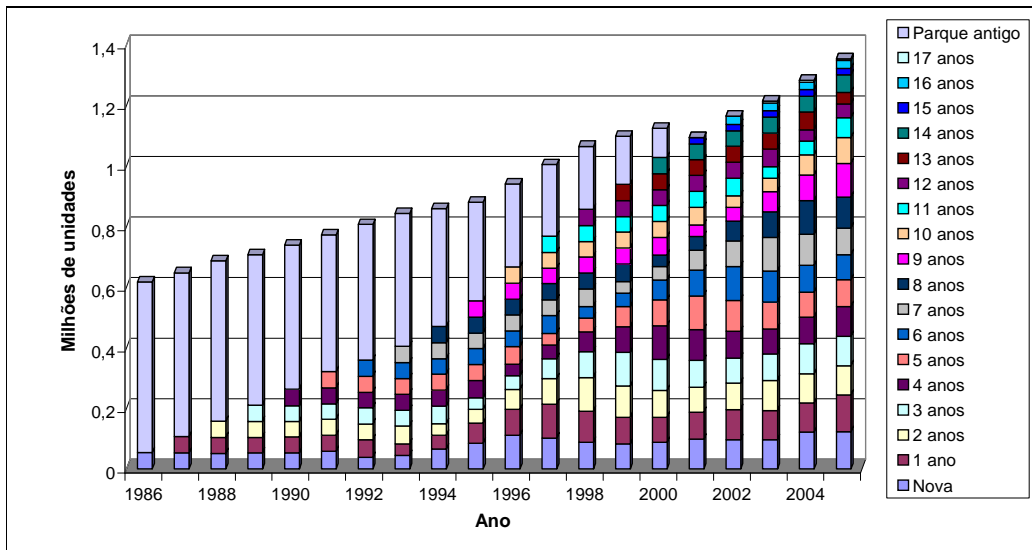
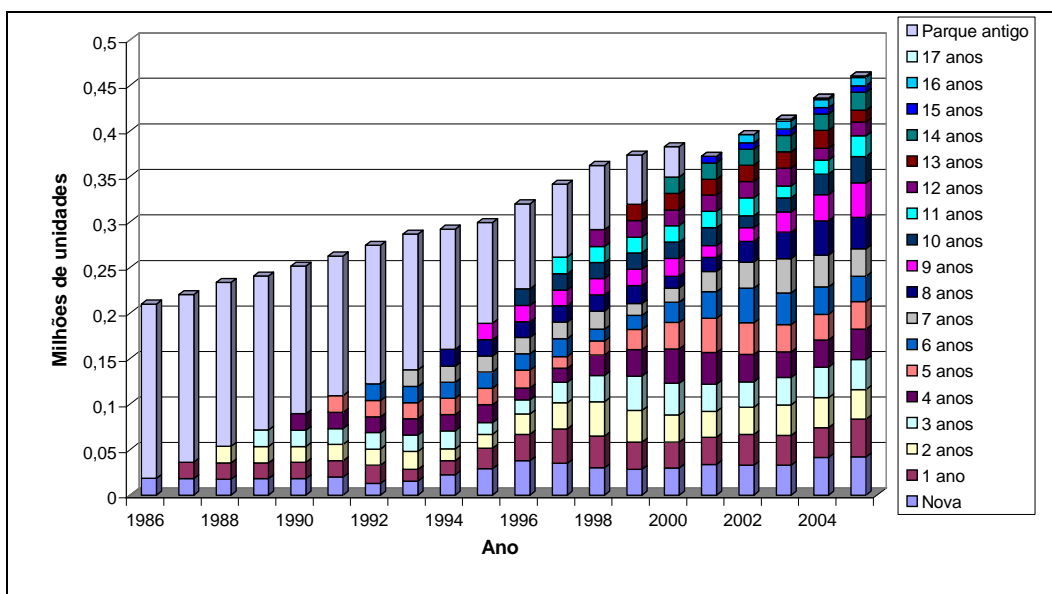


Figura A.28 - Evolução do parque de freezers Horizontais – CO



**Figura A.29 - Evolução do parque de freezers Horizontais – SE**



**Figura A.30 - Evolução do parque de freezers Horizontais – Sul**

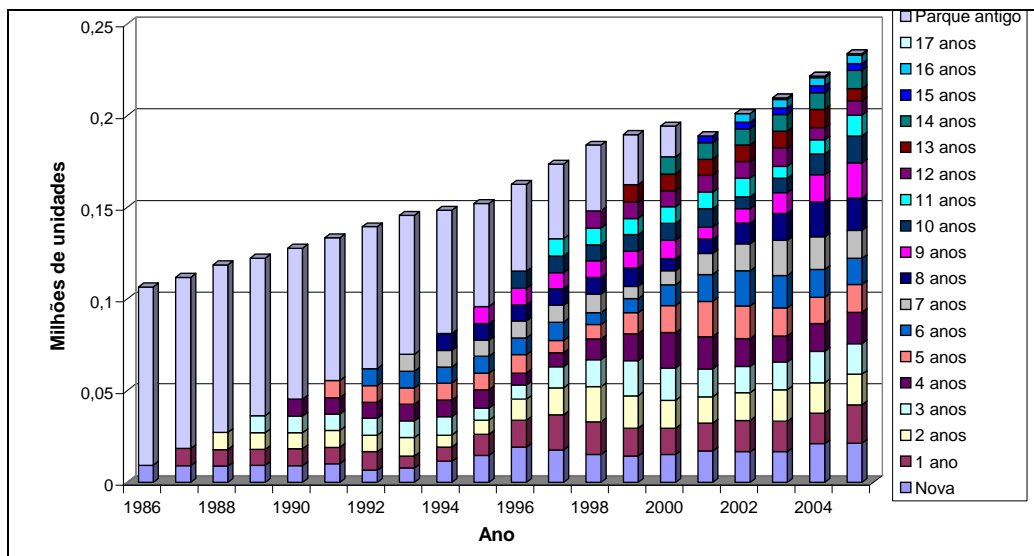


Figura A. 31 - Evolução do parque de freezers Verticais – Norte

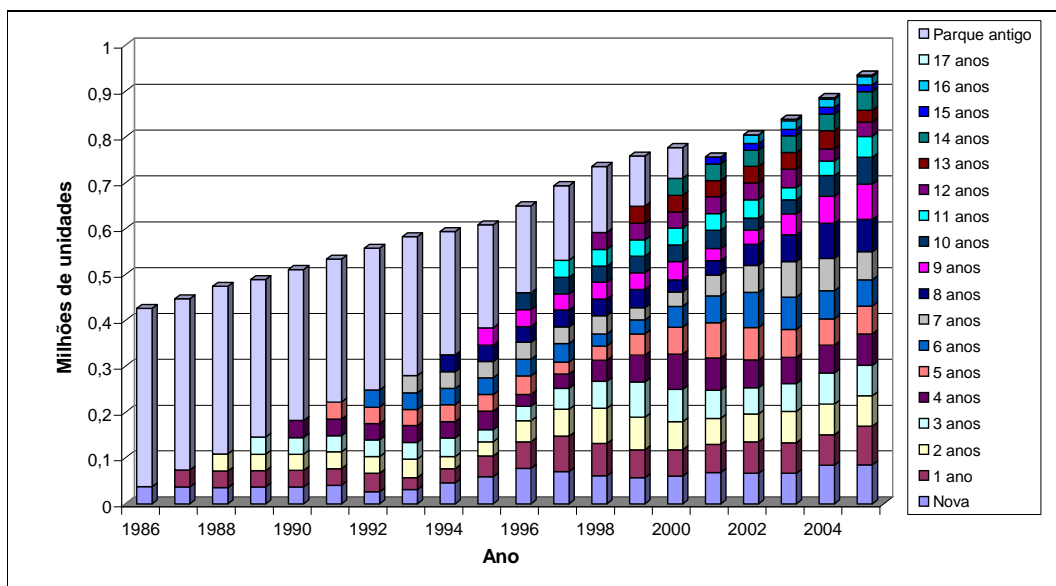


Figura A. 32 - Evolução do parque de freezers Verticais – NE

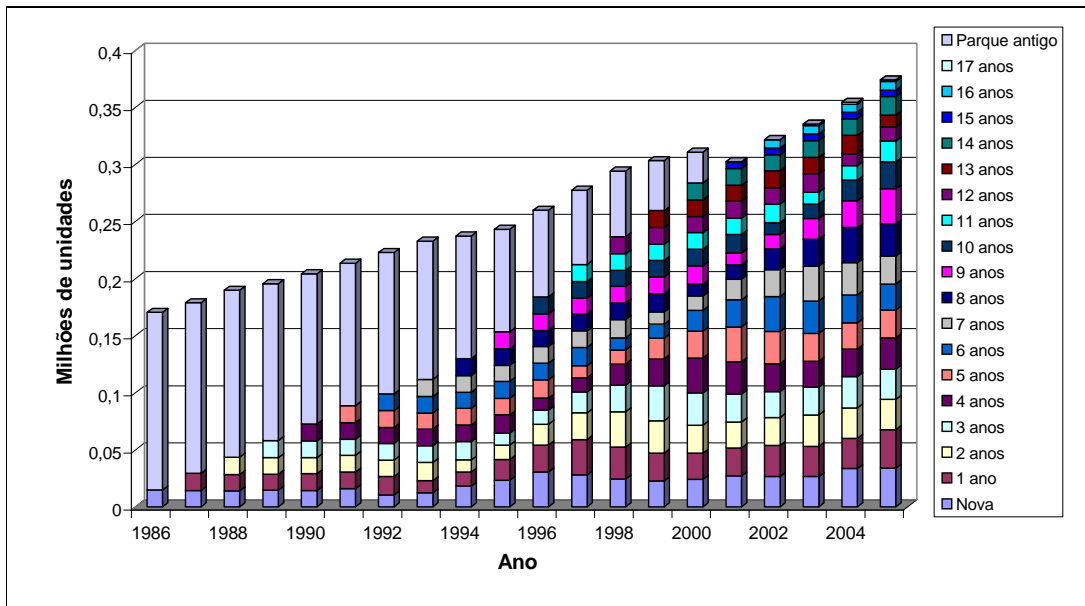


Figura A. 33 - Evolução do parque de freezers Verticais – CO

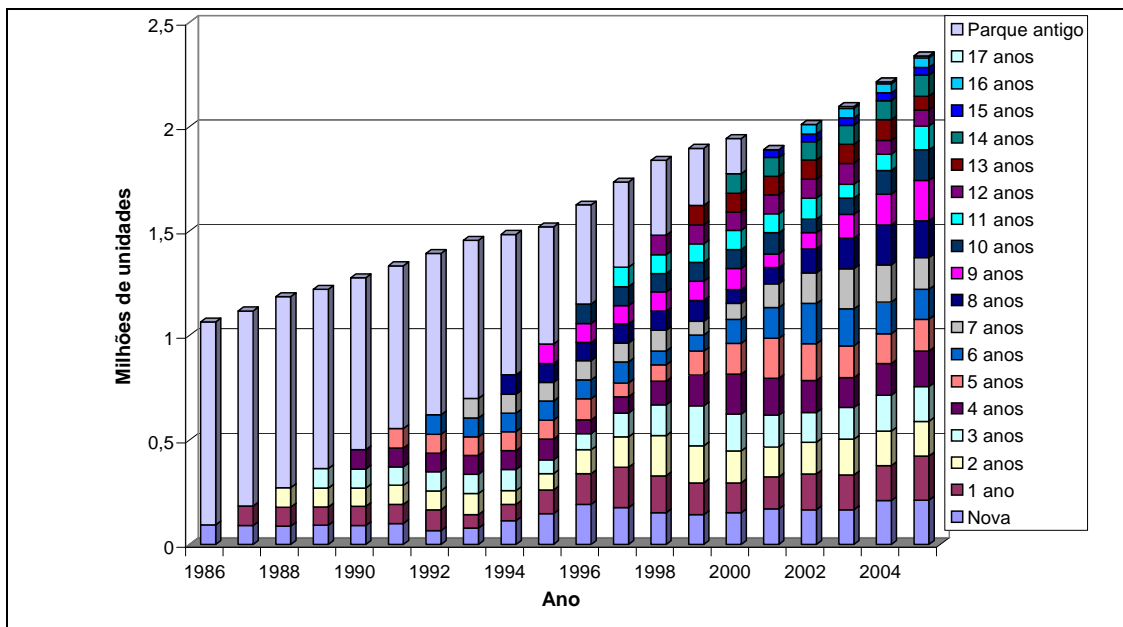
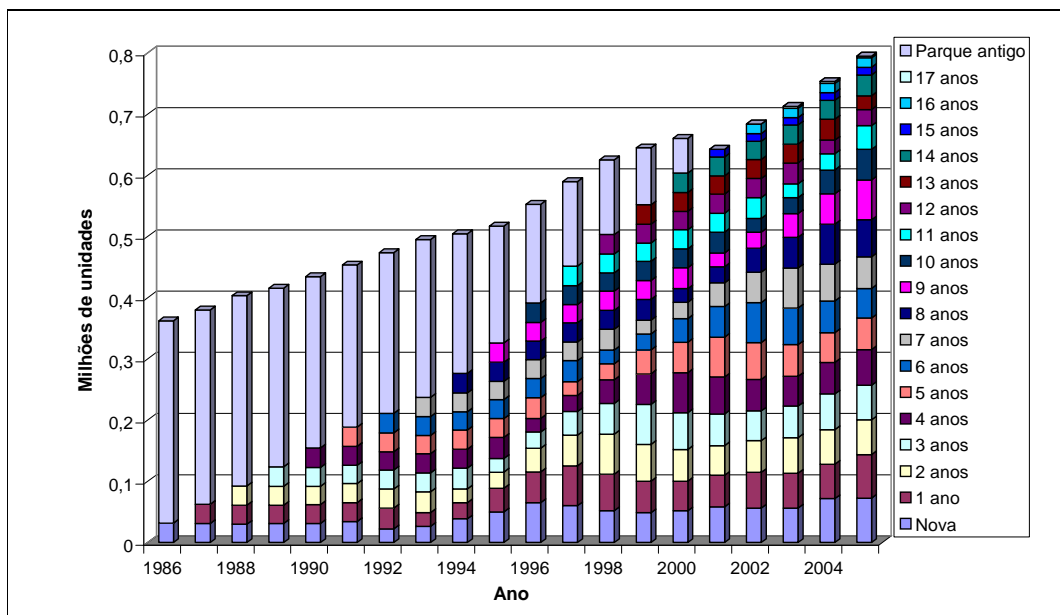
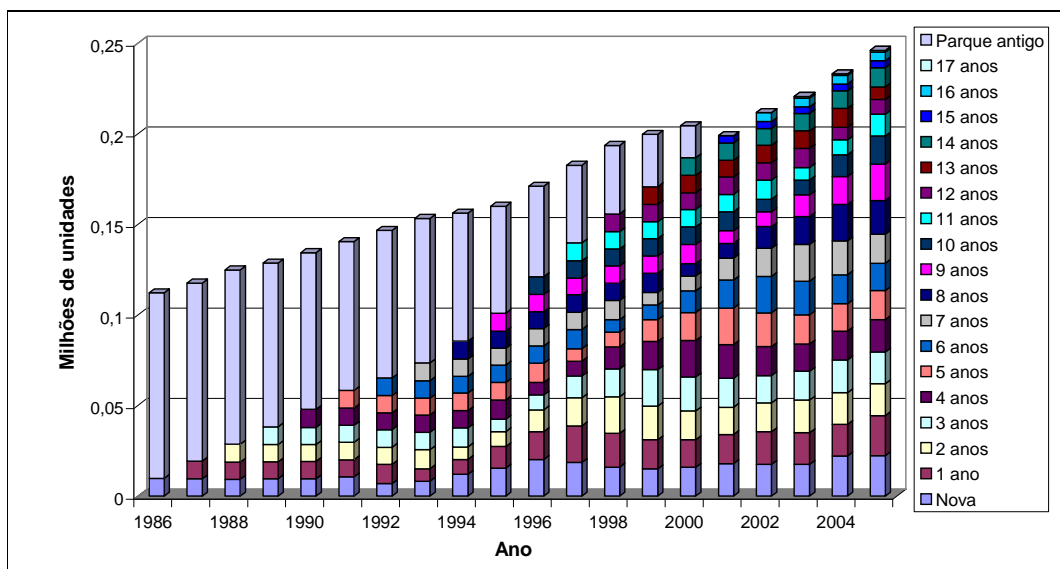


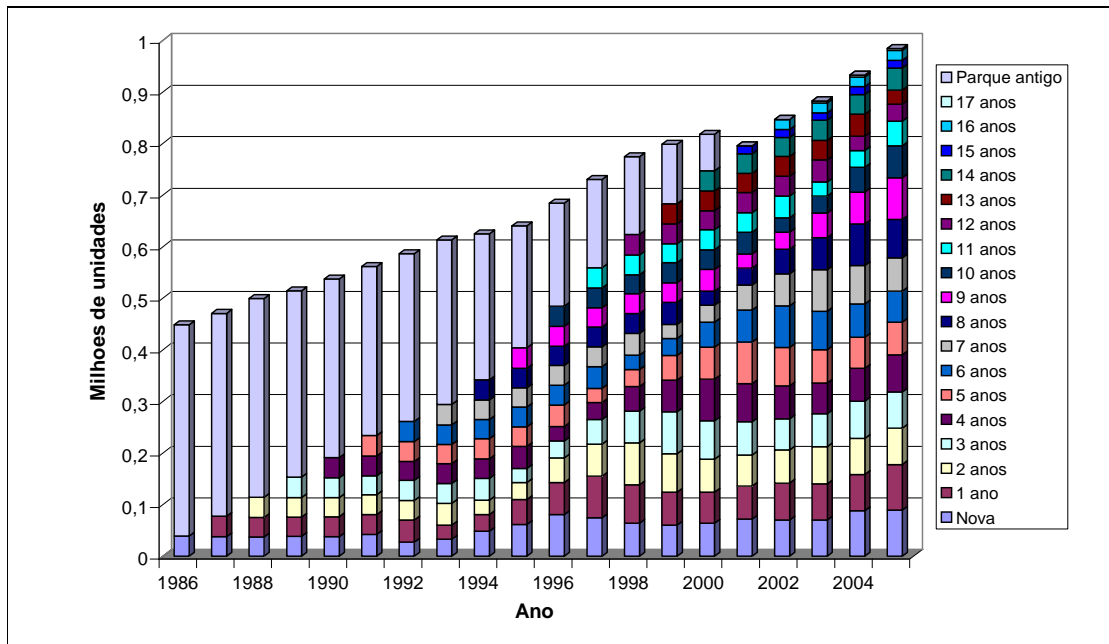
Figura A. 34 - Evolução do parque de freezers Verticais – SE



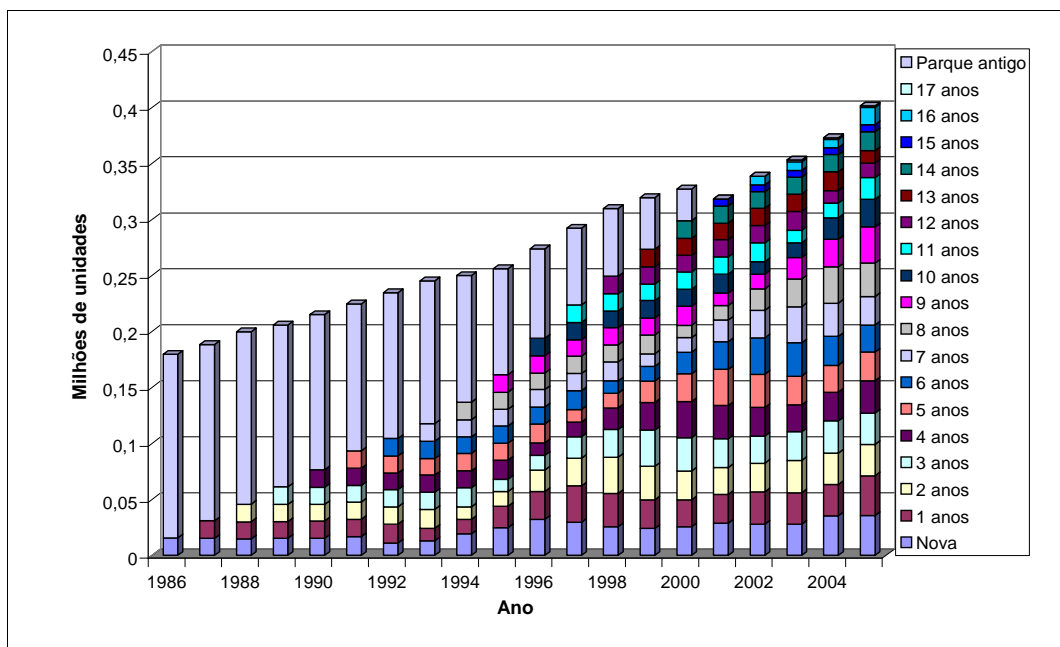
**Figura A. 35 - Evolução do parque de freezers Verticais – Sul**



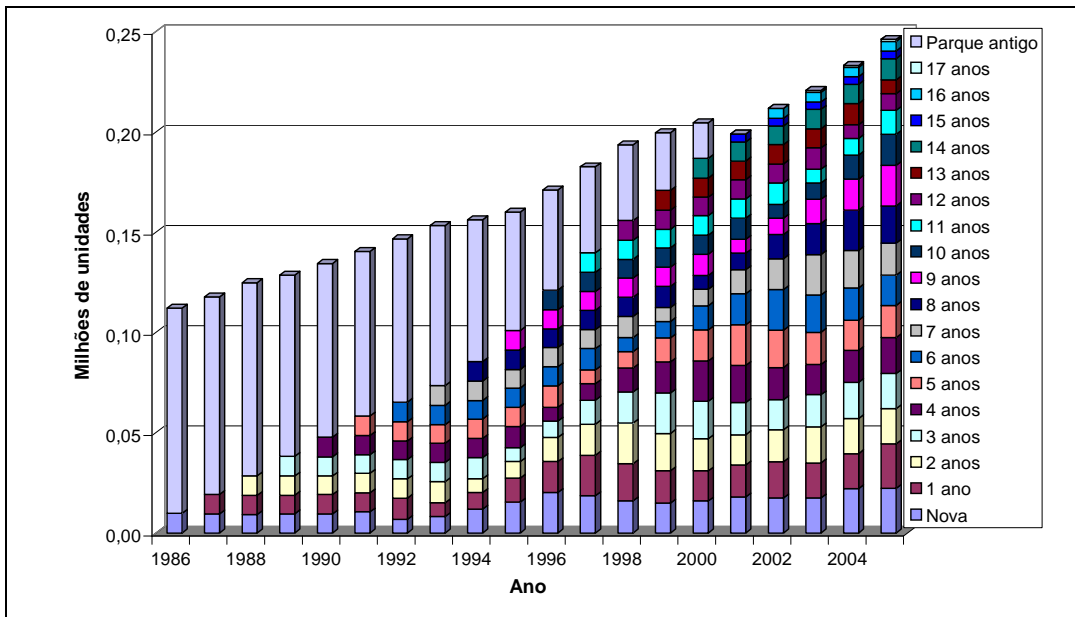
**Figura A. 36 - Evolução do parque de freezers Verticais FF – Norte**



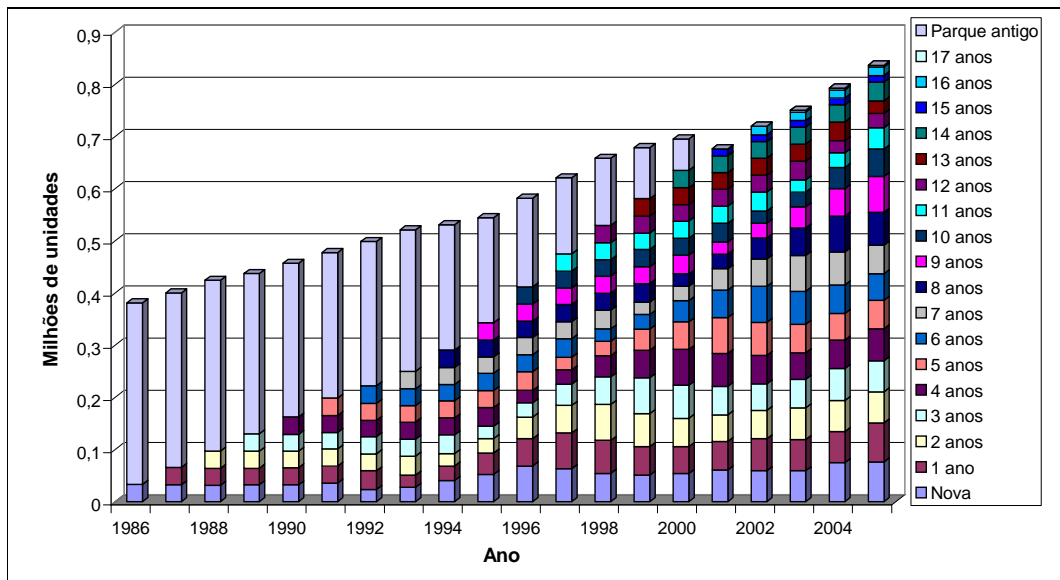
**Figura A. 37 - Evolução do parque de freezers Verticais FF – NE**



**Figura A. 38 - Evolução do parque de freezers Verticais FF – CO**

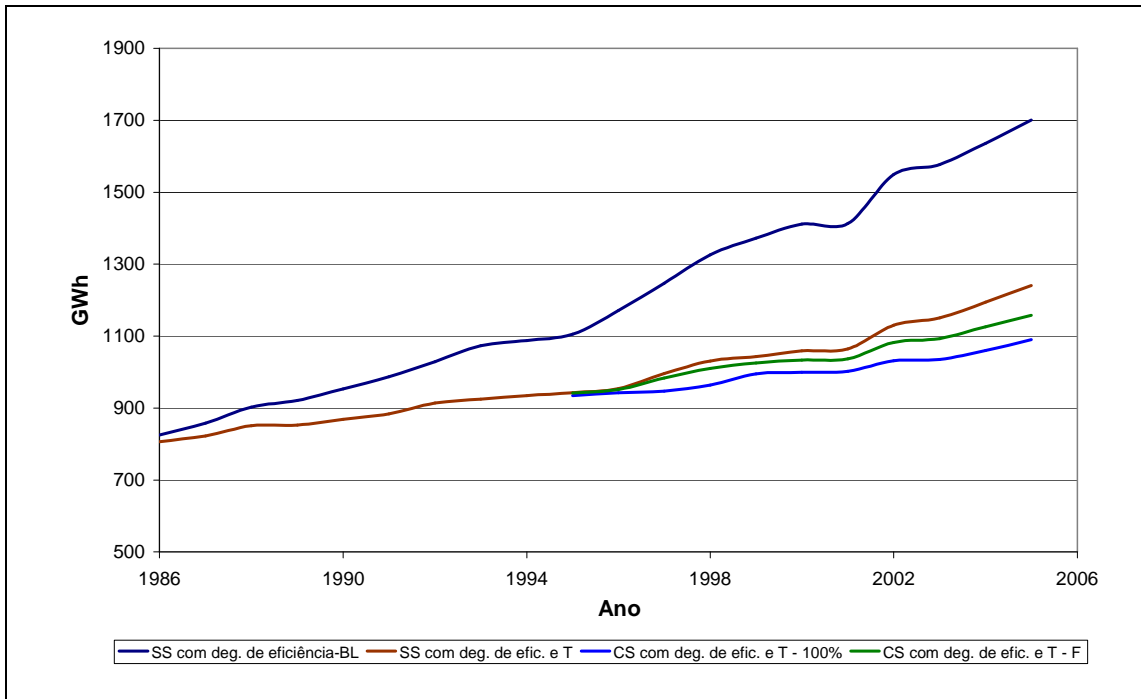


**Figura A. 39 - Evolução do parque de freezers Verticais FF – SE**

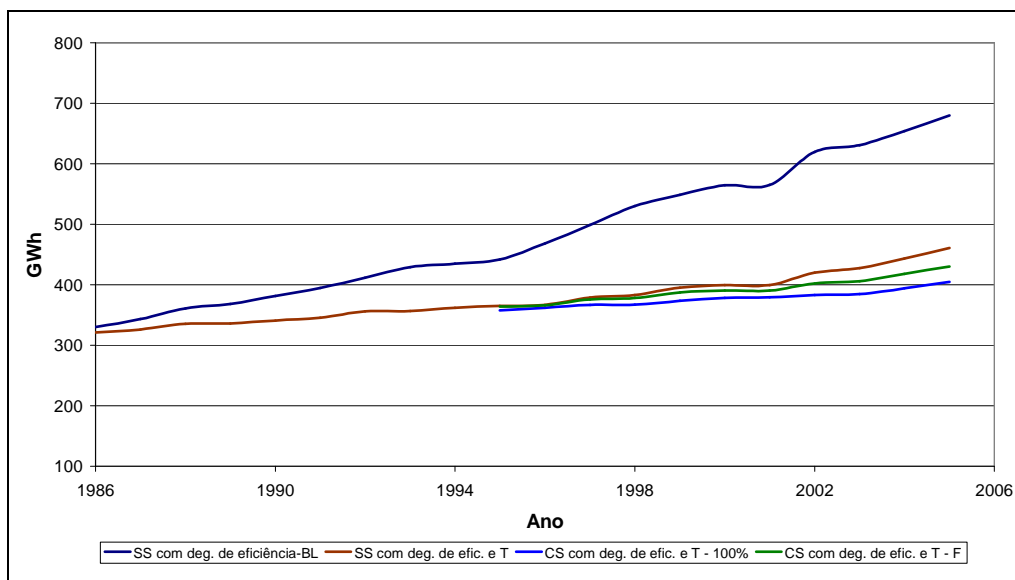


**Figura A. 40 - Evolução do parque de freezers Verticais FF – Sul**

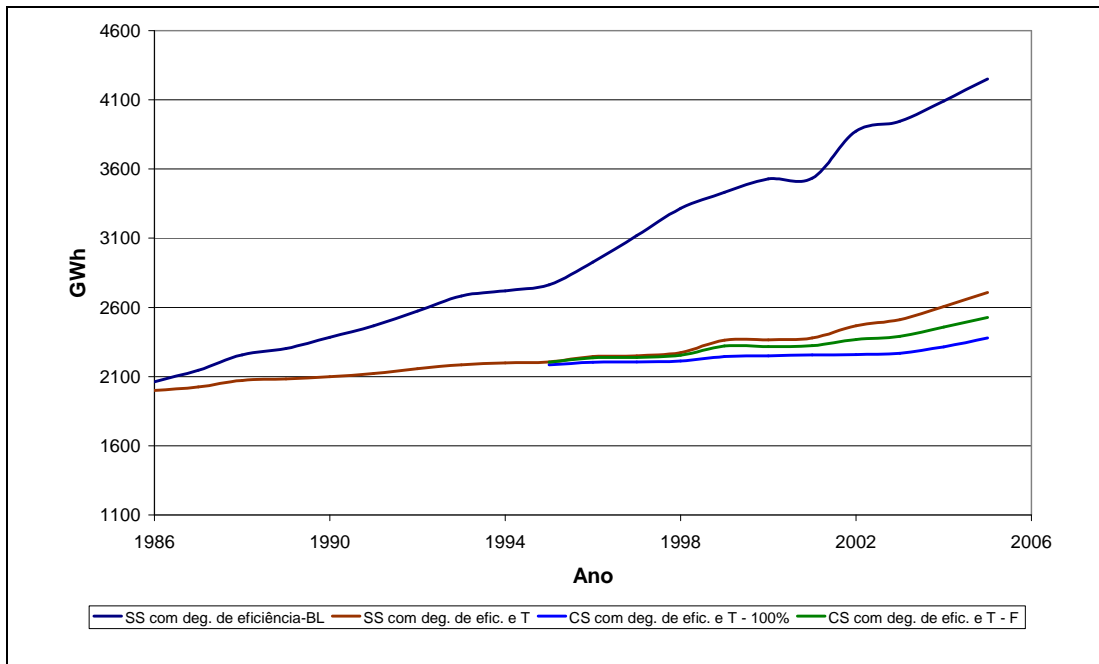




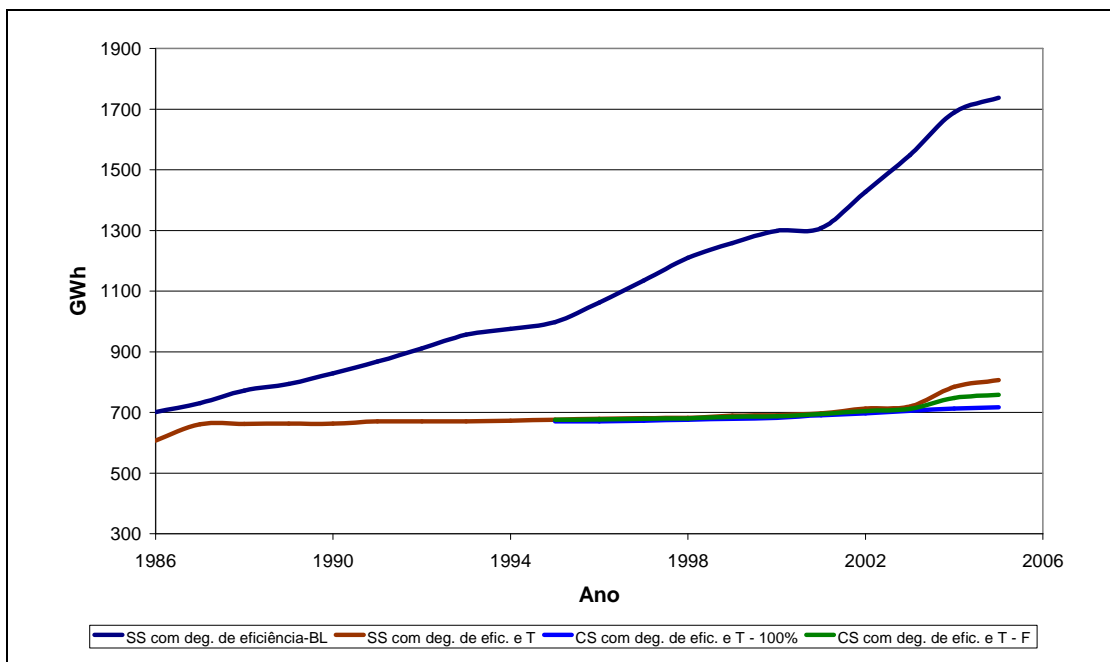
**Figura A. 41 - Consumo de refrigeradores de uma porta – NE (200-299 I)**



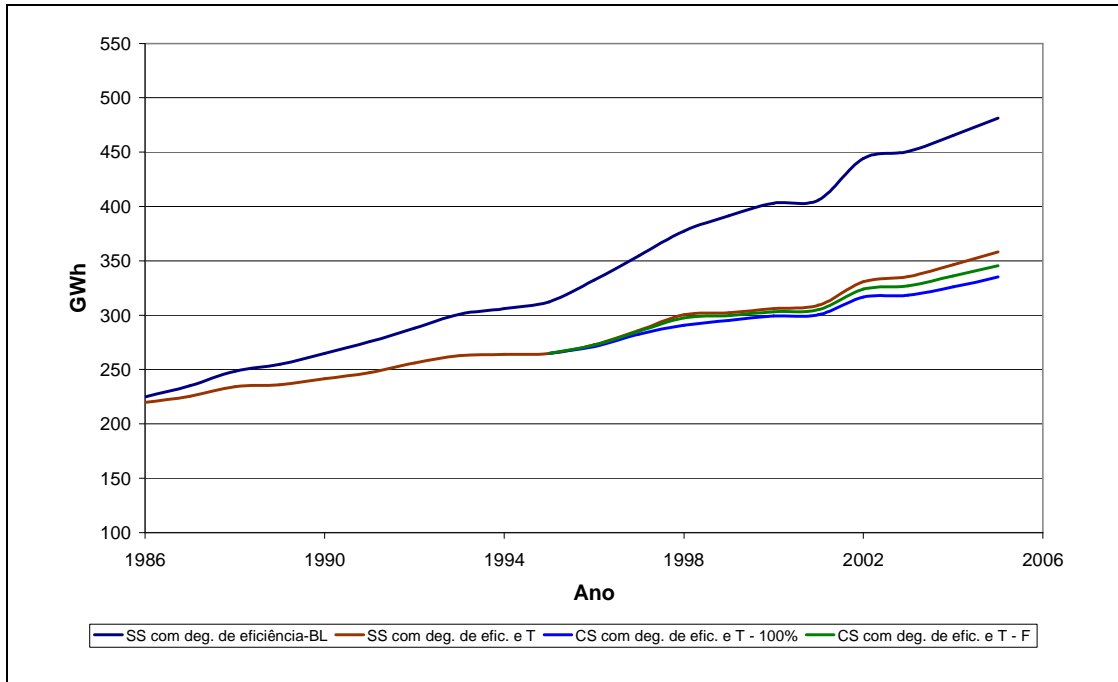
**Figura A. 42 - Consumo de refrigeradores de uma porta – CO (200-299 I)**



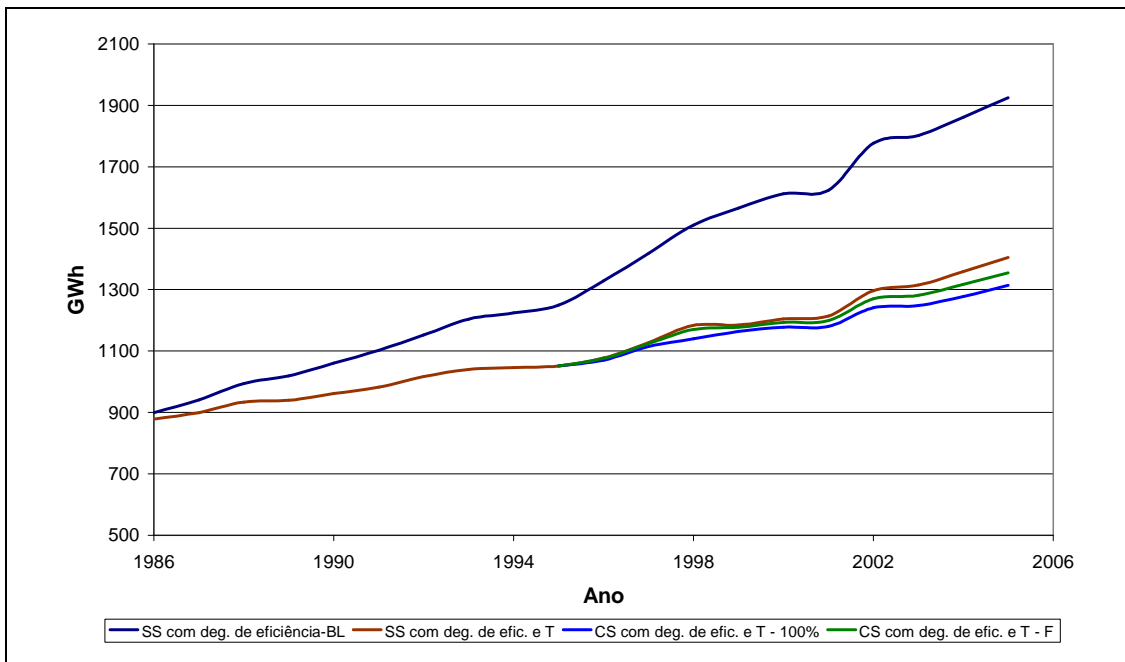
**Figura A. 43 - Consumo de refrigeradores de uma porta – SE (200-299 I)**



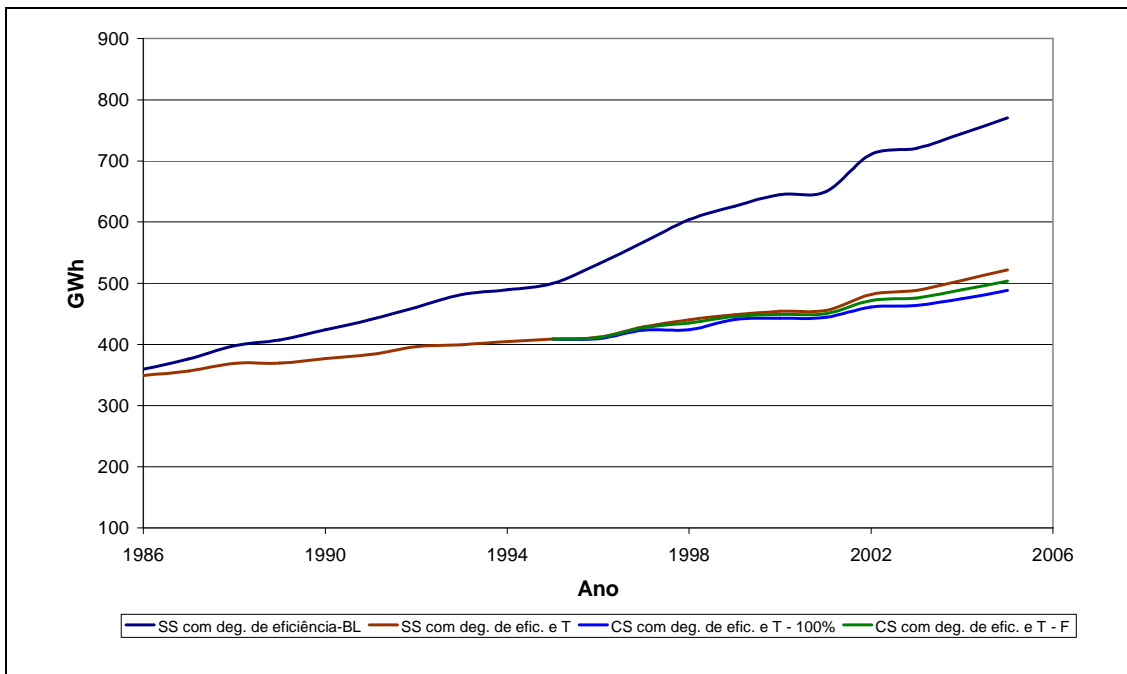
**Figura A. 44 - Consumo de refrigeradores de uma porta – Sul (200-299 I)**



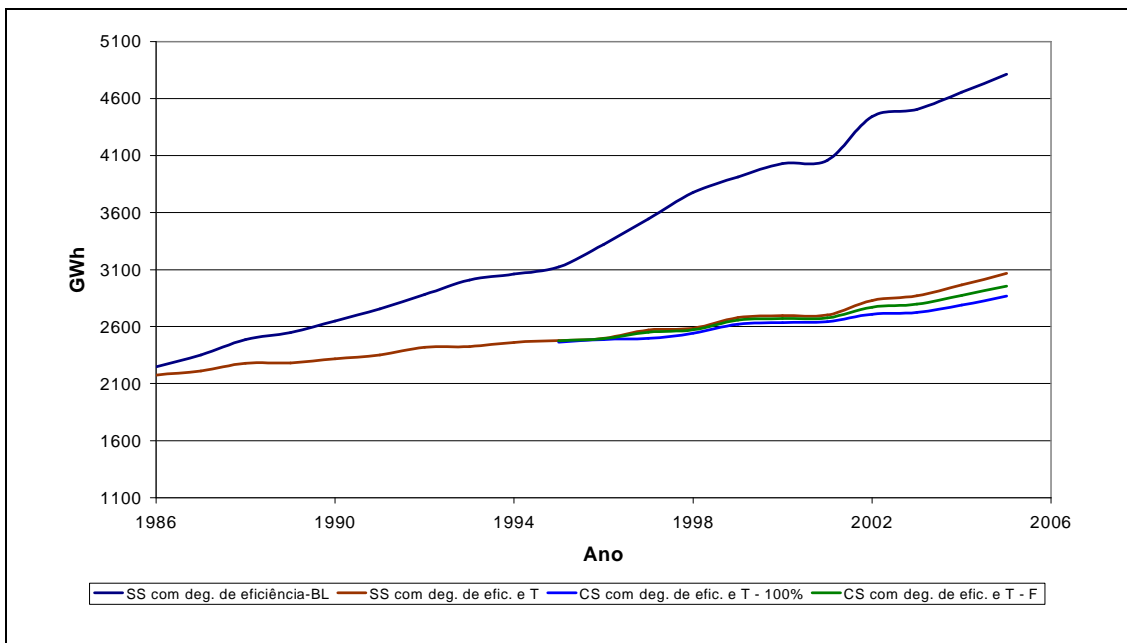
**Figura A. 45 - Consumo de refrigeradores de uma porta – Norte (300-399 I)**



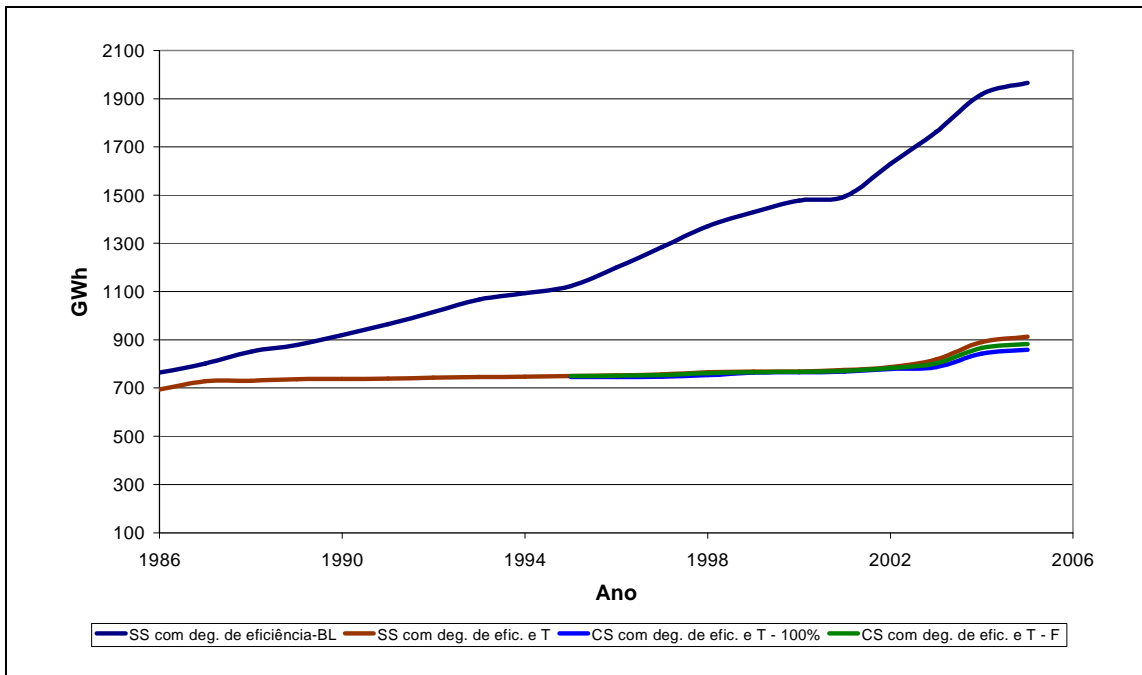
**Figura A. 46 - Consumo de refrigeradores de uma porta – NE (300-399 I)**



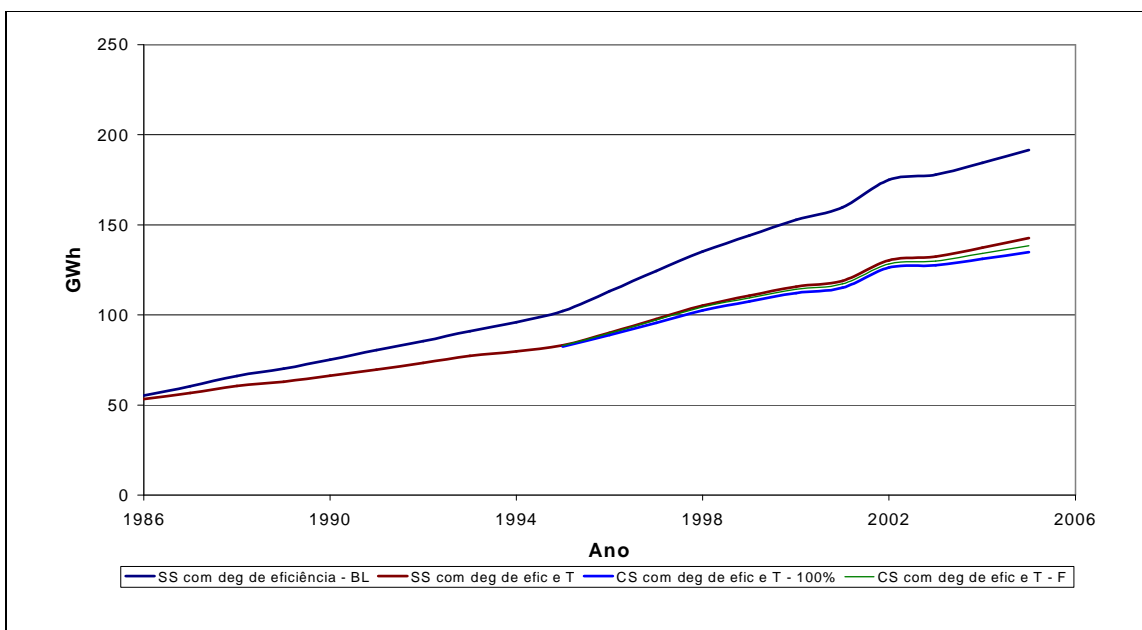
**Figura A. 47** - Consumo de refrigeradores de uma porta – CO (300-399 I)



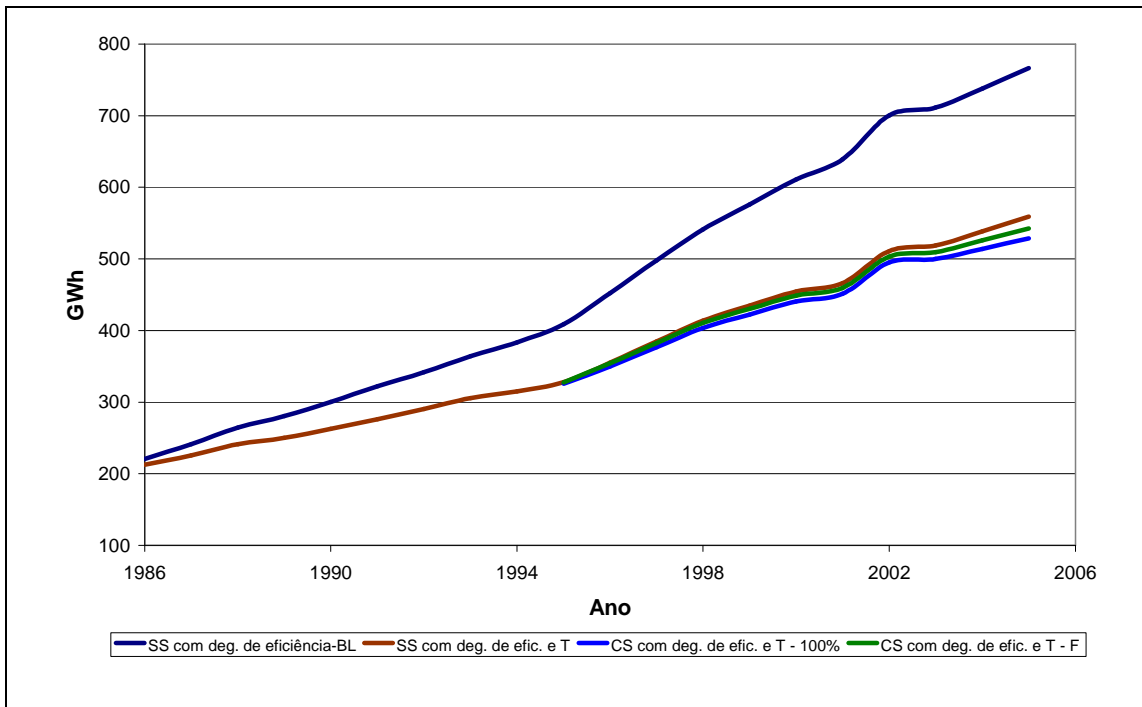
**Figura A. 48** - Consumo de refrigeradores de uma porta – SE (300-399 I)



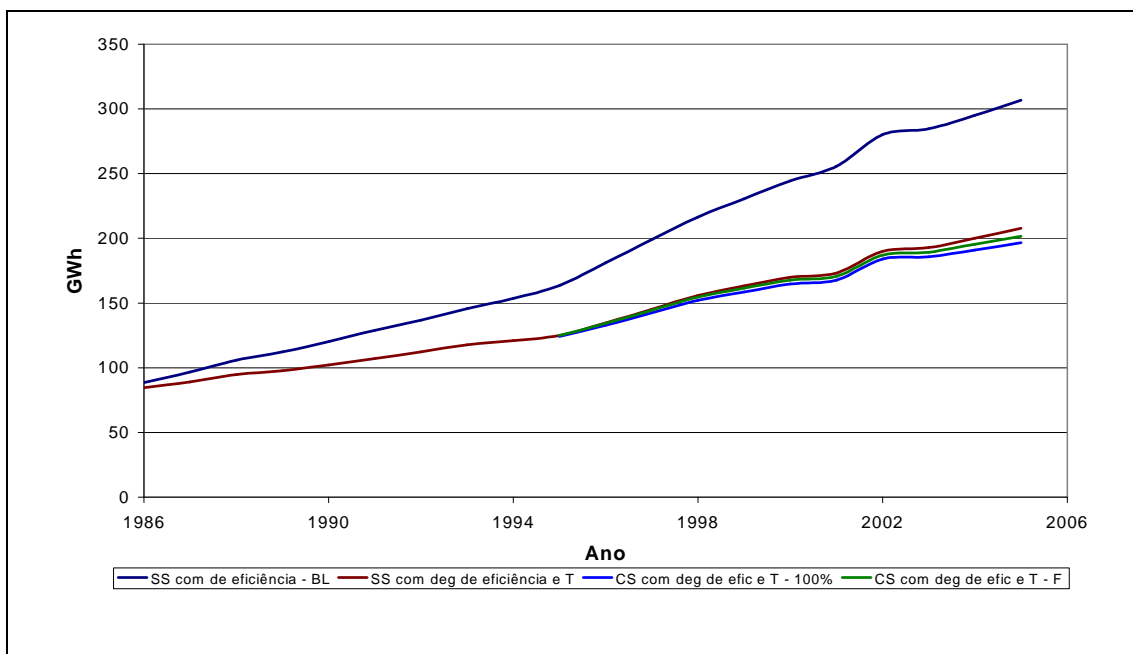
**Figura A. 49** - Consumo de refrigeradores de uma porta – Sul (300-399 I)



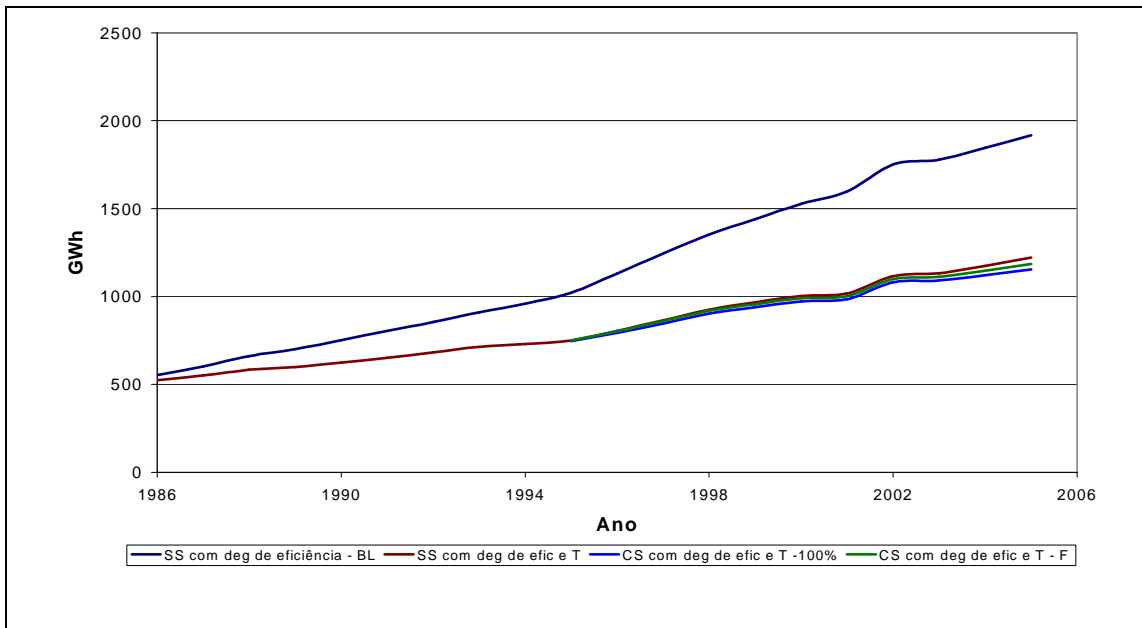
**Figura A. 50** - Consumo de refrigeradores combinados – Norte (400-499 I)



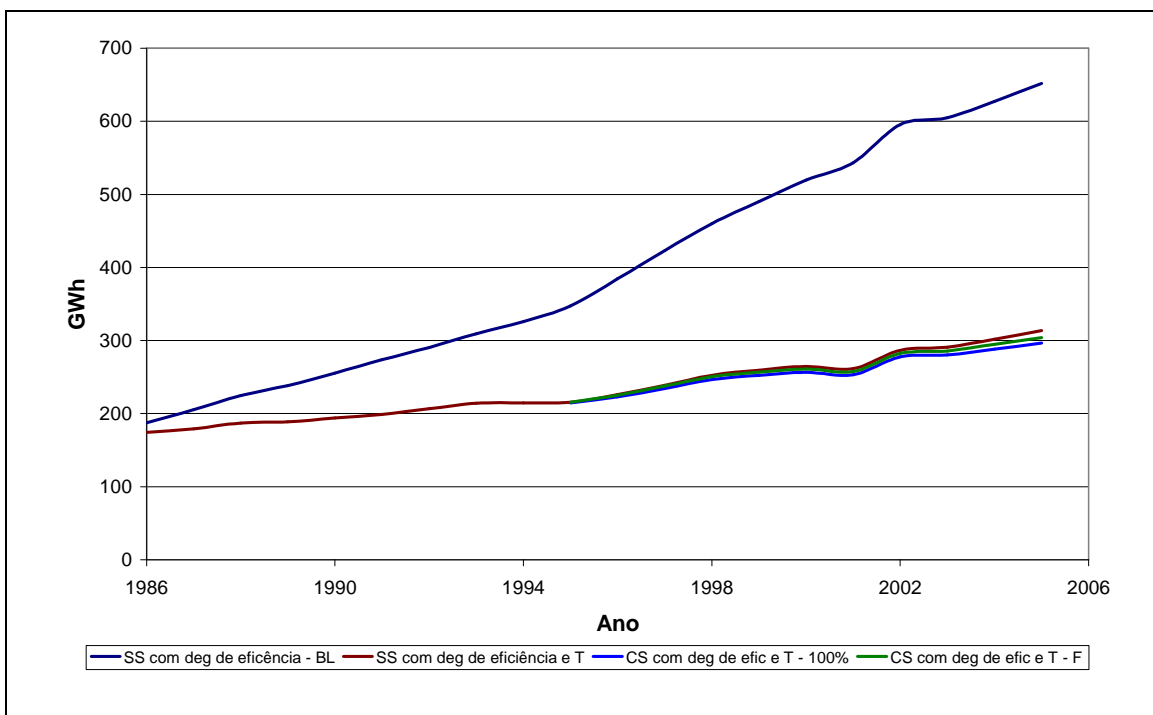
**Figura A. 51** - Consumo de refrigeradores combinados – NE (400-499 I)



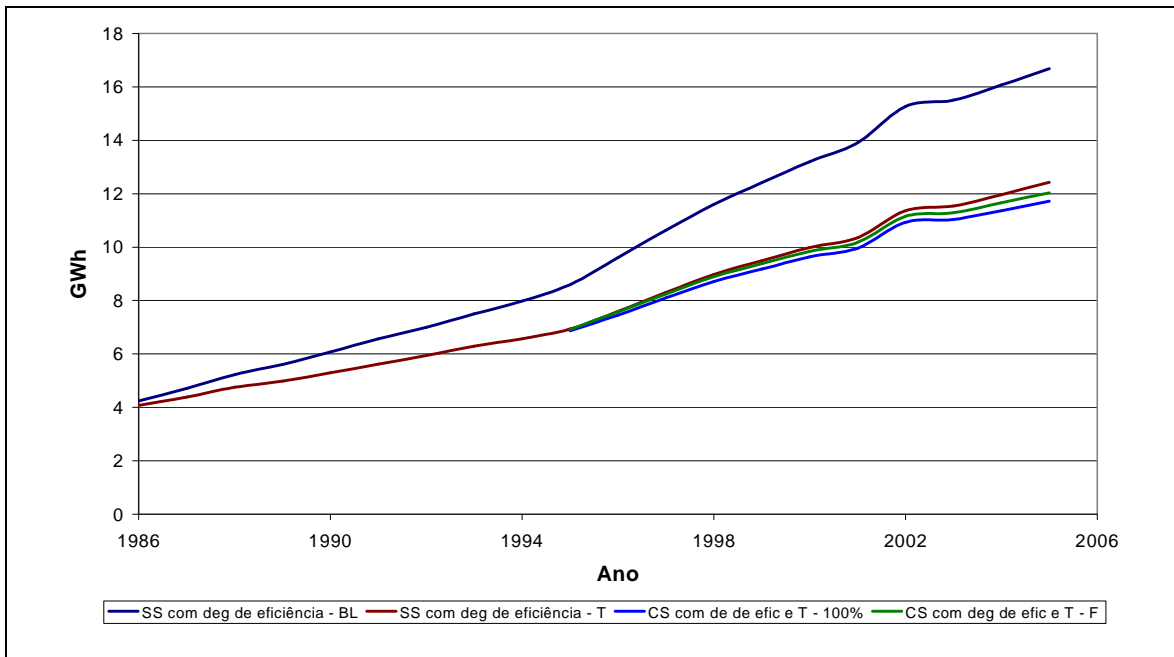
**Figura A. 52** - Consumo de refrigeradores combinados – CO (400-499 I)



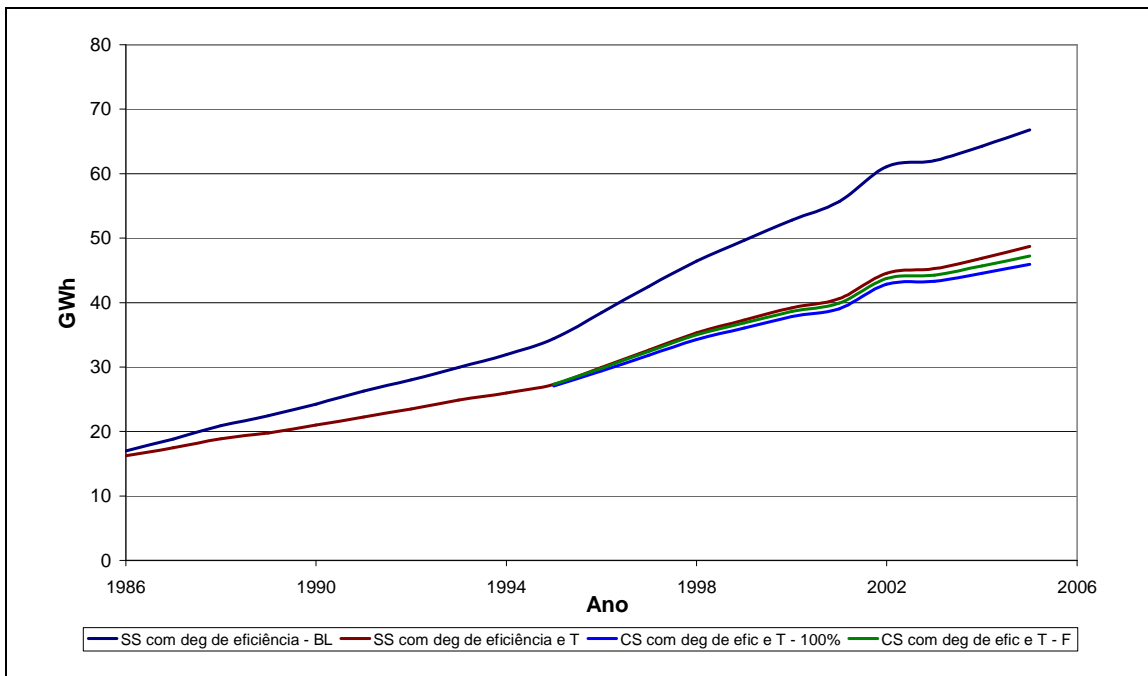
**Figura A. 53** - Consumo de refrigeradores combinados – SE (400-499 I)



**Figura A. 54** - Consumo de refrigeradores combinados – Sul (400-499 I)

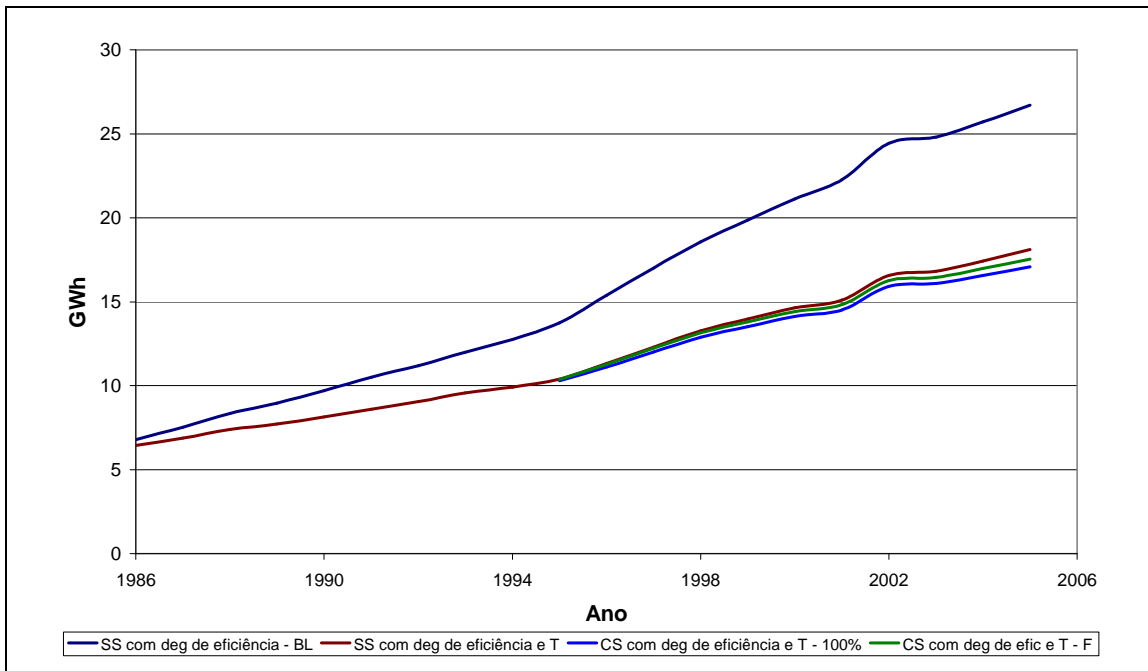


**Figura A. 55 - Consumo de refrigeradores combinados – Norte (500 ou mais I)**

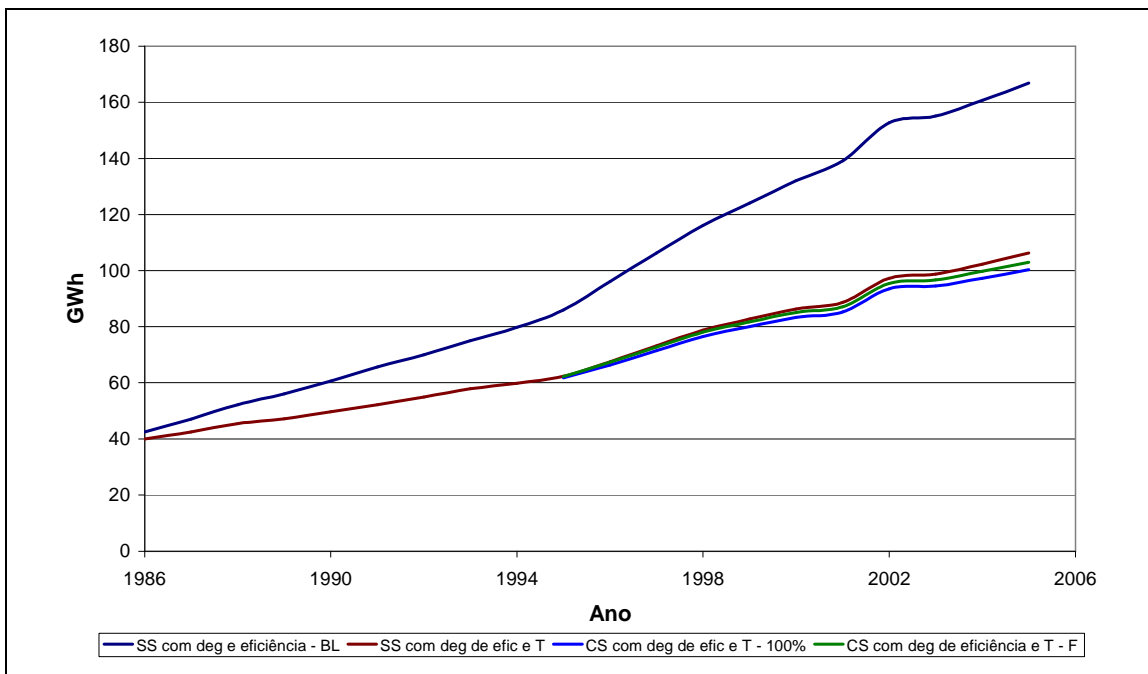


**Figura A. 56 - Consumo de refrigeradores combinados – NE (500 ou mais I)**

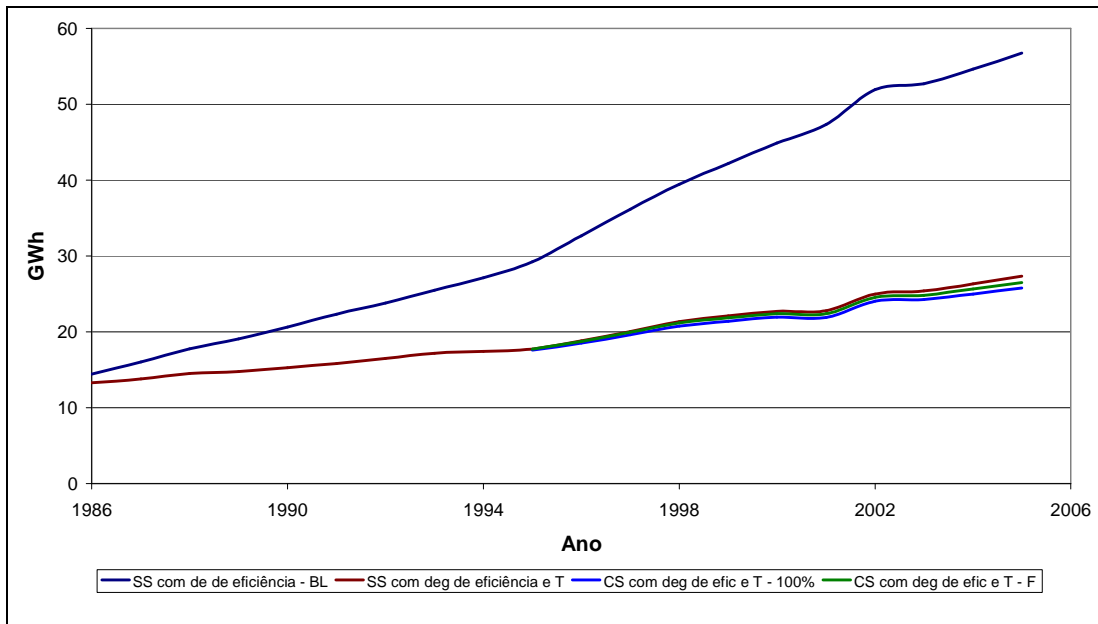




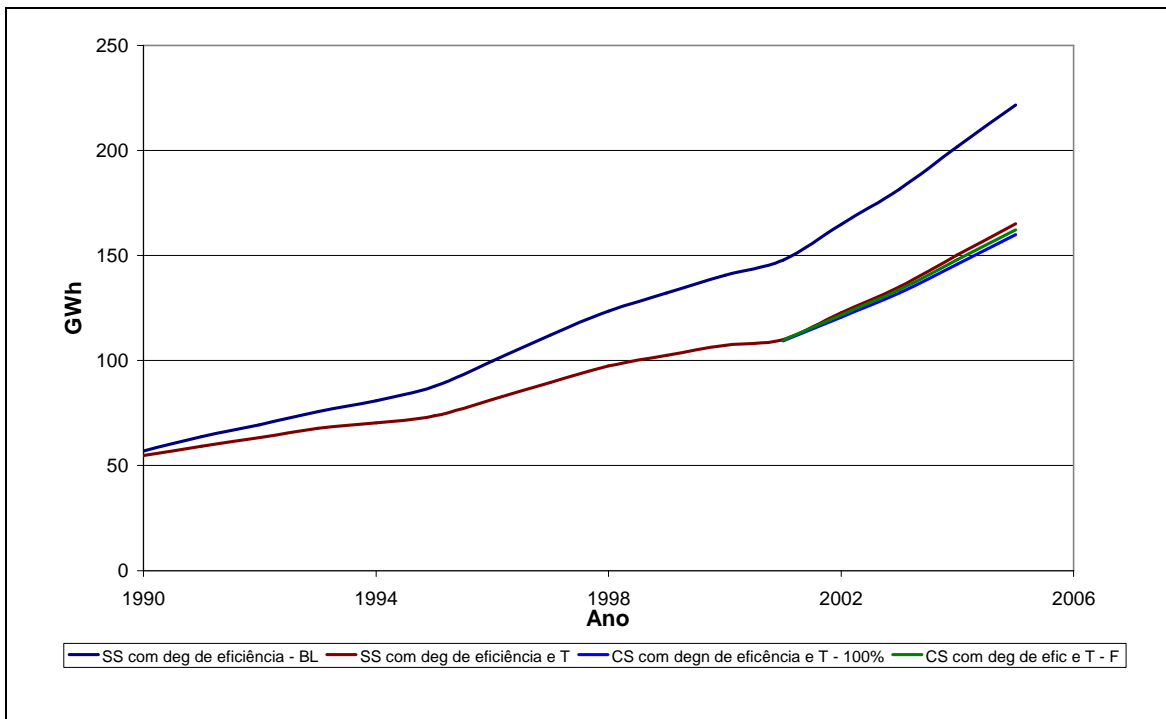
**Figura A. 57** - Consumo de refrigeradores combinados – CO (500 ou mais I)



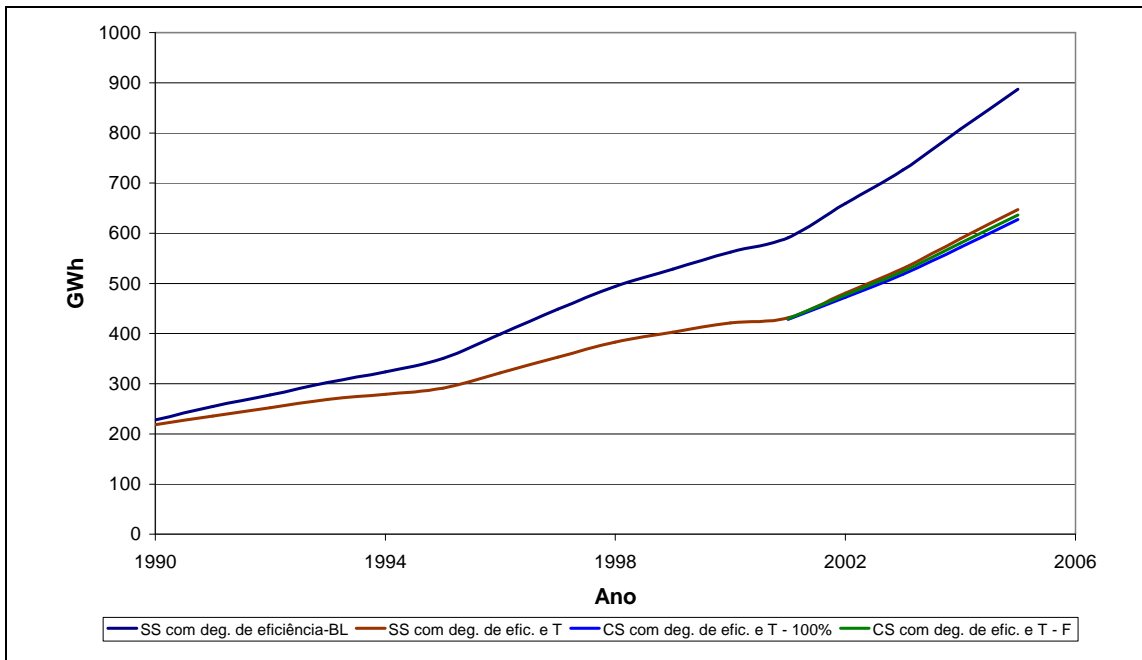
**Figura A. 58** - Consumo de refrigeradores combinados – SE (500 ou mais I)



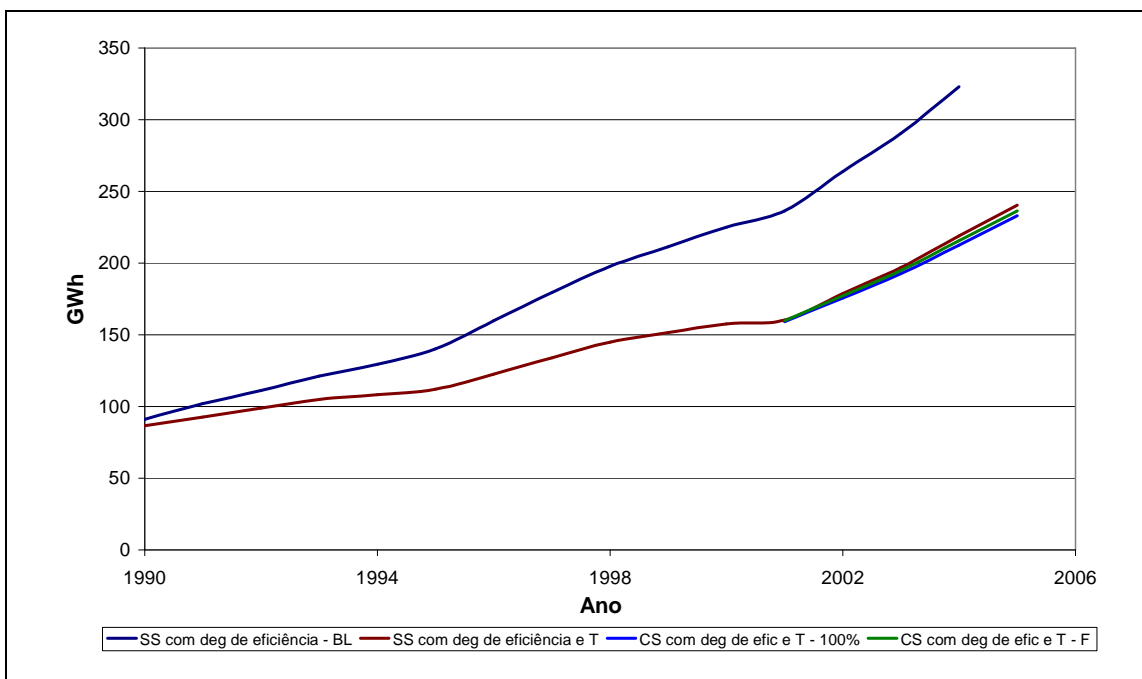
**Figura A. 59** - Consumo de refrigeradores combinados – Sul (500 ou mais I)



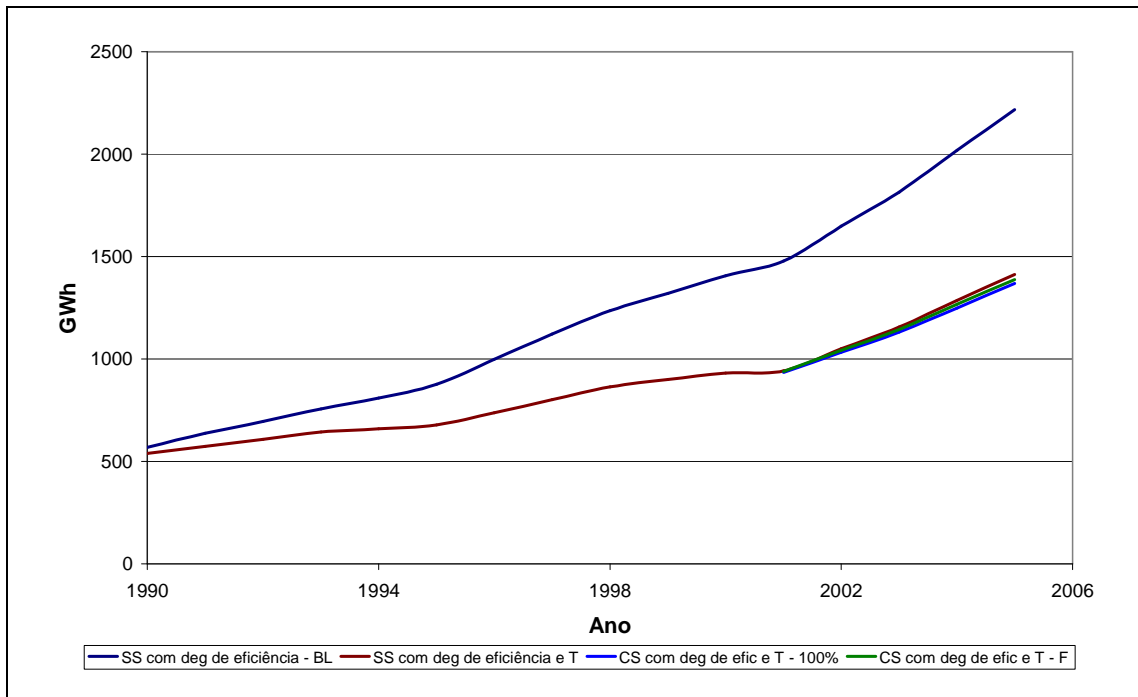
**Figura A. 60** - Consumo de refrigeradores combinados FF – Norte (400 – 499 I)



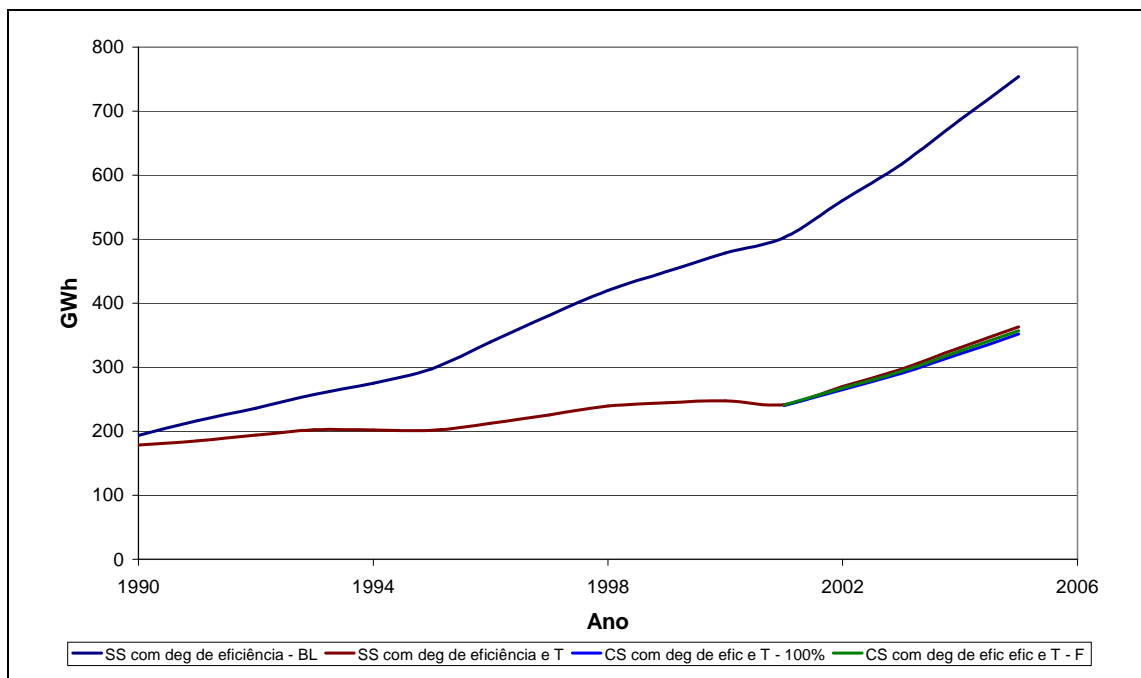
**Figura A. 61** - Consumo de refrigeradores combinados FF – NE (400 – 499 I)



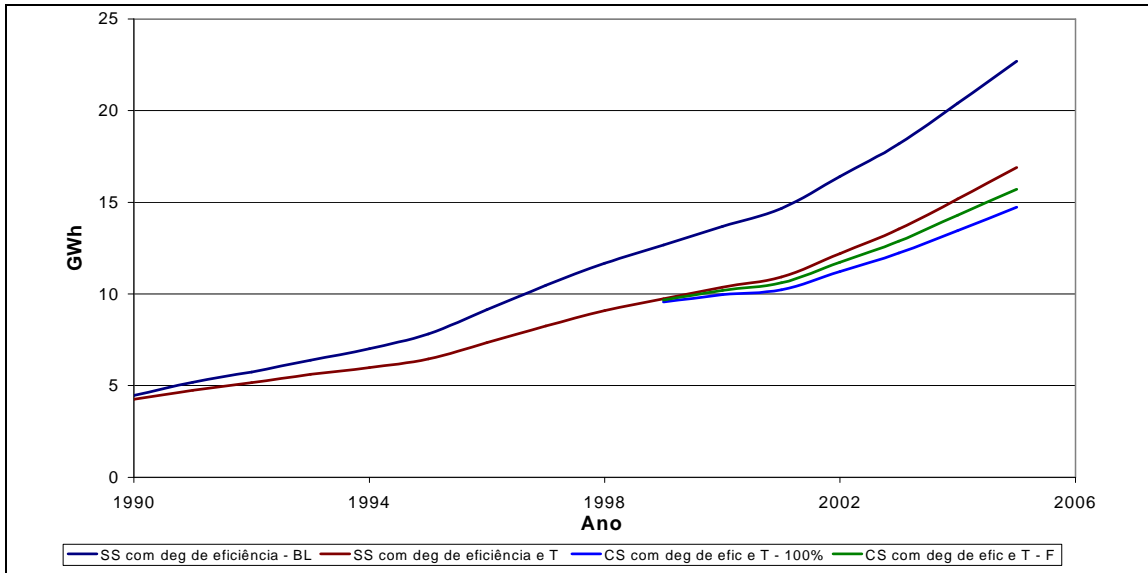
**Figura A. 62** - Consumo de refrigeradores combinados FF – CO (400 – 499 I)



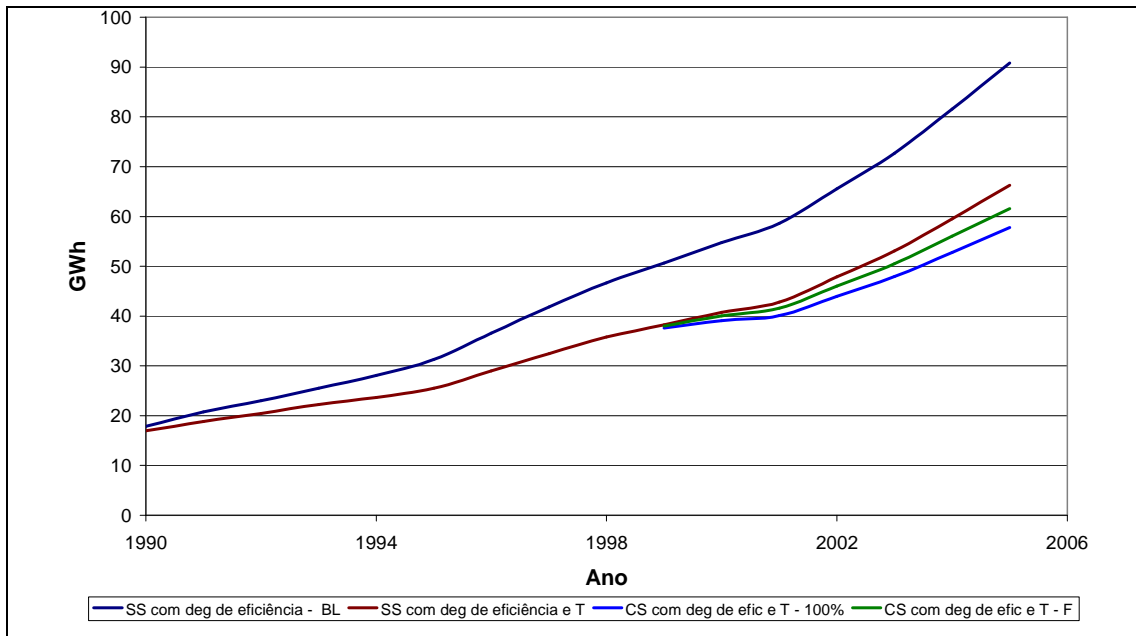
**Figura A. 63 - Consumo de refrigeradores combinados FF – SE (400 – 499 litros)**



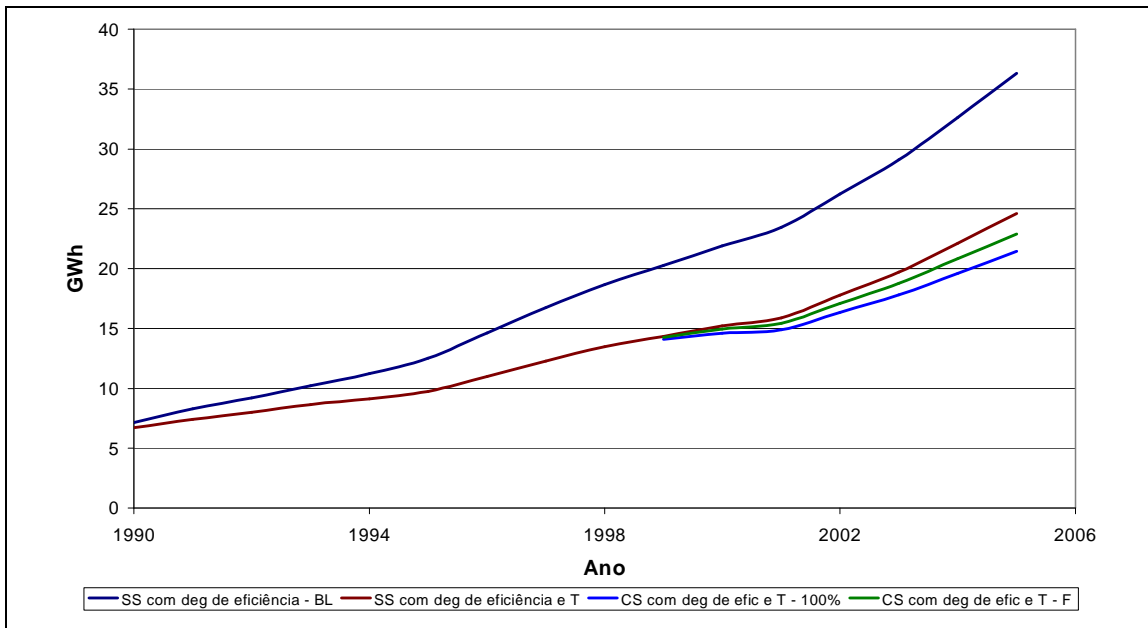
**Figura A. 64 - Consumo de refrigeradores combinados FF – Sul (400 – 499 litros)**



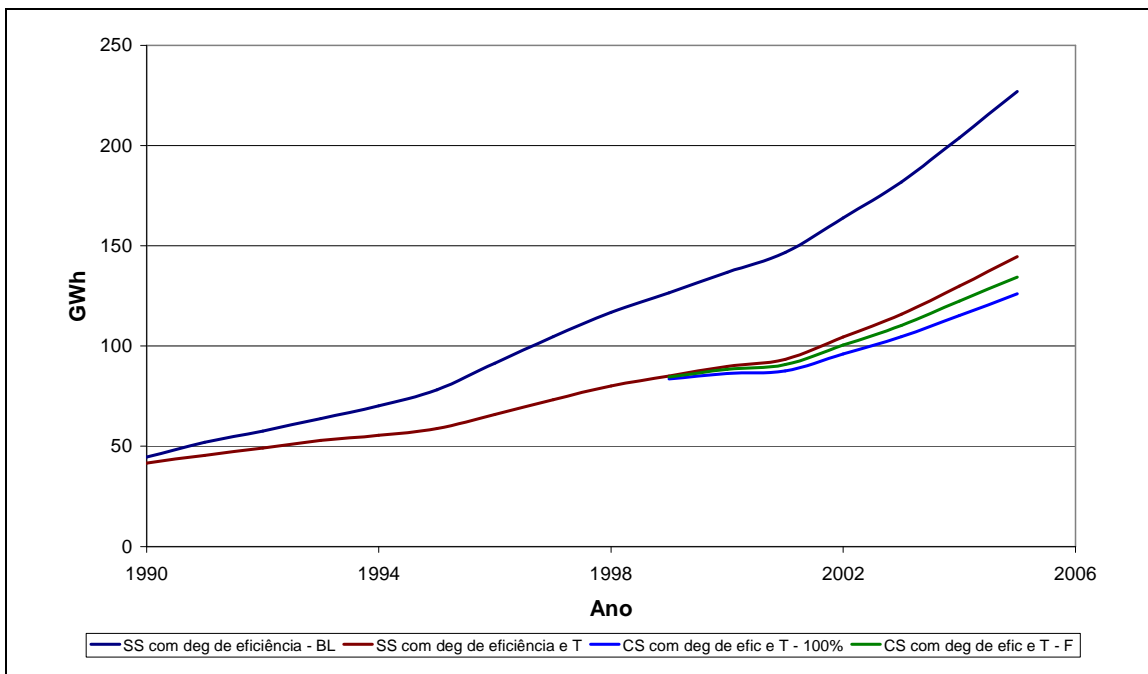
**Figura A. 65 - Consumo de refrigeradores combinados FF – Norte (500 ou mais litros)**



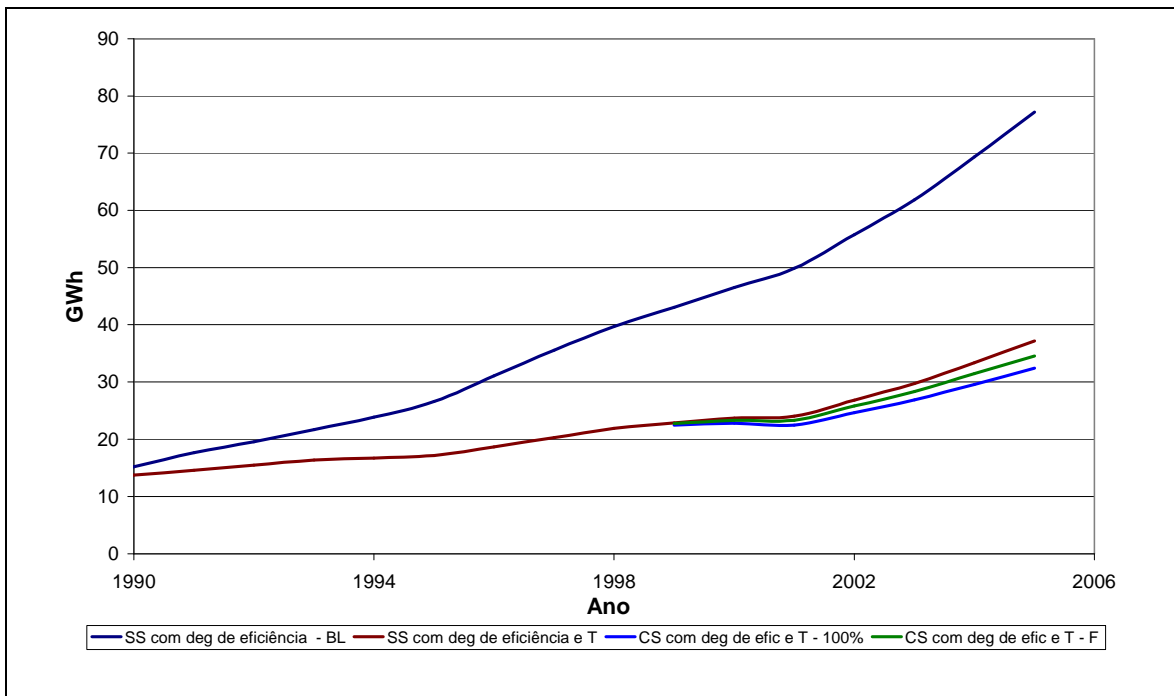
**Figura A. 66 - Consumo de refrigeradores combinados FF - NE (500 ou mais litros)**



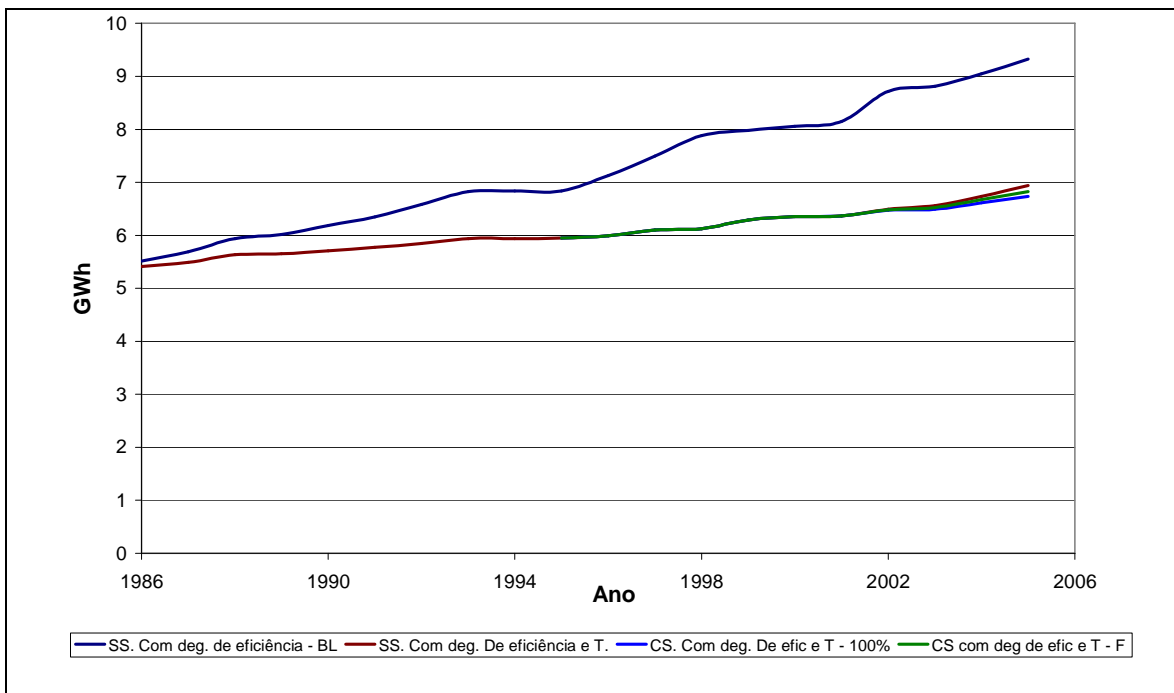
**Figura A. 67** - Consumo de refrigeradores combinados FF – CO (500 ou mais litros)



**Figura A. 68** - Consumo de refrigeradores combinados FF – SE (500 ou mais litros)



**Figura A. 69 - Consumo de refrigeradores combinados FF – Sul (500 mais litros)**



**Figura A. 70 - Consumo de refrigeradores compactos – Norte**

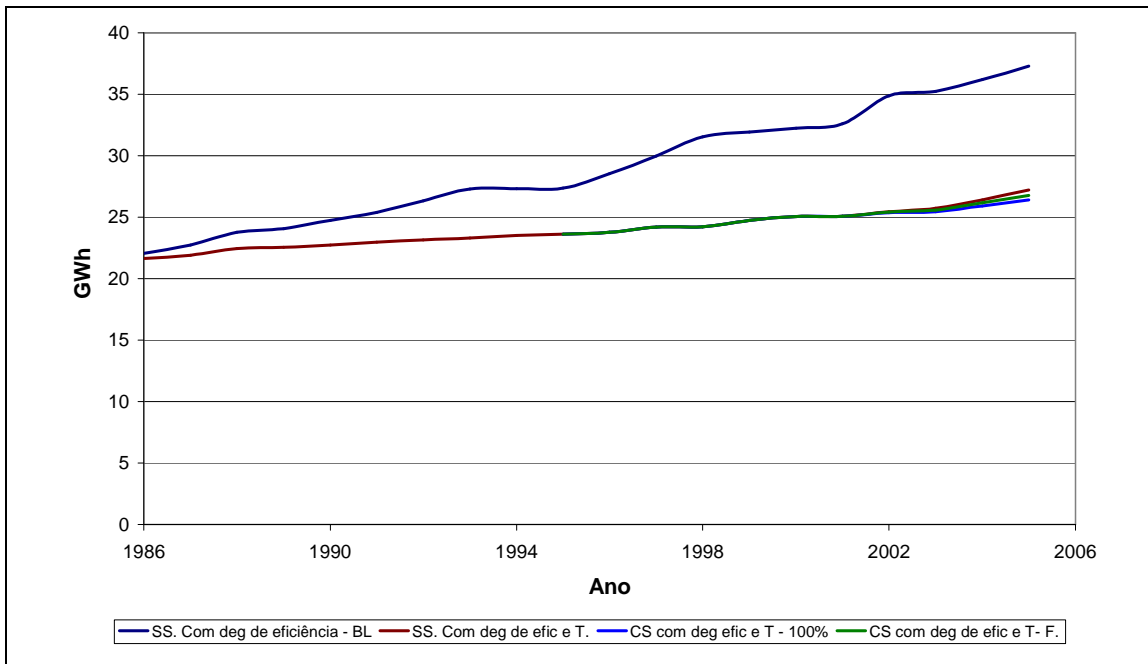


Figura A. 71 - Consumo de refrigeradores compactos – NE

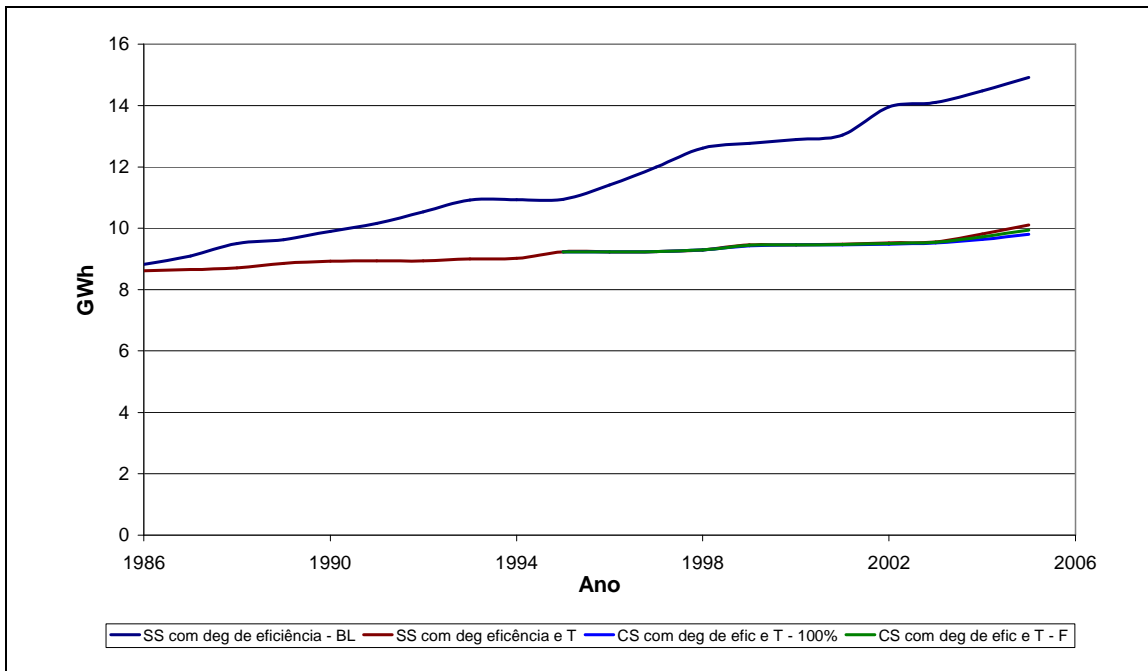
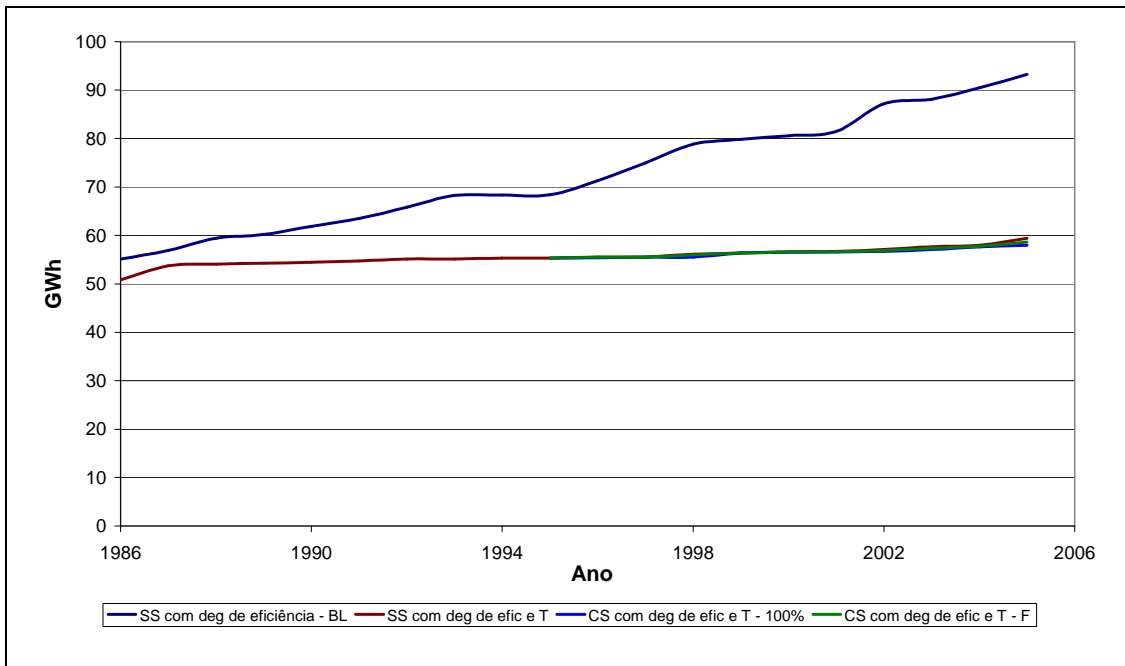
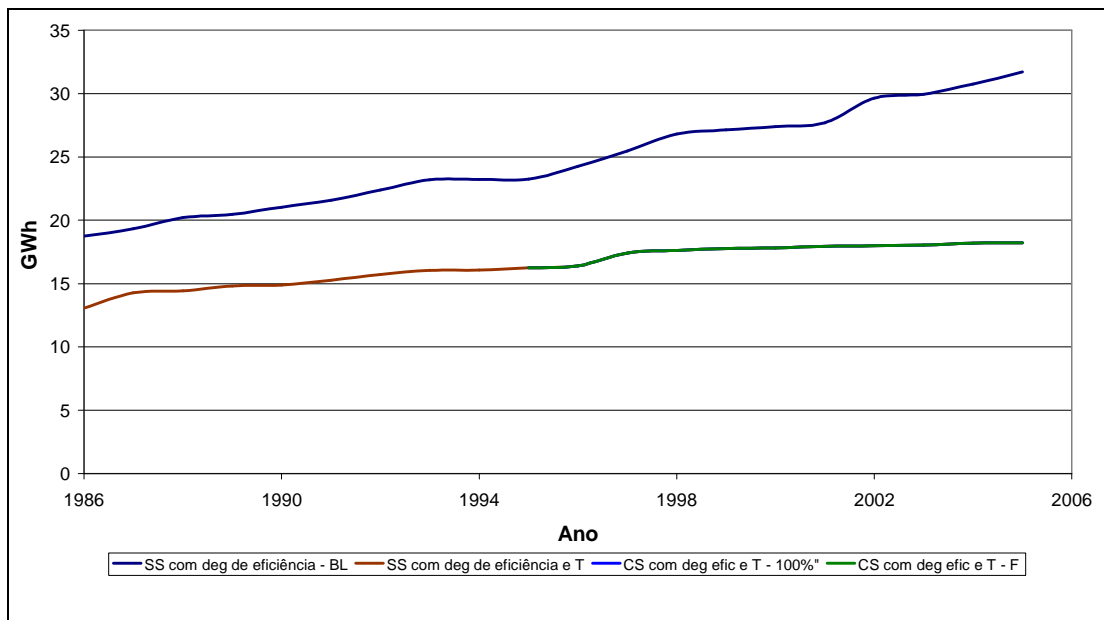


Figura A. 72 - Consumo de refrigeradores compactos – CO

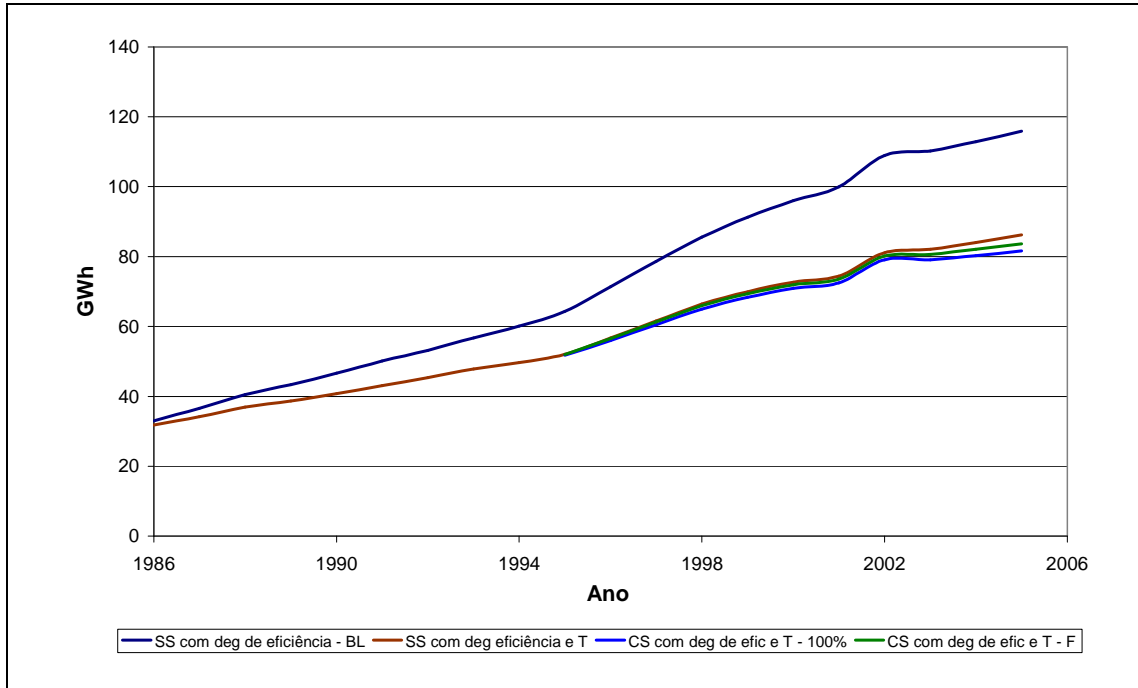




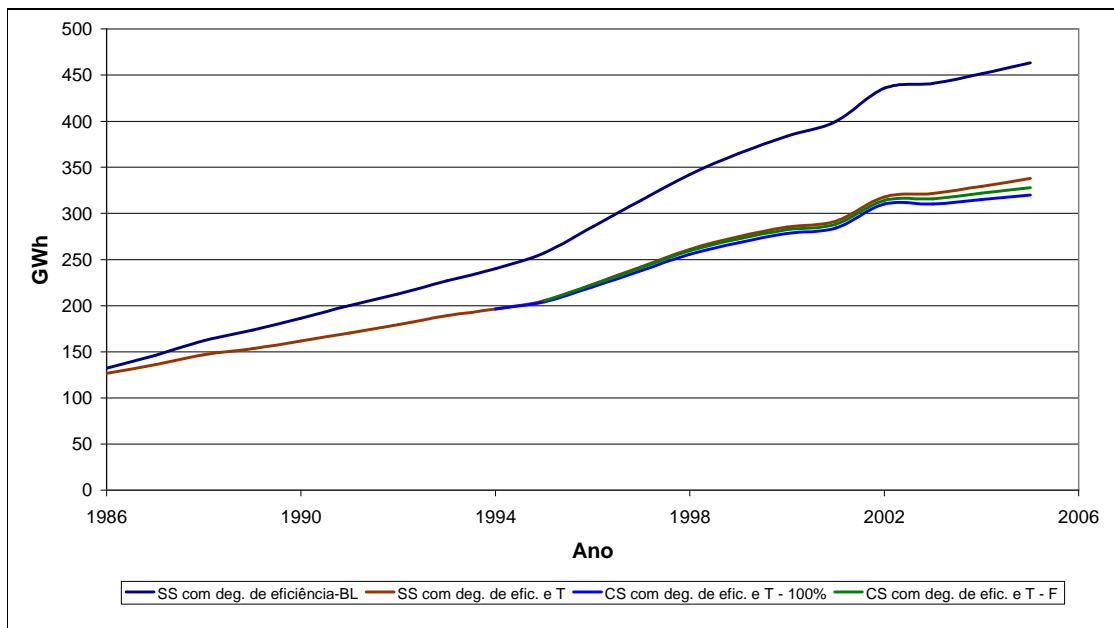
**Figura A. 73 - Consumo de refrigeradores compactos – SE**



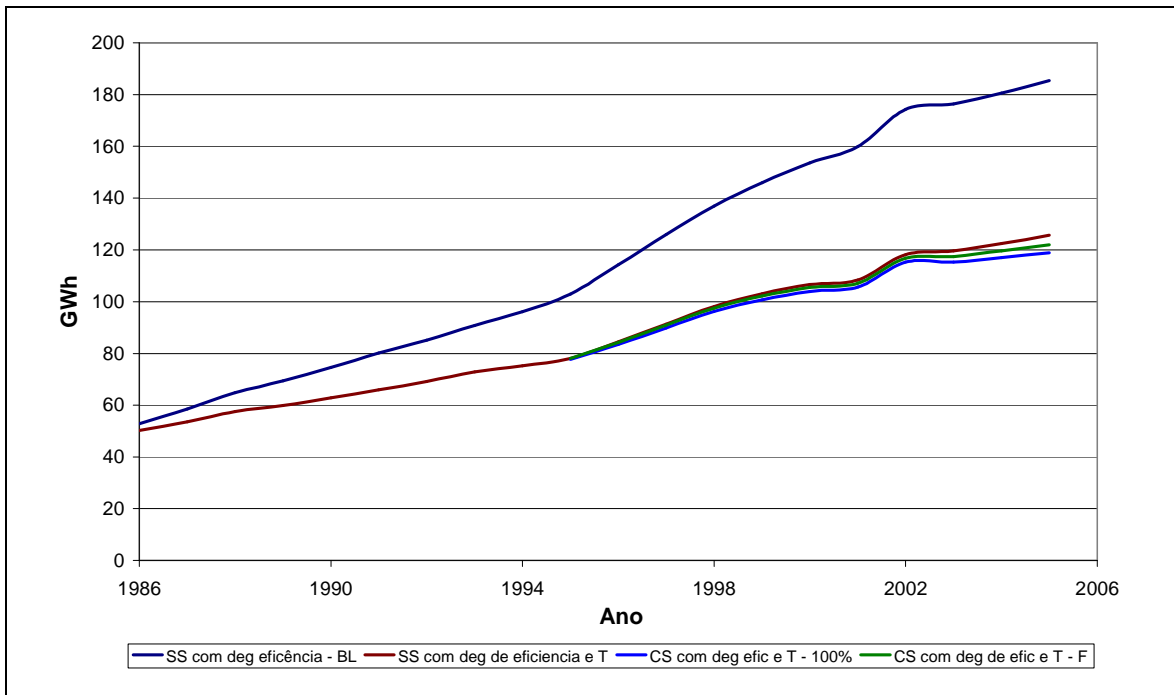
**Figura A. 74 - Consumo de refrigeradores compactos – Sul**



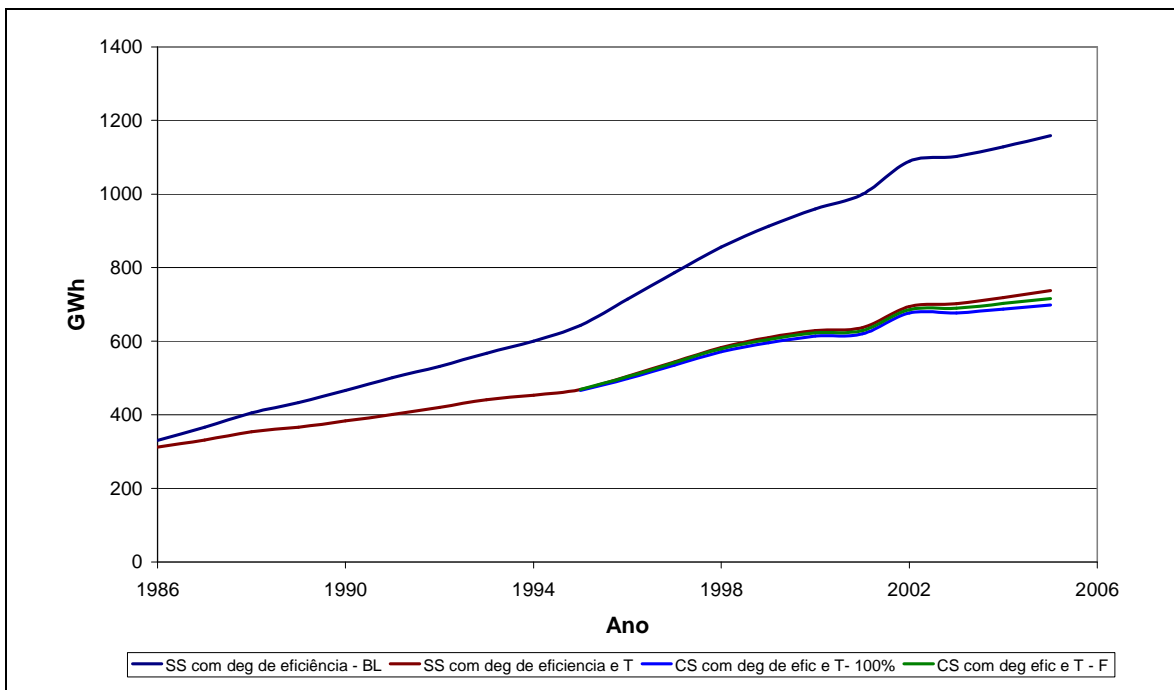
**Figura A. 75 - Consumo de freezers horizontais – Norte**



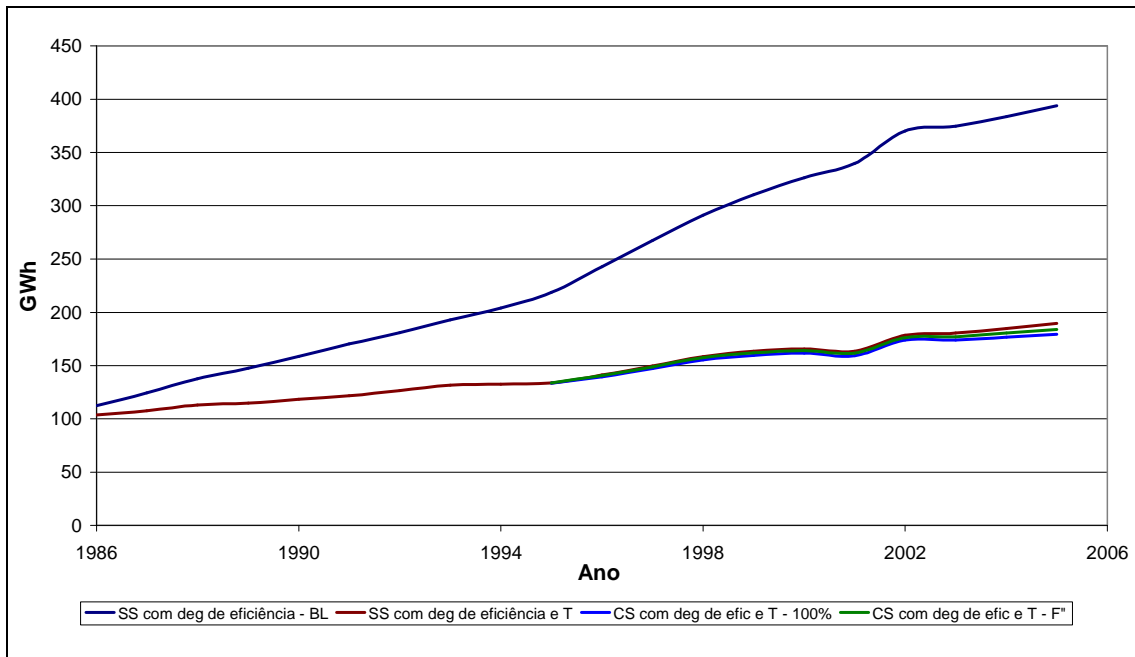
**Figura A. 76 - Consumo de freezers horizontais – NE**



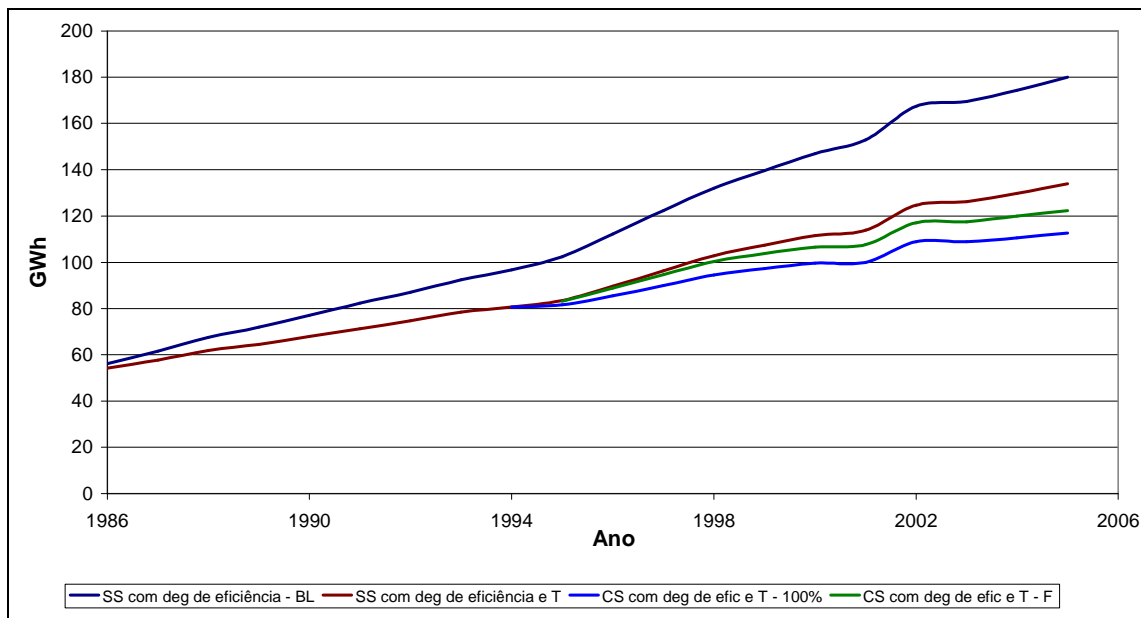
**Figura A.77 - Consumo de freezers horizontais – CO**



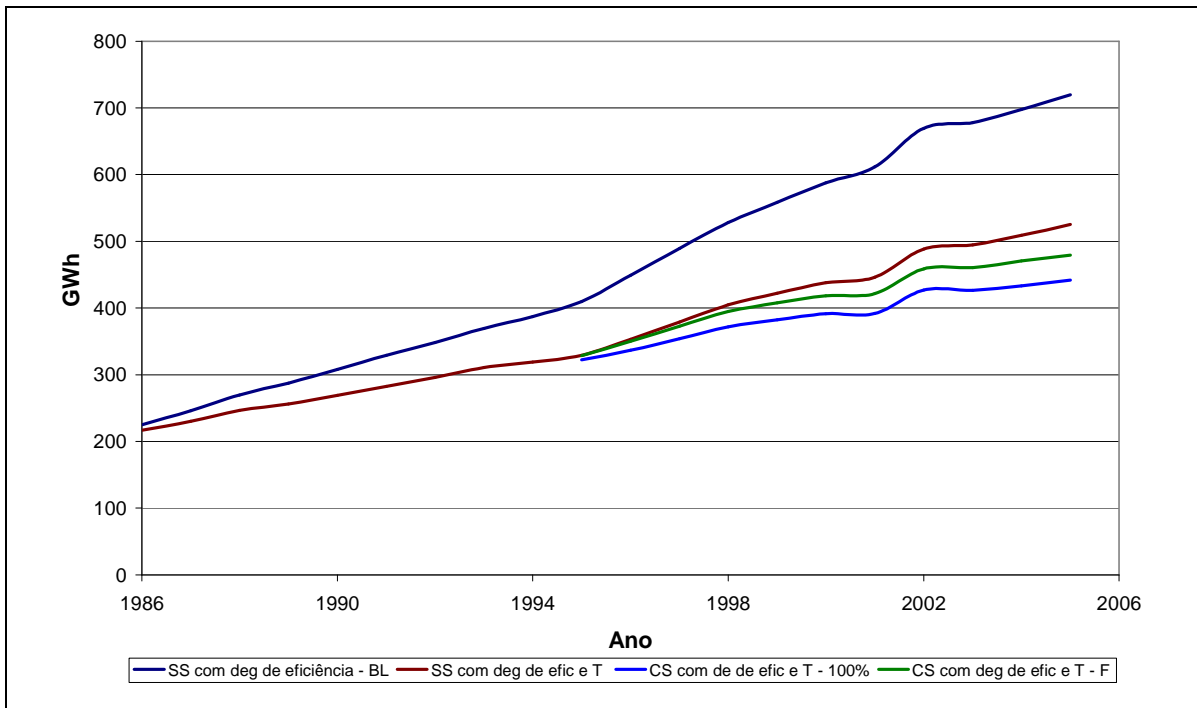
**Figura A.78 - Consumo de freezers horizontais – SE**



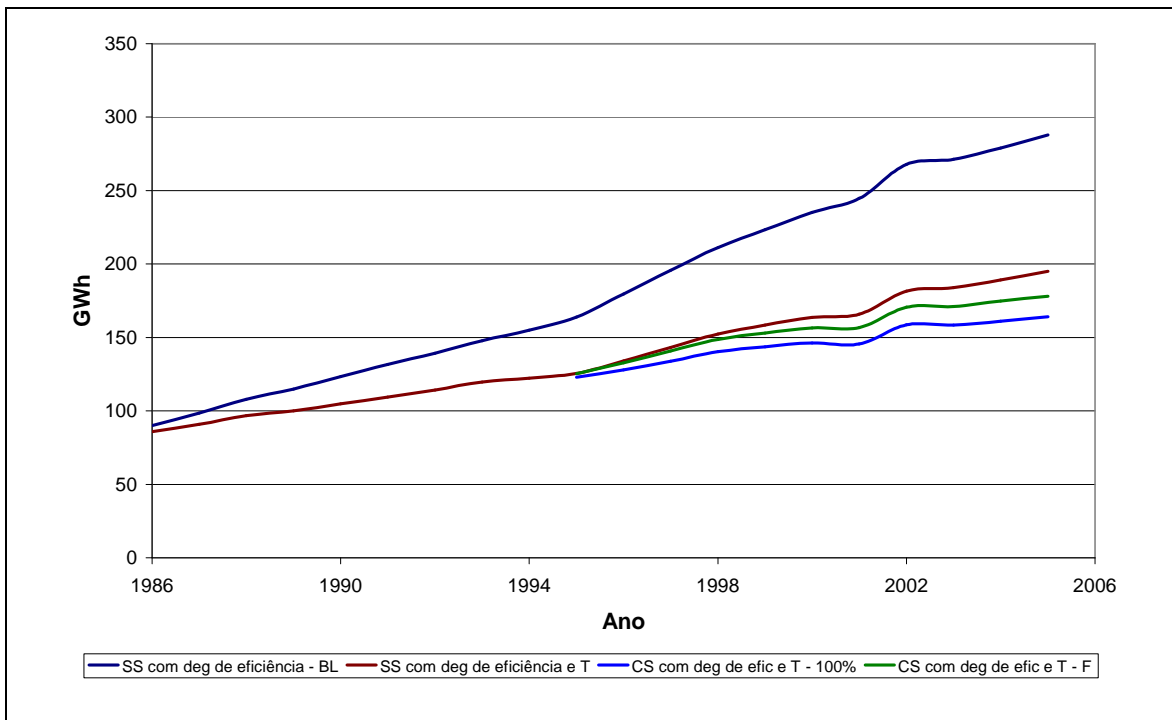
**Figura A.79 - Consumo de freezers horizontais – Sul**



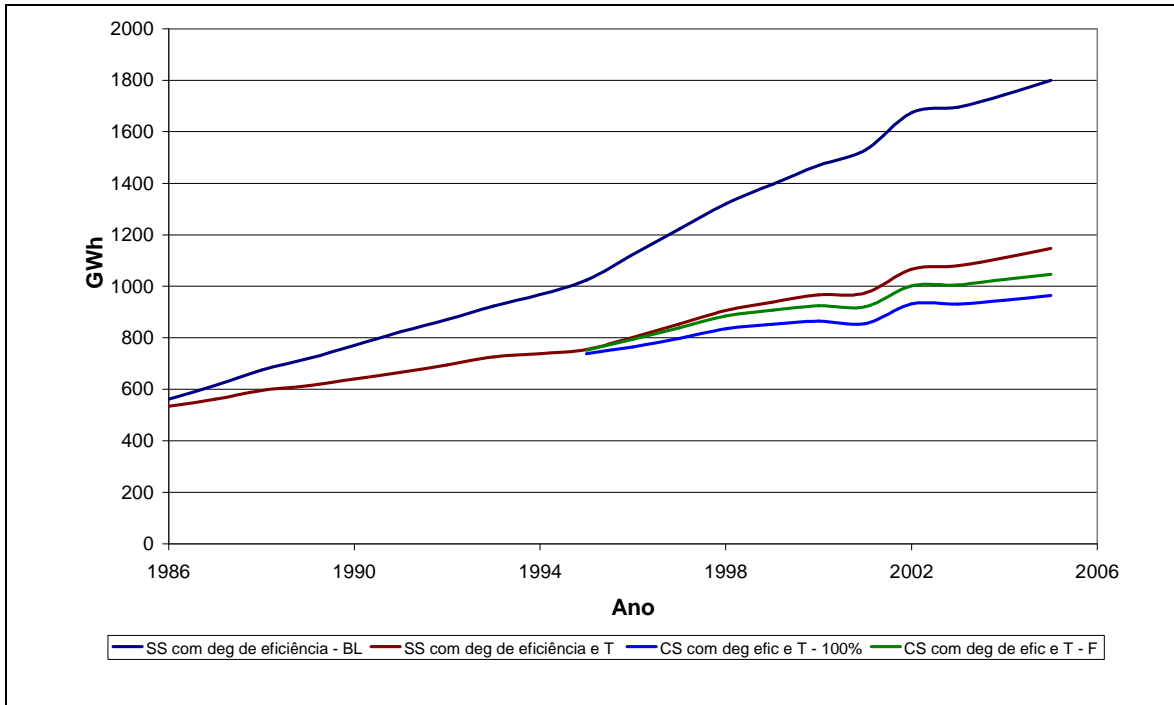
**Figura A.80 - Consumo de freezers verticais – Norte**



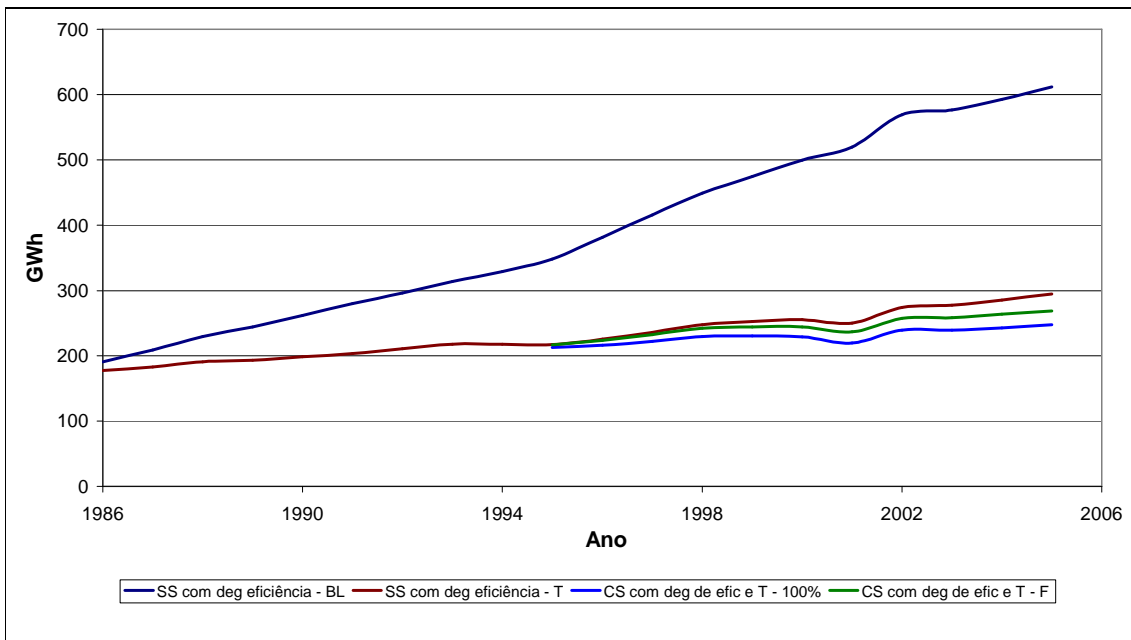
**Figura A.81 - Consumo de freezers verticais – NE**



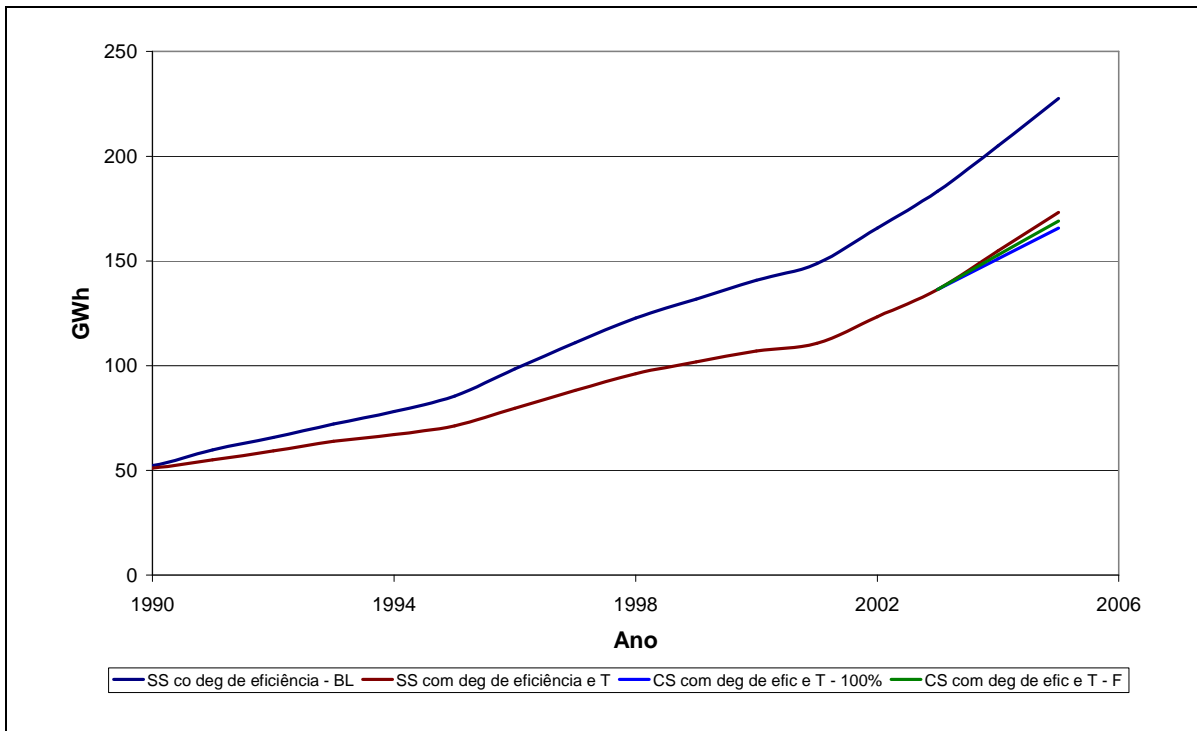
**Figura A.82 - Consumo de freezers verticais – CO**



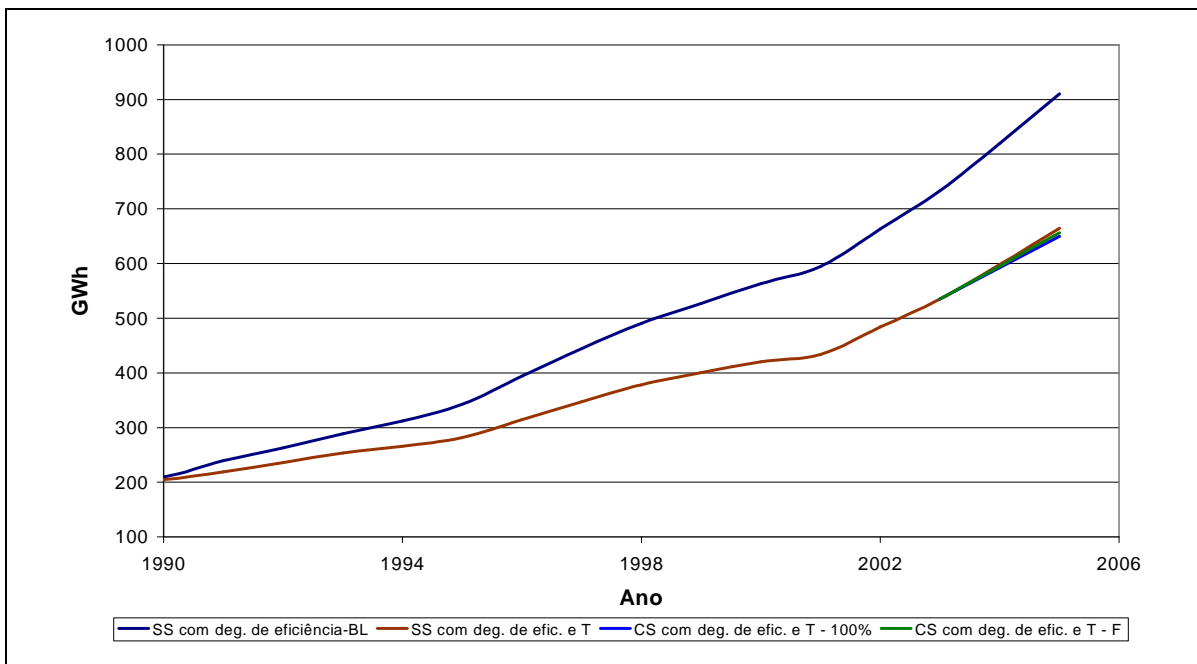
**Figura A.83 - Consumo de freezers verticais – SE**



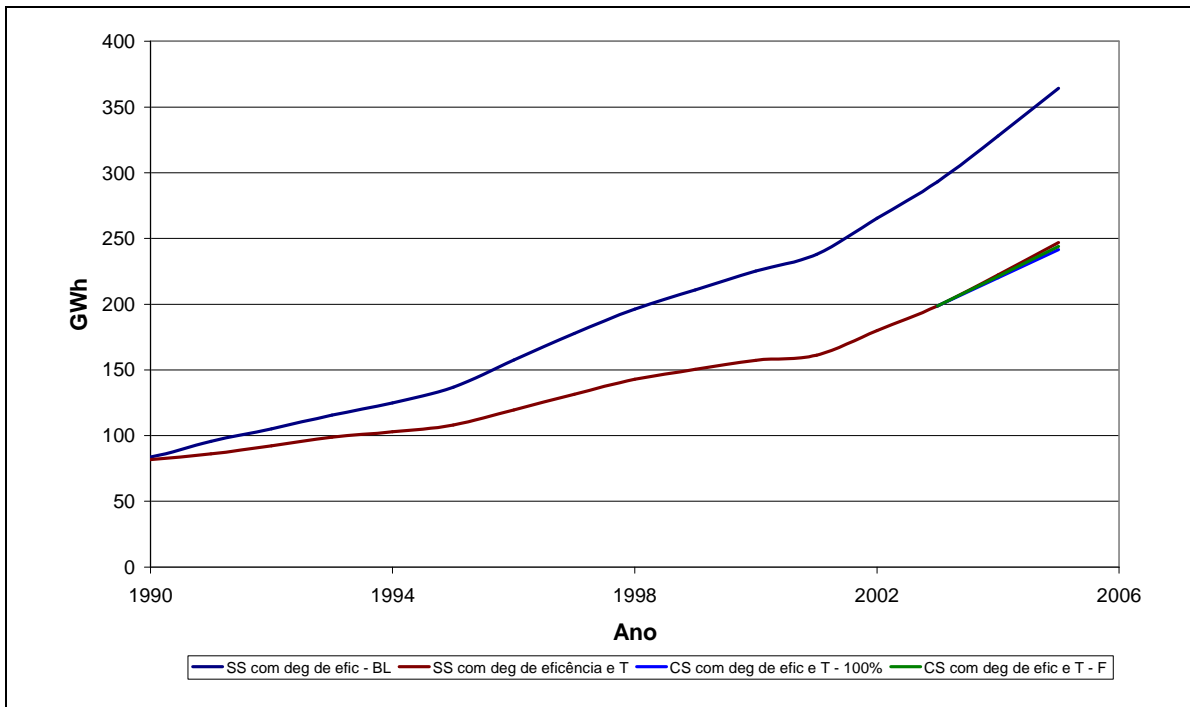
**Figura A.84 - Consumo de freezers verticais – Sul**



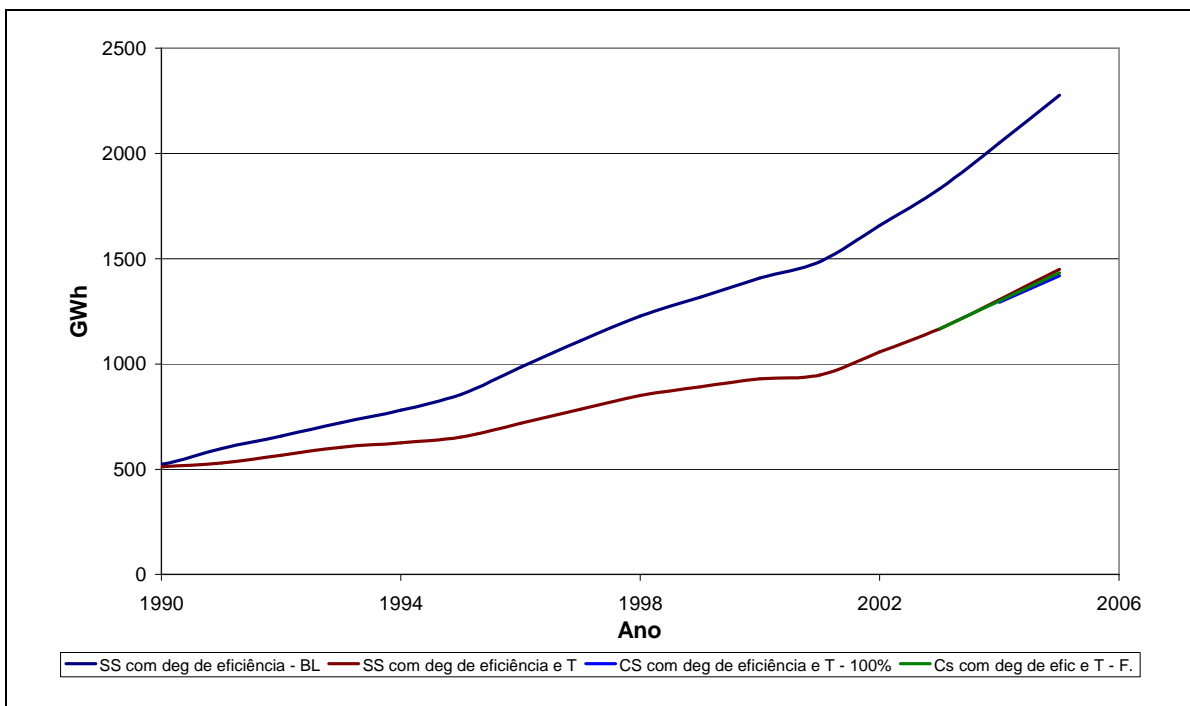
**Figura A.85 - Consumo de freezers verticais FF – Norte**



**Figura A.86 - Consumo de freezers verticais FF – NE**

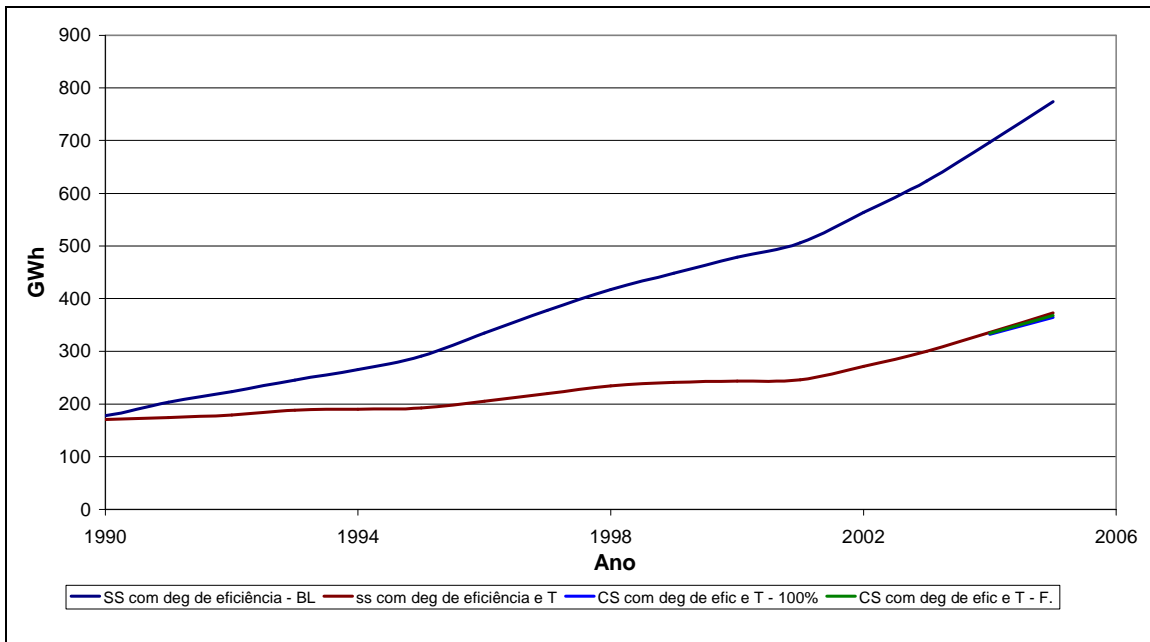


**Figura A.87 - Consumo de freezers verticais FF – CO**

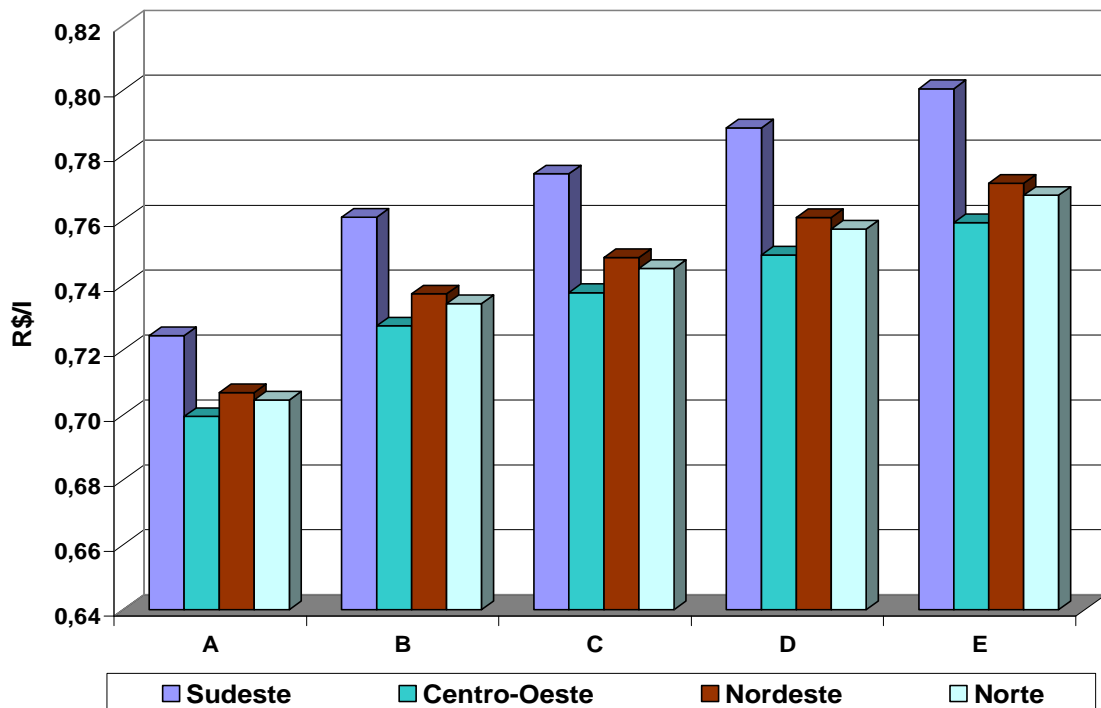


**Figura A.88 - Consumo de freezers verticais FF – SE**





**Figura A.89 - Consumo de freezers verticais FF – Sul**



**Figura A.90 – Custo anual médio total específico de refrigeradores de uma porta**

**Tabela A.1 – Consumo padronizado de Refrigeradores de uma porta (Fonte: PBE/INMETRO)**

ANO	MARCA	MODELO	VOLUME INTERNO (l)		CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)		CONSUMO PADRÃO (Cp)	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA		FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO SELO		SELO PROCEL	
			TOTAL	AJUST	127 V	220 V		127 V	220 V	127 V	220 V	127 V	220 V
1999	CONSUL	CHA22B	220,0	407	44,0	44,0		9,25	9,25	B	B		
1999	CONSUL	CHA31B	310,0	574	61,2	61,2		9,37	9,37	B	B		
1999	CONSUL	CHB41B	415,0	768	83,0	83,0		9,25	9,25	B	B		
1999	CONSUL	CHB53B	530,0	981	100,2	100,2		9,79	9,79	B	B		
1999	ELECTROLUX	H160	162,0	300	46,0	45,0		6,52	6,66	E	E		
1999	ELECTROLUX	H210Skin	214,0	396	55,0	55,0		7,20	7,20	E	E		
1999	ELECTROLUX	H300Skin	305,0	564	56,0	68,0		10,08	8,30	A	C	SIM	
1999	ESMALTEC	CC 2255	224,0	414	44,9	44,9		9,23	9,23	B	B		
1999	ESMALTEC	CC 3166	314,0	581	61,8	58,9		9,40	9,86	B	B		
1999	ESMALTEC	CC 3167	314,0	581	54,2	51,9		10,72	11,19	A	A	SIM	SIM
1999	ESMALTEC	CC 4505	450,0	833	99,8	94,8		8,34	8,78	C	C		
2000	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4		5,73	6,42	F	E		
2000	ELECTROLUX	H210	201,0	372	53,1	46,5		7,00	8,00	E	C		
2000	ELECTROLUX	H300	305,0	564	53,7	56,0		10,51	10,08	A	A	SIM	SIM
2000	ESMALTEC	CC 2255T1	222,0	411	37,2	32,3		11,04	12,72	A	A	SIM	SIM
2000	ESMALTEC	CC3168T1	312,0	577	52,6	48,7		10,97	11,85	A	A	SIM	SIM
2000	ESMALTEC	CC 4505T2	447,0	827	65,2	61,5		12,68	13,45	A	A	SIM	SIM
2000	CONSUL	CHA22B	213,0	394	44,0	44,0		8,96	8,96	C	C		
2000	CONSUL	CHA31B	305,0	564	61,2	61,2		9,22	9,22	B	B		
2000	CONSUL	CHB41B	404,0	747	83,0	83,0		9,00	9,00	C	C		
2000	CONSUL	CHB53B	519,0	960	100,2	100,2		9,58	9,58	B	B		
2001	CONSUL	CHA22C	213,0	394	36,1	36,1		10,92	10,92	A	A	SIM	SIM
2001	CONSUL	CHA31C	305,0	564	41,6	41,6		13,56	13,56	A	A	SIM	SIM
2001	CONSUL	CHB42C	404,0	747	87,8	87,8		8,51	8,51	D	D		
2001	CONSUL	CHB53C	519,0	960	84,6	84,6		11,35	11,35	A	A	SIM	SIM

2001	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4		5,73	6,42	G	F		
2001	ELECTROLUX	H210	201,0	372	50,8	45,0		7,32	8,26	E	D		
2001	ELECTROLUX	H300	305,0	564	51,5	51,5		10,96	10,96	A	A	SIM	SIM
2001	ESMALTEC	CC 2255T1	222,0	411	37,5	37,5		10,95	10,95	A	A	SIM	SIM
2001	ESMALTEC	CC 3168T1	312,0	577	52,6	52,6		10,97	10,97	A	A		
2001	ESMALTEC	CC 4505T2	447,0	827	75,8	75,8		10,91	10,91	A	A	SIM	SIM
2001	METALFRIO	HD17	166,0	307	38,5	36,0		7,98	8,53	D	C		
2002	CONSUL	CHA22C	213,0	394	36,1	36,1		10,92	10,92	A	A	SIM	SIM
2002	CONSUL	CHA31C	305,0	564	41,6	41,6		13,56	13,56	A	A	SIM	SIM
2002	CONSUL	CHB42C	404,0	747	87,8	87,8		8,51	8,51	D	D		
2002	CONSUL	CHB53C	519,0	960	84,6	84,6		11,35	11,35	A	A	SIM	SIM
2002	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4		5,73	6,42	G	F		
2002	ELECTROLUX	H210	201,0	372	50,8	45,0		7,32	8,26	E	D		
2002	ELECTROLUX	H300	305,0	564	51,5	51,5		10,96	10,96	A	A	SIM	SIM
2002	ESMALTEC	CC 3168ECT1	312,0	577	50,1	50,1		11,52	11,51	A	A	SIM	SIM
2002	ESMALTEC	CC4505ECT2	447,0	827	75,8	75,8		10,91	10,91	A	A	SIM	SIM
2002	METALFRIO	MX 20	161,0	298	27,0	27,0		11,03	11,03	A	A	SIM	SIM
2002	METALFRIO	MX 40	350,0	648	59,0	59,0		10,97	10,97	A	A	SIM	SIM
2003	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4		5,73	6,42	G	G		
2003	ELECTROLUX	H210	201,0	372	50,8	45,0		7,32	8,26	F	D		
2003	ELECTROLUX	H300	305,0	564	52,9	52,9		10,67	10,67	B	B		
2003	ESMALTEC	CC 2256	222,0	411	38,3	38,3		10,72	10,72	A	A	SIM	SIM
2003	ESMALTEC	CC 3169	312,0	577	49,2	49,2		11,73	11,73	A	A		
2003	ESMALTEC	CC 3165	312,0	577	53,9	53,9		10,71	10,71	B	B		
2003	ESMALTEC	CC 4506	447,0	827	71,8	71,8		11,52	11,52	B	B		
2003	METALFRIO	MX-20	161,0	298	27,0	27,0		11,03	11,03	A	A	SIM	SIM
2003	METALFRIO	MX-30	238,0	440	40,2	40,2		10,95	10,95	A	A	SIM	SIM
2003	METALFRIO	MX-40	350,0	648	54,0	54,0		11,99	11,99	A	A	SIM	SIM
2003	METALFRIO	HD-17	164,0	303	31,0	31,0		9,79	9,79	A	A	SIM	SIM
2003	METALFRIO	DA-300	289,0	535	46,2	46,2		11,57	11,57	A	A		
2003	METALFRIO	DA-550	540,0	999	77,0	77,0		12,97	12,97	A	A		
2003	CONSUL	CHA22C	213,0	394	36,1	36,1		10,92	10,92	A	A	SIM	SIM
2003	CONSUL	CHA31C	305,0	564	41,6	41,6		13,56	13,56	A	A	SIM	SIM

2003	CONSUL	CHB42C	404,0	747	87,8	87,8		8,51	8,51	F	F		
2003	CONSUL	CHB53C	519,0	960	84,6	84,6		11,35	11,35	C	C		
2003	CONSUL	CHA42A	404,0	747	60,5	60,1		12,35	12,44	A	A		
2003	CONSUL	CHA53A	519,0	960	71,5	68,0		13,43	14,12	A	A	SIM	SIM
2004	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4	34,7	1,43	1,28	G	G		
2004	ELECTROLUX	H210	201,0	372	50,8	45,0	41,3	1,23	1,09	F	D		
2004	ELECTROLUX	H300	305,0	564	52,9	52,9	55,8	0,95	0,95	B	B		
2004	ESMALTEC	CC2256T1	222,0	411	38,3	38,3	44,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	ESMALTEC	CC3169T1	312,0	577	49,2	49,2	56,8	0,87	0,87	A	A		
2004	ESMALTEC	CC3165T2	312,0	577	53,9	53,9	56,8	0,95	0,95	B	B		
2004	ESMALTEC	CC4506T2	447,0	827	71,8	71,8	75,8	0,95	0,95	B	B		
2004	METALFRIO	MX20	161,0	298	27,0	27,0	35,7	0,76	0,76	A	A	SIM	SIM
2004	METALFRIO	MX30	238,0	440	40,2	40,2	46,4	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	METALFRIO	MX40	350,0	648	54,0	54,0	62,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	METALFRIO	HD17	166,0	307	31,0	31,0	36,4	0,85	0,85	A	A	SIM	SIM
2004	METALFRIO	DA170	166,0	307	38,5	36,0	36,4	1,06	0,99	D	C		
2004	CONSUL	CHA22C	213,0	394	36,1	36,1	43	0,84	0,84	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CHA31C	305,0	564	41,6	41,6	55,8	0,75	0,75	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CHB42C	404,0	747	87,8	87,8	69,7	1,26	1,26	F	F		
2004	CONSUL	CHB53C	519,0	960	84,6	84,6	85,9	0,98	0,98	C	C		
2004	CONSUL	CHA53A	519,0	960	71,5	68,0	85,9	0,83	0,79	A	A	SIM	SIM
2005	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4	34,7	1,43	1,28	G	G		
2005	ELECTROLUX	H210	201,0	372	50,8	45,0	41,3	1,23	1,09	F	D		
2005	ELECTROLUX	H300	305,0	564	52,9	52,9	55,8	0,95	0,95	B	B		
2005	ESMALTEC	CC2256ECT1	222,0	411	38,3	38,3	44,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	ESMALTEC	CC3169ECT1	312,0	577	48,0	48,0	56,8	0,85	0,85	A	A	SIM	SIM
2005	ESMALTEC	CC3165ECT2	312,0	577	53,9	53,9	56,8	0,95	0,95	B	B		
2005	ESMALTEC	CC4506ECT2	447,0	827	71,8	71,8	75,8	0,95	0,95	B	B		
2005	ESMALTEC	EFH250	239,0	442	44,0	44,0	46,6	0,94	0,94	B	B		
2005	ESMALTEC	EFH350	337,0	623	56,4	56,4	60,3	0,94	0,94	B	B		
2005	ESMALTEC	EFH500	484,0	895	76,5	76,5	80,9	0,95	0,95	B	B		
2005	METALFRIO	MX20	161,0	298	27,0	27,0	35,7	0,76	0,76	A	A	SIM	SIM
2005	METALFRIO	MX30	238,0	440	40,2	40,2	46,4	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM

2005	METALFRIO	MX40	350,0	648	54,0	54,0	62,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	METALFRIO	HD17	166,0	307	31,0	31,0	36,4	0,85	0,85	A	A	SIM	SIM
2005	METALFRIO	DA170	166,0	307	38,5	36,0	36,4	1,06	0,99	D	C		
2005	CONSUL	CHA22C	213,0	394	36,1	36,1	43	0,84	0,84	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CHA31C	305,0	564	41,6	41,6	55,8	0,75	0,75	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CHB42C	404,0	747	87,8	87,8	69,7	1,26	1,26	F	F		
2005	CONSUL	CHB53C	519,0	960	84,6	84,6	85,9	0,98	0,98	C	C		

**Tabela A.2 – Consumo padronizado de Refrigeradores compactos (Fonte: PBE/INMETRO)**

ANO	MARCA	MODELO	VOLUME INTERNO (l)		CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)		CONSUMO PADRÃO (Cp)	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA		FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO SELO		SELO PROCEL	
			TOTAL	AJUST	127 V	220 V		127 V	220 V	127 V	220 V	127 V	220 V
1999	CONSUL	CRT05B	47,0	47	21,30	19,50		2,21	2,41	F	F		
1999	CONSUL	CRT08B	80,0	80	23,20	23,00		3,45	3,48	D	D		
1999	CONSUL	CRT12B	120,0	120	31,00	31,00		3,87	3,87	C	C		
1999	ELECTROLUX	R130	130,0	137	26,00	31,00		5,29	4,43	A	B		
2000	ELECTROLUX	R130	135,0	142	22,50	22,50		6,29	6,29	A	A		
2000	CONSUL	CRT05C	46,0	46	21,00	20,00		2,19	2,30	F	F		
2000	CONSUL	CRT08C	76,0	76	19,00	21,00		4,00	3,62	C	D		
2000	CONSUL	CRT12C	115,0	115	25,00	28,00		4,60	4,11	B	C		
2001	CONSUL	CRT05C	46,0	46	21,00	20,00		2,19	2,30	G	F		
2001	CONSUL	CRT08C	76,0	76	19,00	21,00		4,00	3,62	D	D		
2001	CONSUL	CRT12C	115,0	115	25,00	28,00		4,60	4,11	C	C		
2001	ELECTROLUX	R130	135,0	142	22,50	22,50		6,29	6,29	A	A		
2002	BRASTEMP	BRP12P	115,0	115	25,00	22,80		4,60	5,04	B	A		SIM
2002	CONSUL	CRT05C	46,0	46	21,00	20,00		2,19	2,30	F	F		
2002	CONSUL	CRT08C	76,0	76	19,00	21,00		4,00	3,62	C	D		
2002	CONSUL	CRT12C	115,0	115	25,00	22,80		4,60	5,04	B	A		SIM
2002	ELECTROLUX	R130	135,0	142	22,50	22,50		6,29	6,29	A	A	SIM	SIM
2003	ELECTROLUX	R130	135,0	142	20,80	20,80	24,00	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM

2003	BRASTEMP	BRP12P	115,0	115	25,00	22,80	23,10	1,08	0,99	D	C		
2003	CONSUL	CRT05D / CRT05Q / CRT05I	46,0	46	17,90	17,90	20,70	0,86	0,86	A	A	SIM	SIM
2003	CONSUL	CRT08D / CRT08Q / CRT08I	76,0	76	18,10	16,10	21,70	0,83	0,74	A	A	SIM	SIM
2003	CONSUL	CRT12C	115,0	115	25,00	22,80	23,10	1,08	0,99	D	C		
2004	ELECTROLUX	R130	135,0	142	20,80	20,80	24,00	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	BRASTEMP	BRP12P	115,0	115	25,00	22,80	23,10	1,08	0,99	D	C		
2004	BRASTEMP	BRC12X	117,0	120	20,20	20,20	23,30	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CRC24C	213,0	222	30,50	29,10	26,80	1,14	1,09	E	D		
2004	CONSUL	CRT05D / CRT05Q / CRT05I	45,0	45	17,90	17,90	20,70	0,86	0,86	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CRT08D / CRT08Q / CRT08I	76,0	76	18,10	16,10	21,70	0,83	0,74	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CRT12C	115,0	115	25,00	22,80	23,10	1,08	0,99	D	C		
2004	CONSUL	CRC05A	45,0	45	17,90	17,90	20,70	0,86	0,86	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CRC08A CRC08P	76,0	79	19,00	19,00	21,90	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CRC12A	117,0	120	20,20	20,20	23,30	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	ELECTROLUX	R130	135,0	142	20,80	20,80	24,00	0,87	0,87	A	A		
2005	BRASTEMP	BRP12P	115,0	115	25,00	22,80	23,10	1,08	0,99	D	C		
2005	BRASTEMP	BRC12X	117,0	120	20,20	20,20	23,30	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CRC24C / CRC24D / CRC23D	213,0	222	30,50	29,10	26,80	1,14	1,09	E	D		
2005	CONSUL	CRT05D / CRT05Q / CRT05I	45,0	45	17,90	17,90	20,70	0,86	0,86	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CRT08D / CRT08Q / CRT08I	76,0	76	18,10	16,10	21,70	0,83	0,74	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CRT12C	115,0	115	25,00	22,80	23,10	1,08	0,99	D	C		
2005	CONSUL	CRC05A	45,0	45	17,90	17,90	20,70	0,86	0,86	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CRC08A CRC08P	76,0	79	19,00	19,00	21,90	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CRC12A	117,0	120	20,20	20,20	23,30	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM

**Tabela A.3 – Consumo padronizado de Refrigeradores combinados (Fonte: PBE/INMETRO)**

ANO	MARCA	MODELO	VOLUME INTERNO (l)		CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)		CONSUMO PADRÃO (Cp)	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA		FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO SELO		SELO PROCEL	
			TOTAL	AJUST	127 V	220 V		127 V	220 V	127 V	220 V	127 V	220 V
1999	CONTINENTAL	RC43DA	431,0	554	64,00	64,00		8,66	8,66	A	A	SIM	SIM
1999	BOSCH	RB40	388,0	497	67,00	67,00		7,41	7,41	B	B		
1999	BOSCH	RB43	431,0	554	64,00	64,00		8,66	8,66	A	A	SIM	SIM
1999	CONSUL	CRD34A	338,0	392	49,00	49,00		7,99	7,99	A	A	SIM	SIM
1999	CONSUL	CRD38A	375,0	441	49,00	49,00		9,00	9,00	A	A	SIM	SIM
1999	ELECTROLUX	DC 360	361,7	431	55,00	55,00		7,85	7,85	A	A		
1999	ELECTROLUX	D440	440,0	529	70,00	70,00		7,56	7,56	A	A		
2000	BOSCH	RB40	400,0	522	67,00	67,00		7,80	7,80	A	A		
2000	BOSCH	RB43	446,0	568	67,00	67,00		8,48	8,48	A	A	SIM	SIM
2000	CONTINENTAL	RC43	446,0	568	67,0	67,0		8,48	8,48	A	A		
2000	CONTINENTAL	RC34	338,0	410	62,0	62,0		6,62	6,62	C	C		
2000	CCE	C35SL	337,0	400	53,0	53,0		7,55	7,55	A	A		
2000	CCE	C43SL	418,0	495	64,0	64,0		7,74	7,74	A	A	SIM	SIM
2000	ELECTROLUX	DC 360	351,0	422	55,0	55,0		7,66	7,66	A	A	SIM	SIM
2000	ELECTROLUX	DC 440	427,0	515	67,4	67,4		7,65	7,65	A	A	SIM	SIM
2000	BRASTEMP	BRD32B	322,0	382	52,0	52,0		7,35	7,35	B	B		
2000	BRASTEMP	BRD46A	432,0	511	57,7	56,8		8,85	9,00	A	A	SIM	SIM
2000	CONSUL	CRD36A	331,0	383	50,8	48,0		7,54	7,98	A	A	SIM	SIM
2000	CONSUL	CRD39A	362,0	427	51,3	51,3		8,33	8,33	A	A	SIM	SIM
2000	CONSUL	CRD45A	423,5	502	52,0	59,4		9,64	8,44				
2001	BOSCH	RB 46	445,0	567	66,0	66,0		8,60	8,60	A	A	SIM	SIM
2001	BOSCH	RB 41	400,0	522	67,0	67,0		7,80	7,80	B	B		
2001	BOSCH	RB 35	337,0	409	58,5	58,5		7,00	7,00	C	C		
2001	BRASTEMP	BRO31A	292,0	320	46,0	46,0		6,96	6,96				
2001	BRASTEMP	BRO35A	333,0	361	51,0	47,0		7,08	7,68				

2001	BRASTEMP	BRD33B	328,0	390	53,1	47,2		7,35	8,26	C	A		
2001	BRASTEMP	BRD36C	343,0	389	54,9	49,2		7,09	7,91				
2001	BRASTEMP	BRD46A	432,0	511	57,7	56,8		8,85	9,00	A	A	SIM	SIM
2001	CCE	C35SL	337,0	400	52,5	52,5		7,62	7,62				
2001	CCE	C43SL	418,0	495	60,0	60,0		8,26	8,26	A	A	SIM	SIM
2001	CCE	T43SL	417,0	494	65,0	65,0		7,61	7,61				
2001	BLUE SKY	C35SL	337,0	400	52,5	52,5		7,62	7,62				
2001	HOUSTON	T43SL	417,0	494	65,0	65,0		7,61	7,61				
2001	CONSUL	CRD33A	321,0	382	51,5	46,0		7,42	8,31	C	A		
2001	CONSUL	CRD36A	331,0	383	50,8	48,0		7,54	7,98	C	B		
2001	CONSUL	CRD39A	362,0	428	51,3	51,3		8,33	8,33	A	A	SIM	SIM
2001	CONSUL	CRD45A	424,0	505	59,7	59,4		8,45	8,50	A	A	SIM	SIM
2001	CONTINENTAL	RC 46	446,0	568	66,0	66,0		8,61	8,61	A	A	SIM	SIM
2001	CONTINENTAL	RC 35	338,0	410	58,5	58,5		7,01	7,01	C	C		
2001	ELECTROLUX	DC 360	351,0	422	61,0	61,0		6,91	6,91	C	C		
2001	ELECTROLUX	DC 440	427,0	515	67,4	67,4		7,65	7,65	B	B		
2001	GE	GE360D	351,0	422	61,0	61,0		6,91	6,91	C	C		
2001	GE	GE440D	427,0	515	67,4	67,4		7,65	7,65	A	A		
2002	BOSCH	RB-35	338,0	410	54,0	54,0		7,60	7,60	B	B		
2002	BOSCH	RB-41	400,0	522	64,0	64,0		8,16	8,16	A	A	SIM	SIM
2002	BOSCH	RB-46	445,0	567	66,0	64,5		8,60	8,80	A	A	SIM	SIM
2002	BRASTEMP	BRO31A	292,0	320	46,0	46,0		6,96	6,96	C	C		
2002	BRASTEMP	BRO35A	333,0	361	51,0	47,0		7,08	7,68	C	B		
2002	BRASTEMP	BRD33A	328,0	390	53,1	47,2		7,35	8,26	C	A		SIM
2002	BRASTEMP	BRD36C	332,0	392	47,5	45,9		8,24	8,53	A	A	SIM	SIM
2002	BRASTEMP	BRD47A	432,0	514	57,7	56,8		8,92	9,06	A	A	SIM	SIM
2002	BLUE SKY	C35SL	337,0	400	49,0	49,0		8,16	8,16	A	A		
2002	CASSINO	C35SL	337,0	400	49,0	49,0		8,16	8,16	A	A		
2002	CASSINO	T43SL	417,0	494	60,5	60,5		8,17	8,17	A	A	SIM	SIM
2002	CCE	C35SL	337,0	400	49,0	49,0		8,16	8,16	A	A		
2002	CCE	T43SL	417,0	494	60,5	60,5		8,17	8,17	A	A	SIM	SIM
2002	CONSUL	CRD33A	321,0	382	51,5	46,0		7,42	8,31	C	A		SIM
2002	CONSUL	CRD36B	331,0	383	39,9	39,8		9,60	9,63	A	A	SIM	SIM



2002	CONSUL	CRD39B	362,0	430	51,3	51,3		8,38	8,38	A	A	SIM	SIM
2002	CONSUL	CRD45B	424,0	502	59,7	59,4		8,41	8,45	A	A	SIM	SIM
2002	CONTINENTAL	RC-32	303,0	346	49,0	49,0		7,05	7,05	D	D		
2002	CONTINENTAL	RC-35	338,0	410	54,0	54,0		7,60	7,60	B	B		
2002	CONTINENTAL	RC-46	446,0	568	66,0	66,0		8,61	8,61	A	A	SIM	SIM
2002	ELECTROLUX	DC360	351,0	422	61,0	61,0		6,91	6,91	C	C		
2002	ELECTROLUX	DC38	360,0	432	51,0	51,0		8,48	8,48	A	A	SIM	SIM
2002	ELECTROLUX	DC440	427,0	515	67,4	67,4		7,65	7,65	B	B		
2002	ELECTROLUX	DC47	462,0	560	59,0	59,0		9,49	9,49	A	A	SIM	SIM
2002	HOUSTON	T43SL	417,0	494	60,5	60,5		8,17	8,17	A	A	SIM	SIM
2002	SALFER	SF-450T	417,0	494	60,5	60,5		8,17	8,17	A	A	SIM	SIM
2003	CCE	C360	337,0	400	46,6	46,6	53,7	0,868	0,868	A	A		
2003	CCE	C360A	337,0	400	40,0	40,0	53,7	0,745	0,745	A	A	SIM	SIM
2003	CCE	T450	417,0	494	59,0	59,0	62,3	0,947	0,947	B	B		
2003	CCE	T450A	417,0	494	54,0	54,0	62,3	0,867	0,867	A	A		
2003	BLUE SKY	C35SL	337,0	400	46,6	46,6	53,7	0,868	0,868	A	A		
2003	SALFER	SF-360D	337,0	400	46,6	46,6	53,7	0,868	0,868	A	A		
2003	SALFER	SF-450T	417,0	494	59,0	59,0	62,3	0,947	0,947	B	B		
2003	ELECTROLUX	DC360	351,0	422	61,0	61,0	55,7	1,095	1,095	D	D		
2003	ELECTROLUX	DC38	360,0	427	48,8	48,8	56,2	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2003	ELECTROLUX	DC45	430,0	524	56,5	56,5	65,1	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2003	ELECTROLUX	DC47	462,0	556	59,0	59,0	68	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2003	CONTINENTAL	RSV32	303,0	346	48,5	48,5	48,8	0,994	0,994	C	C		
2003	CONTINENTAL	RSV35	338,0	410	54,0	54,0	54,6	0,989	0,989	C	C		
2003	CONTINENTAL	RSV46	446,0	568	60,0	60,0	69,1	0,868	0,868	A	A		
2003	BOSCH	RB35	338,0	410	54,0	54,0	54,6	0,989	0,989	C	C		
2003	BOSCH	KSV42	400,0	522	60,2	60,8	64,9	0,928	0,937	B	B		
2003	BOSCH	KSV47	445,0	567	57,6	56,2	69	0,835	0,814	A	A	SIM	SIM
2003	BRASTEMP	BRO31A	292,0	320	46,0	46,0	46,4	0,991	0,991	C	C		
2003	BRASTEMP	BRO35A	333,0	361	51,0	47,0	50,2	1,016	0,936	C	B		
2003	BRASTEMP	BRR31A	284,0	312	39,7	39,7	46,4	0,856	0,856	A	A	SIM	SIM
2003	BRASTEMP	BRR35A	324,0	352	42,8	42,8	50,2	0,853	0,853	A	A	SIM	SIM
2003	BRASTEMP	BRD36D	332,0	389	45,7	45,7	52,7	0,867	0,867	A	A	SIM	SIM

2003	BRASTEMP	BRD47C	432,0	511	52,4	51,5	63,9	0,820	0,806	A	A	SIM	SIM
2003	BRASTEMP	BRH33A	276,0	336	44,1	43,8	47,9	0,921	0,914	B	B		
2003	CONSUL	CRD33A	321,0	382	51,5	46,0	52,1	0,988	0,883	C	B		
2003	CONSUL	CRD36C	331,0	383	42,0	39,8	52,2	0,805	0,762	A	A	SIM	SIM
2003	CONSUL	CRD39C	362,0	427	45,0	45,0	56,2	0,801	0,801	A	A	SIM	SIM
2003	CONSUL	CRD45C	424,0	502	53,0	53,0	63,1	0,840	0,840	A	A	SIM	SIM
2004	BOSCH	RB35	338,0	410	54,0	54,0	54,6	0,989	0,989	C	C		
2004	BOSCH	KSV42	413,0	538	60,2	60,2	66,4	0,907	0,907	B	B		
2004	BOSCH	KSV43A	402,0	481	52,0	52,0	61,1	0,851	0,851	A	A	SIM	SIM
2004	BOSCH	KSV47	457,0	582	57,6	56,2	70,4	0,818	0,798	A	A	SIM	SIM
2004	BOSCH	KSV36	342,0	418	48,1	48,1	55,4	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2004	CONTINENTAL	RSV32	303,0	346	53,0	53,0	48,8	1,086	1,086	D	D		
2004	CONTINENTAL	RSV35	338,0	410	51,8	51,8	54,6	0,949	0,949	B	B		
2004	CONTINENTAL	RSV46	445,0	567	59,8	59,8	69	0,867	0,867	A	A		
2004	ELECTROLUX	DC360	351,0	422	61,0	61,0	55,7	1,095	1,095	D	D		
2004	ELECTROLUX	DC38	360,0	427	48,8	48,8	56,2	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2004	ELECTROLUX	DC45	430,0	524	56,5	56,5	65,1	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2004	ELECTROLUX	DC47	462,0	556	59,0	59,0	68	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2004	ESMALTEC	RDP360	307,0	366	33,1	33,1	50,6	0,654	0,654	A	A	SIM	SIM
2004	DAKO	DD360	337,0	400	46,6	46,6	53,7	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2004	DAKO	DT450	417,0	494	54,0	54,0	62,3	0,867	0,867	A	A	SIM	SIM
2004	DAKO	DD365	337,0	400	50,9	50,9	53,7	0,948	0,948	B	B		
2004	DAKO	DT455	417,0	494	59,0	59,0	62,3	0,947	0,947	B	B		
2004	CCE	C360	337,0	400	50,9	50,9	53,7	0,948	0,948	B	B		
2004	CCE	T450	417,0	494	59,0	59,0	62,3	0,947	0,947	B	B		
2004	BLUE SKY	C35SL	337,0	400	50,9	50,9	53,7	0,948	0,948	B	B		
2004	SALFER	SF360D	337,0	400	50,9	50,9	53,7	0,948	0,948	B	B		
2004	BRASTEMP	BRO31A	292,0	320	46,0	46,0	46,4	0,991	0,991	C	C		
2004	BRASTEMP	BRO35A	333,0	361	51,0	47,0	50,2	1,016	0,936	C	B		
2004	BRASTEMP	BRR31A	284,0	312	39,7	39,7	45,7	0,869	0,869	A	A	SIM	SIM
2004	BRASTEMP	BRR35A	324,0	352	42,8	42,8	49,3	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2004	BRASTEMP	BRD36D/ BRD36E	332,0	389	45,7	45,7	52,7	0,867	0,867	A	A	SIM	SIM

2004	BRASTEMP	BRD47C / BRD46C	432,0	511	52,4	51,5	63,9	0,820	0,806	A	A	SIM	SIM
2004	BRASTEMP	BRH33A	276,0	336	47,0	45,6	47,9	0,981	0,952	C	C		
2004	CONSUL	CRD33A / CRD34B	321,0	382	51,5	46,0	52,1	0,988	0,883	C	B		
2004	CONSUL	CRD36C	331,0	383	42,0	39,8	52,2	0,805	0,762	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CRD39C / CRD40A	362,0	427	45,0	45,0	56,2	0,801	0,801	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CRD45C / CRD47A	424,0	502	53,0	53,0	63,1	0,840	0,840	A	A	SIM	SIM
2005	BOSCH	RB35	338,0	410	54,0	54,0	54,6	0,989	0,989	C	C		
2005	BOSCH	KSV42	413,0	538	60,2	60,2	66,4	0,907	0,907	B	B		
2005	BOSCH	KSV47	457,0	582	57,6	56,2	70,4	0,818	0,798	A	A	SIM	SIM
2005	BOSCH	KSV36	342,0	418	48,1	48,1	55,4	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2005	BOSCH	KSV43A	402,0	481	52,0	52,0	61,1	0,851	0,851	A	A	SIM	SIM
2005	BOSCH	KSV42A	413,0	538	57,6	57,6	66,4	0,867	0,867	A	A	SIM	SIM
2005	BOSCH	KSV47A	453,0	578	57,6	57,6	70	0,823	0,823	A	A	SIM	SIM
2005	BOSCH	KSV36A	342,0	418	48,1	48,1	55,4	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2005	CONTINENTAL	RSV32	303,0	346	48,5	48,5	48,8	0,994	0,994	C	C		
2005	CONTINENTAL	RSV35	338,0	410	51,8	51,8	54,6	0,949	0,949	B	B		
2005	CONTINENTAL	RSV37A	336,0	407	55,0	55,0	54,4	1,011	1,011	C	C		
2005	CONTINENTAL	RSV43A	402,0	481	52,0	52,0	61,1	0,851	0,851	A	A	SIM	SIM
2005	CONTINENTAL	RSV47A	453,0	578	57,6	56,2	70	0,823	0,803	A	A	SIM	SIM
2005	CONTINENTAL	RSV42	402,0	481	52,0	52,0	61,1	0,851	0,851	A	A	SIM	SIM
2005	ELECTROLUX	DC360	351,0	422	61,0	61,0	55,7	1,095	1,095	D	D		
2005	ELECTROLUX	DC38	360,0	427	48,8	48,8	56,2	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2005	ELECTROLUX	DC45	430,0	524	56,5	56,5	65,1	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2005	ELECTROLUX	DC47	462,0	556	59,0	59,0	68	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2005	ESMALTEC	RUP-360	307,0	366	33,1	33,1	50,6	0,654	0,654	A	A	SIM	SIM
2005	DAKO	DD 360	337,0	400	46,6	46,6	53,7	0,868	0,868	A	A	SIM	SIM
2005	DAKO	DT 450	417,0	494	54,0	54,0	62,3	0,867	0,867	A	A	SIM	SIM
2005	DAKO	DD 365	337,0	400	50,9	50,9	53,7	0,948	0,948	B	B		
2005	DAKO	DT 455	417,0	494	59,0	59,0	62,3	0,947	0,947	B	B		
2005	GE	CD420	407,0	504	43,0	43,0	63,2	0,680	0,680	A	A	SIM	SIM
2005	GE	CD470	446,0	543	43,0	43,0	66,8	0,644	0,644	A	A	SIM	SIM

2005	CCE	C360	337,0	400	50,9	50,9	53,7	0,948	0,948	B	B		
2005	CCE	T450	417,0	494	59,0	59,0	62,3	0,947	0,947	B	B		
2005	BLUE SKY	C35SL	337,0	400	50,9	50,9	53,7	0,948	0,948	B	B		
2005	SALFER	SF-360D	337,0	400	50,9	50,9	53,7	0,948	0,948	B	B		
2005	BRASTEMP	BRO31A	292,0	320	46,0	46,0	46,4	0,991	0,991	C	C		
2005	BRASTEMP	BRO35A	333,0	361	51,0	47,0	50,2	1,016	0,936	C	B		
2005	BRASTEMP	BRD36D/ BRD36E	332,0	389	45,7	45,7	52,7	0,867	0,867	A	A	SIM	SIM
2005	BRASTEMP	BRD47C/ BRD46C	432,0	511	52,4	51,5	63,9	0,820	0,806	A	A	SIM	SIM
2005	BRASTEMP	BRH33A	276,0	336	47,0	45,6	47,9	0,981	0,952	C	C		
2005	BRASTEMP	BRD48D	450,0	556	51,0	51,0	68	0,750	0,750	A	A	SIM	SIM
2005	BRASTEMP	BRE48D/ XRE48D	425,0	524	55,0	53,0	65,1	0,845	0,814	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CRD33A/ CRD34B	321,0	382	51,5	46,0	52,1	0,988	0,883	C	B		
2005	CONSUL	CRD36C/ CRD37A	331,0	383	42,0	39,8	52,2	0,805	0,762	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CRD39C/ CRD40A	362,0	427	45,0	45,0	56,2	0,801	0,801	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CRD45C/ CRD47A	424,0	502	53,0	53,0	63,1	0,840	0,840	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CRD48D	450,0	556	51,0	51,0	68	0,750	0,750	A	A	SIM	SIM

**Tabela A.4 – Consumo padronizado de Freezer Vertical (Fonte: PBE/INMETRO)**

ANO	MARCA	MODELO	VOLUME INTERNO (l)		CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)		CONSUMO PADRÃO (Cp)	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA		FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO SELO		SELO PROCEL	
			TOTAL	AJUST	127 V	220 V		127 V	220 V	127 V	220 V	127 V	220 V
1999	BOSCH	FB 23	228,0	410	39,0	39,0		10,52	10,52	A	A	SIM	SIM
1999	BOSCH	FB 31	314,0	581	59,0	59,0		9,85	9,85	B	B		
1999	CONTINENTAL	FC 23XM	228,0	410	39,0	39,0		10,52	10,52	A	A	SIM	SIM
1999	CONSUL	CVU 16C	157,0	288	44,5	47,9		6,47	6,01	E	F		
1999	CONSUL	CVU 19B	186,0	344	55,1	55,4		6,25	6,21	F	F		

1999	CONSUL	CVU 24A	236,0	433	46,1	46,1		9,40	9,40	B	B		
1999	CONSUL	CVU 28B	273,1	502	57,0	57,0		8,80	8,80	C	C		
1999	BRASTEMP	BVG 22A	222,0	407	66,0	63,5		6,17	6,41	F	E		
1999	BRASTEMP	BVS 24A	236,0	433	47,0	47,0		9,22	9,22	B	B		
1999	BRASTEMP	BVG 26B	257,0	472	76,0	74,0		6,21	6,38	F	F		
1999	BRASTEMP	BVS 28A	273,1	502	54,0	54,0		9,29	9,29	B	B		
1999	ELECTROLUX	F170	171,0	316	38,0	38,0		8,33	8,33	C	C		
1999	ELECTROLUX	F210	208,0	385	38,0	38,0		10,13	10,13	A	A		
1999	ELECTROLUX	FF240	235,0	435	71,0	71,0		6,12	6,12	D	D		
1999	ELECTROLUX	F250	246,0	455	44,0	44,0		10,34	10,34	A	A		
2000	BOSCH	FB 23	239,0	442	43,9	43,9		10,07	10,07	A	A	SIM	SIM
2000	BOSCH	FB 31	300,0	555	55,0	55,0		10,09	10,09	A	A	SIM	SIM
2000	CONTINENTAL	FC18	179,0	331	54,0	54,0		6,13	6,13	F	F		
2000	CONTINENTAL	FC31	300,0	555	55,0	55,0		10,09	10,09	A	A	SIM	SIM
2000	CONTINENTAL	FC 23	239,0	442	43,8	43,9		10,09	10,07	A	A	SIM	SIM
2000	CCE	F22SL	209,0	387	46,5	46,5		8,32	8,32	C	C		
2000	CCE	F26SL	251,0	464	48,5	48,5		9,57	9,57	B	B		
2000	ELECTROLUX	F170	168,0	311	44,3	40,3		7,02	7,71	E	D		
2000	ELECTROLUX	F210	204,0	377	46,1	43,7		8,19	8,64	D	C		
2000	ELECTROLUX	FF240	218,0	403	71,0	71,0		5,68	5,68	E	E		
2000	ELECTROLUX	F250	242,0	448	50,5	49,4		8,87	9,06	C	C		
2000	BRASTEMP	BVP10A	66,0	122	42,0	38,0		2,91	3,21	G	G		
2000	BRASTEMP	BVG 23A	204,0	377	66,0	63,5		5,72	5,94	E	E		
2000	BRASTEMP	BVS 25A	229,0	424	48,5	48,5		8,74	8,74	C	C		
2000	BRASTEMP	BVG 27A	230,0	426	76,0	74,0		5,60	5,75	E	E		
2000	BRASTEMP	BVS 29A	265,0	490	54,0	54,0		9,08	9,08	C	C		
2000	CONSUL	CVT10A	66,0	122	42,0	38,0		2,91	3,21	G	G		
2000	CONSUL	CVU 17A	123,0	228	44,5	47,9		5,11	4,75	G	G		
2000	CONSUL	CVU 20A	148,0	274	55,1	55,4		4,97	4,94	G	G		
2000	CONSUL	CVU 25A	229,0	424	48,5	48,5		8,74	8,74	C	C		
2000	CONSUL	CVU 29A	265,0	490	57,0	57,0		8,60	8,60	C	C		
2001	BOSCH	FB 26	238,0	440	43,9	43,9		10,03	10,03	B	B		
2001	BOSCH	FB 32	300,0	555	55,0	55,0		10,09	10,09	B	B		

2001	BRASTEMP	BVP10A	66,0	122	42,0	38,0		2,91	3,21	G	G		
2001	BRASTEMP	BVG 24A	239,0	438	66,8	64,2		6,56	6,82	F	F		
2001	BRASTEMP	BVS 26A	231,0	423	46,2	46,2		9,15	9,15	C	C		
2001	BRASTEMP	BVG 28A	276,0	502	63,7	63,3		7,89	7,94	E	E		
2001	BRASTEMP	BVE 28A/P	276,0	502	69,0	69,0		7,28	7,28	F	F		
2001	BRASTEMP	BVS 30A	246,0	452	49,5	47,8		9,14	9,46	C	C		
2001	CCE	F22SL	209,0	387	46,5	46,5		8,32	8,32	D	D		
2001	CCE	F26SL	251,0	464	48,5	48,5		9,57	9,57	B	B		
2001	BLUE SKY	F22SL	209,0	387	46,5	46,5		8,32	8,32	D	D		
2001	HOUSTON	F22SL	209,0	387	46,5	46,5		8,32	8,32	D	D		
2001	CONSUL	CVT10A	66,0	122	42,0	38,0		2,91	3,21	G	G		
2001	CONSUL	CVU 17B	123,0	225	49,6	43,8		4,53	5,13	G	G		
2001	CONSUL	CVU 20B	148,0	274	55,7	47,4		4,92	5,78	G	G		
2001	CONSUL	CVU 26A	231,0	423	46,2	46,2		9,15	9,15	C	C		
2001	CONSUL	CVU 30A	246,0	452	49,5	47,8		9,14	9,46	C	C		
2002	BLUE SKY	F 22SL	209,0	387	46,5	46,5		8,32	8,32	D	D		
2002	BOSCH	FB-26	238,0	440	43,9	43,9		10,03	10,03	B	B		
2002	BOSCH	FB-32	300,0	555	55,0	55,0		10,09	10,09	B	B		
2002	BRASTEMP	BVP10A	66,0	122	42,0	38,0		2,91	3,21	G	G		
2002	BRASTEMP	BVG 24A	197,0	364	66,8	64,2		5,46	5,68	F	F		
2002	BRASTEMP	BVS 26A	231,0	423	46,2	46,2		9,15	9,15	C	C		
2002	BRASTEMP	BVG 28A	228,0	422	63,7	63,3		6,62	6,66	E	E		
2002	BRASTEMP	BVE 28A/P	228,0	422	69,0	69,0		6,11	6,11	F	F		
2002	BRASTEMP	BVS 30A	246,0	455	49,5	47,8		9,19	9,52	D	D		
2002	CASSINO	F 22SL	209,0	387	46,5	46,5		8,32	8,32	D	D		
2002	CCE	F 22SL	209,0	387	46,5	46,5		8,32	8,32	D	D		
2002	CCE	F 26SL	251,0	464	48,5	48,5		9,57	9,57	C	C		
2002	CONSUL	CVT10A	66,0	122	42,0	38,0		2,91	3,21	G	G		
2002	CONSUL	CVU 17B	123,0	228	49,6	43,8		4,59	5,20	G	G		
2002	CONSUL	CVU 20B	148,0	274	55,7	47,4		4,92	5,78	G	G		
2002	CONSUL	CVU 26A	231,0	427	46,2	46,2		9,25	9,25	C	C		
2002	CONSUL	CVU 30A	246,0	455	49,5	47,8		9,19	9,52	C	C		
2002	CONTINENTAL	FC-20	182,0	337	54,0	54,0		6,24	6,24	G	G		

2002	CONTINENTAL	FC-26	238,0	440	43,9	43,9		10,03	10,03	B	B		
2002	CONTINENTAL	FC-32	300,0	555	55,0	55,0		10,09	10,09	B	B		
2002	ELECTROLUX	F170	168,0	311	42,5	40,3		7,31	7,71	E	E		
2002	ELECTROLUX	FE22	204,0	377	45,3	41,3		8,33	9,14	D	C		
2002	ELECTROLUX	FE26	242,0	448	49,0	49,0		9,14	9,14	C	C		
2002	ELECTROLUX	FFE24	218,0	403	71,0	71,0		5,68	5,68	F	F		
2002	HOUSTON	F 22SL	209,0	387	46,5	46,5		8,32	8,32	D	D		
2002	SALFER	SF-240FV	209,0	387	46,5	46,5		8,32	8,32	D	D		
2002	SALFER	SF-280FV	251,0	464	48,5	48,5		9,57	9,57	C	C		
2003	ELECTROLUX	F170	145,0	268	44,5	44,5	44,9	0,99	0,99	C	C		
2003	ELECTROLUX	F170E	145,0	268	38,9	38,9	44,9	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2003	ELECTROLUX	FE22	173,0	313	39,8	39,8	45,8	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2003	ELECTROLUX	FE26	203,0	369	40,8	40,8	47	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2003	CONTINENTAL	FC20	182,0	337	54,0	54,0	46,3	1,17	1,17	E	E		
2003	CONTINENTAL	FC26-2	238,0	440	42,1	42,1	48,5	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2003	BOSCH	FB32	300,0	555	55,0	55,0	50,9	1,08	1,08	D	D		
2003	BOSCH	FB26-2	238,0	440	42,1	42,1	48,5	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2003	BRASTEMP	BVP10Q	66,0	122	32,3	32,7	41,8	0,77	0,78	A	A	SIM	SIM
2003	BRASTEMP	BVS26B	231,0	423	41,8	41,8	48,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2003	CONSUL	CVT10B	66,0	122	32,3	32,7	41,8	0,77	0,78	A	A	SIM	SIM
2003	CONSUL	CVU17B	123,0	225	49,6	43,8	44	1,13	1,00	E	C		
2003	CONSUL	CVU20B	148,0	271	55,7	47,4	44,9	1,24	1,06	F	D		
2003	CONSUL	CVU26B	231,0	423	41,8	41,8	48,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2003	CONSUL	CVU30B	246,0	451	42,2	42,2	48,7	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2003	CCE	F220	209,0	387	41,2	41,2	47,4	0,87	0,87	A	A		
2003	CCE	F280	251,0	464	48,5	48,5	49	0,99	0,99	C	C		
2003	BLUE SKY	F22SL	209,0	387	41,2	41,2	47,4	0,87	0,87	A	A		
2003	SALFER	SF-240FV	209,0	387	41,2	41,2	47,4	0,87	0,87	A	A		
2003	SALFER	SF-280FV	251,0	464	48,5	48,5	49	0,99	0,99	C	C		
2004	BOSCH	FB32	300,0	555	55,0	55,0	50,9	1,08	1,08	D	D		
2004	BOSCH	FB26	238,0	440	42,1	42,1	48,5	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	BOSCH	GSD32	300,0	555	44,0	44,0	50,9	0,86	0,86	A	A	SIM	SIM
2004	CONTINENTAL	FC20	182,0	337	54,0	54,0	46,3	1,17	1,17	E	E		

2004	CONTINENTAL	FC26	238,0	440	42,1	42,1	48,5	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	ELECTROLUX	F170	145,0	268	44,5	44,5	44,9	0,99	0,99	C	C		
2004	ELECTROLUX	FE18	145,0	268	38,9	38,9	44,9	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	ELECTROLUX	FE22	173,0	313	39,8	39,8	45,8	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	ELECTROLUX	FE26	203,0	369	40,8	40,8	47	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	ESMALTEC	FV340	298,0	545	43,4	43,4	50,7	0,86	0,86	A	A	SIM	SIM
2004	DAKO	DF280	247,0	451	48,5	48,5	48,7	1,00	1,00	C	C		
2004	CCE	F280	247,0	451	48,5	48,5	48,7	1,00	1,00	C	C		
2004	BRASTEMP	BVP10Q	66,0	122	32,3	32,7	41,8	0,77	0,78	A	A	SIM	SIM
2004	BRASTEMP	BVS26B	231,0	423	41,8	41,8	48,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	BRASTEMP	BVS30B	246,0	451	42,2	42,2	48,7	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CVT10B	66,0	122	32,3	32,7	41,8	0,77	0,78	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CVU17B	123,0	225	49,6	43,8	44	1,13	1,00	E	C		
2004	CONSUL	CVU20B	148,0	271	55,7	47,4	44,9	1,24	1,06	F	D		
2004	CONSUL	CVU26B / CVU26C	231,0	423	41,8	41,8	48,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CVU30B / CVU30C	246,0	451	42,2	42,2	48,7	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	BOSCH	FB32	300,0	555	55,0	55,0	50,9	1,08	1,08	D	D		
2005	BOSCH	FB26	238,0	440	42,1	42,1	48,5	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	BOSCH	GSD32	300,0	555	44,0	44,0	50,9	0,86	0,86	A	A	SIM	SIM
2005	BOSCH	GSD32A	300,0	555	44,0	44,0	50,9	0,86	0,86	A	A	SIM	SIM
2005	CONTINENTAL	FC20	182,0	337	54,0	54,0	46,3	1,17	1,17	E	E		
2005	CONTINENTAL	FC26	238,0	440	42,1	42,1	48,5	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	ELECTROLUX	F170	145,0	268	44,5	44,5	44,9	0,99	0,99	C	C		
2005	ELECTROLUX	FE18	145,0	268	38,9	38,9	44,9	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	ELECTROLUX	FE22	173,0	313	39,8	39,8	45,8	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	ELECTROLUX	FE26	203,0	369	40,8	40,8	47	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	ESMALTEC	FV-340	298,0	545	43,4	43,4	50,7	0,86	0,86	A	A	SIM	SIM
2005	DAKO	DF 280	247,0	451	48,5	48,5	48,7	1,00	1,00	C	C		
2005	CCE	F280	247,0	451	48,5	48,5	48,7	1,00	1,00	C	C		
2005	BRASTEMP	BVP10Q	66,0	122	32,3	32,7	41,8	0,77	0,78	A	A	SIM	SIM
2005	BRASTEMP	BVS26B	231,0	423	41,8	41,8	48,2	0,87	0,87	A	A		
2005	BRASTEMP	BVS30B	246,0	451	42,2	42,2	48,7	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM



2005	CONSUL	CVT10B	66,0	122	32,3	32,7	41,8	0,77	0,78	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CVU17B	123,0	225	49,6	43,8	44	1,13	1,00	E	C		
2005	CONSUL	CVU20B	148,0	271	55,7	47,4	44,9	1,24	1,06	F	D		
2005	CONSUL	CVU26B / CVU26C	231,0	423	41,8	41,8	48,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CVU30C	246,0	451	46,0	46,0	48,7	0,94	0,94	B	B		

**Tabela A.5 – Consumo padronizado de Freezer Vertical FF (Fonte: PBE/INMETRO)**

ANO	MARCA	MODELO	VOLUME INTERNO (l)		CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)		CONSUMO PADRÃO (Cp)	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA		FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO SELO		SELO PROCEL	
			TOTAL	AJUST	127 V	220 V		127 V	220 V	127 V	220 V	127 V	220 V
2003	ELECTROLUX	FFE24	218,0	484	71,0	71,0	67,3	1,05	1,05	D	D		
2003	BRASTEMP	BVG24C	197,0	432	53,0	52,0	66,4	0,80	0,78	A	A		
2003	BRASTEMP	BVG28C / BVG28R	228,0	501	57,0	55,9	67,6	0,84	0,83	A	A		
2003	BRASTEMP	BVE28C / BVE28Y / BVE28T	228,0	501	55,9	58,3	67,6	0,83	0,86	A	A		
2004	ELECTROLUX	FFE24	218,0	484	71,0	71,0	67,3	1,05	1,05	D	D		
2004	BRASTEMP	BVG24C	197,0	432	53,0	52,0	66,4	0,80	0,78	A	A	SIM	SIM
2004	BRASTEMP	BVG28C / BVG28R	228,0	501	57,0	55,9	67,6	0,84	0,83	A	A	SIM	SIM
2004	BRASTEMP	BVE28C / BVE28Y / BVE28T	228,0	501	55,9	58,3	67,6	0,83	0,86	A	A	SIM	SIM
2005	ELECTROLUX	FFE24	218,0	484	71,0	71,0	67,3	1,05	1,05	D	D		
2005	BRASTEMP	BVG24C	197,0	432	53,0	52,0	66,4	0,80	0,78	A	A	SIM	SIM
2005	BRASTEMP	BVG28C / BVG28R	228,0	501	57,0	55,9	67,6	0,84	0,83	A	A		
2005	BRASTEMP	BVE28C / BVE28Y / BVE28T	228,0	501	55,9	58,3	67,6	0,83	0,86	A	A	SIM	SIM

**Tabela A.6 – Consumo padronizado de Freezer Horizontal (Fonte: PBE/INMETRO)**

ANO	MARCA	MODELO	VOLUME INTERNO (l)		CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)		CONSUMO PADRÃO (Cp)	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA		FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO SELO		SELO PROCEL	
			TOTAL	AJUST	127 V	220 V		127 V	220 V	127 V	220 V	127 V	220 V
1999	CONSUL	CHA22B	220,0	407	44,0	44,0		9,25	9,25	B	B		
1999	CONSUL	CHA31B	310,0	574	61,2	61,2		9,37	9,37	B	B		
1999	CONSUL	CHB41B	415,0	768	83,0	83,0		9,25	9,25	B	B		
1999	CONSUL	CHB53B	530,0	981	100,2	100,2		9,79	9,79	B	B		
1999	ELECTROLUX	H160	162,0	300	46,0	45,0		6,52	6,66	E	E		
1999	ELECTROLUX	H210Skin	214,0	396	55,0	55,0		7,20	7,20	E	E		
1999	ELECTROLUX	H300Skin	305,0	564	56,0	68,0		10,08	8,30	A	C	SIM	
1999	ESMALTEC	CC 2255	224,0	414	44,9	44,9		9,23	9,23	B	B		
1999	ESMALTEC	CC 3166	314,0	581	61,8	58,9		9,40	9,86	B	B		
1999	ESMALTEC	CC 3167	314,0	581	54,2	51,9		10,72	11,19	A	A	SIM	SIM
1999	ESMALTEC	CC 4505	450,0	833	99,8	94,8		8,34	8,78	C	C		
2000	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4		5,73	6,42	F	E		
2000	ELECTROLUX	H210	201,0	372	53,1	46,5		7,00	8,00	E	C		
2000	ELECTROLUX	H300	305,0	564	53,7	56,0		10,51	10,08	A	A	SIM	SIM
2000	ESMALTEC	CC 2255T1	222,0	411	37,2	32,3		11,04	12,72	A	A	SIM	SIM
2000	ESMALTEC	CC3168T1	312,0	577	52,6	48,7		10,97	11,85	A	A	SIM	SIM
2000	ESMALTEC	CC 4505T2	447,0	827	65,2	61,5		12,68	13,45	A	A	SIM	SIM
2000	CONSUL	CHA22B	213,0	394	44,0	44,0		8,96	8,96	C	C		
2000	CONSUL	CHA31B	305,0	564	61,2	61,2		9,22	9,22	B	B		
2000	CONSUL	CHB41B	404,0	747	83,0	83,0		9,00	9,00	C	C		
2000	CONSUL	CHB53B	519,0	960	100,2	100,2		9,58	9,58	B	B		
2001	CONSUL	CHA22C	213,0	394	36,1	36,1		10,92	10,92	A	A	SIM	SIM
2001	CONSUL	CHA31C	305,0	564	41,6	41,6		13,56	13,56	A	A	SIM	SIM
2001	CONSUL	CHB42C	404,0	747	87,8	87,8		8,51	8,51	D	D		
2001	CONSUL	CHB53C	519,0	960	84,6	84,6		11,35	11,35	A	A	SIM	SIM
2001	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4		5,73	6,42	G	F		
2001	ELECTROLUX	H210	201,0	372	50,8	45,0		7,32	8,26	E	D		

2001	ELECTROLUX	H300	305,0	564	51,5	51,5		10,96	10,96	A	A	SIM	SIM
2001	ESMALTEC	CC 225T1	222,0	411	37,5	37,5		10,95	10,95	A	A	SIM	SIM
2001	ESMALTEC	CC 3168T1	312,0	577	52,6	52,6		10,97	10,97	A	A		
2001	ESMALTEC	CC 4505T2	447,0	827	75,8	75,8		10,91	10,91	A	A	SIM	SIM
2001	METALFRIO	HD17	166,0	307	38,5	36,0		7,98	8,53	D	C		
2002	CONSUL	CHA22C	213,0	394	36,1	36,1		10,92	10,92	A	A	SIM	SIM
2002	CONSUL	CHA31C	305,0	564	41,6	41,6		13,56	13,56	A	A	SIM	SIM
2002	CONSUL	CHB42C	404,0	747	87,8	87,8		8,51	8,51	D	D		
2002	CONSUL	CHB53C	519,0	960	84,6	84,6		11,35	11,35	A	A	SIM	SIM
2002	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4		5,73	6,42	G	F		
2002	ELECTROLUX	H210	201,0	372	50,8	45,0		7,32	8,26	E	D		
2002	ELECTROLUX	H300	305,0	564	51,5	51,5		10,96	10,96	A	A	SIM	SIM
2002	ESMALTEC	CC 3168ECT1	312,0	577	50,1	50,1		11,52	11,51	A	A	SIM	SIM
2002	ESMALTEC	CC4505ECT2	447,0	827	75,8	75,8		10,91	10,91	A	A	SIM	SIM
2002	METALFRIO	MX 20	161,0	298	27,0	27,0		11,03	11,03	A	A	SIM	SIM
2002	METALFRIO	MX 40	350,0	648	59,0	59,0		10,97	10,97	A	A	SIM	SIM
2003	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4		5,73	6,42	G	G		
2003	ELECTROLUX	H210	201,0	372	50,8	45,0		7,32	8,26	F	D		
2003	ELECTROLUX	H300	305,0	564	52,9	52,9		10,67	10,67	B	B		
2003	ESMALTEC	CC 2256	222,0	411	38,3	38,3		10,72	10,72	A	A	SIM	SIM
2003	ESMALTEC	CC 3169	312,0	577	49,2	49,2		11,73	11,73	A	A		
2003	ESMALTEC	CC 3165	312,0	577	53,9	53,9		10,71	10,71	B	B		
2003	ESMALTEC	CC 4506	447,0	827	71,8	71,8		11,52	11,52	B	B		
2003	METALFRIO	MX-20	161,0	298	27,0	27,0		11,03	11,03	A	A	SIM	SIM
2003	METALFRIO	MX-30	238,0	440	40,2	40,2		10,95	10,95	A	A	SIM	SIM
2003	METALFRIO	MX-40	350,0	648	54,0	54,0		11,99	11,99	A	A	SIM	SIM
2003	METALFRIO	HD-17	164,0	303	31,0	31,0		9,79	9,79	A	A	SIM	SIM
2003	METALFRIO	DA-300	289,0	535	46,2	46,2		11,57	11,57	A	A		
2003	METALFRIO	DA-550	540,0	999	77,0	77,0		12,97	12,97	A	A		
2003	CONSUL	CHA22C	213,0	394	36,1	36,1		10,92	10,92	A	A	SIM	SIM
2003	CONSUL	CHA31C	305,0	564	41,6	41,6		13,56	13,56	A	A	SIM	SIM
2003	CONSUL	CHB42C	404,0	747	87,8	87,8		8,51	8,51	F	F		

2003	CONSUL	CHB53C	519,0	960	84,6	84,6		11,35	11,35	C	C		
2003	CONSUL	CHA42A	404,0	747	60,5	60,1		12,35	12,44	A	A		
2003	CONSUL	CHA53A	519,0	960	71,5	68,0		13,43	14,12	A	A	SIM	SIM
2004	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4	34,7	1,43	1,28	G	G		
2004	ELECTROLUX	H210	201,0	372	50,8	45,0	41,3	1,23	1,09	F	D		
2004	ELECTROLUX	H300	305,0	564	52,9	52,9	55,8	0,95	0,95	B	B		
2004	ESMALTEC	CC2256T1	222,0	411	38,3	38,3	44,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	ESMALTEC	CC3169T1	312,0	577	49,2	49,2	56,8	0,87	0,87	A	A		
2004	ESMALTEC	CC3165T2	312,0	577	53,9	53,9	56,8	0,95	0,95	B	B		
2004	ESMALTEC	CC4506T2	447,0	827	71,8	71,8	75,8	0,95	0,95	B	B		
2004	METALFRIO	MX20	161,0	298	27,0	27,0	35,7	0,76	0,76	A	A	SIM	SIM
2004	METALFRIO	MX30	238,0	440	40,2	40,2	46,4	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	METALFRIO	MX40	350,0	648	54,0	54,0	62,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2004	METALFRIO	HD17	166,0	307	31,0	31,0	36,4	0,85	0,85	A	A	SIM	SIM
2004	METALFRIO	DA170	166,0	307	38,5	36,0	36,4	1,06	0,99	D	C		
2004	CONSUL	CHA22C	213,0	394	36,1	36,1	43	0,84	0,84	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CHA31C	305,0	564	41,6	41,6	55,8	0,75	0,75	A	A	SIM	SIM
2004	CONSUL	CHB42C	404,0	747	87,8	87,8	69,7	1,26	1,26	F	F		
2004	CONSUL	CHB53C	519,0	960	84,6	84,6	85,9	0,98	0,98	C	C		
2004	CONSUL	CHA53A	519,0	960	71,5	68,0	85,9	0,83	0,79	A	A	SIM	SIM
2005	ELECTROLUX	H160	154,0	285	49,7	44,4	34,7	1,43	1,28	G	G		
2005	ELECTROLUX	H210	201,0	372	50,8	45,0	41,3	1,23	1,09	F	D		
2005	ELECTROLUX	H300	305,0	564	52,9	52,9	55,8	0,95	0,95	B	B		
2005	ESMALTEC	CC2256ECT1	222,0	411	38,3	38,3	44,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	ESMALTEC	CC3169ECT1	312,0	577	48,0	48,0	56,8	0,85	0,85	A	A	SIM	SIM
2005	ESMALTEC	CC3165ECT2	312,0	577	53,9	53,9	56,8	0,95	0,95	B	B		
2005	ESMALTEC	CC4506ECT2	447,0	827	71,8	71,8	75,8	0,95	0,95	B	B		
2005	ESMALTEC	EFH250	239,0	442	44,0	44,0	46,6	0,94	0,94	B	B		
2005	ESMALTEC	EFH350	337,0	623	56,4	56,4	60,3	0,94	0,94	B	B		
2005	ESMALTEC	EFH500	484,0	895	76,5	76,5	80,9	0,95	0,95	B	B		
2005	METALFRIO	MX20	161,0	298	27,0	27,0	35,7	0,76	0,76	A	A	SIM	SIM
2005	METALFRIO	MX30	238,0	440	40,2	40,2	46,4	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM
2005	METALFRIO	MX40	350,0	648	54,0	54,0	62,2	0,87	0,87	A	A	SIM	SIM

2005	METALFRIO	HD17	166,0	307	31,0	31,0	36,4	0,85	0,85	A	A	SIM	SIM
2005	METALFRIO	DA170	166,0	307	38,5	36,0	36,4	1,06	0,99	D	C		
2005	CONSUL	CHA22C	213,0	394	36,1	36,1	43	0,84	0,84	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CHA31C	305,0	564	41,6	41,6	55,8	0,75	0,75	A	A	SIM	SIM
2005	CONSUL	CHB42C	404,0	747	87,8	87,8	69,7	1,26	1,26	F	F		
2005	CONSUL	CHB53C	519,0	960	84,6	84,6	85,9	0,98	0,98	C	C		

**Tabela A.7 – Parque e venda de freezers e refrigeradores**

Ano	Parque de refrigeradores (Fonte: PNAD/IBGE)	Venda de freezers e refrigeradores (Fonte: ELETROS)
1986	20,4	2,3
1987	21,4	2,3
1988	22,7	1,9
1989	23,4	2,7
1990	24,4	2,8
1991	25,5	3,0
1992	26,7	1,9
1993	27,9	2,3
1994	28,4	3,4
1995	29,1	4,3
1996	31,1	5,6
1997	33,2	4,2
1998	35,2	4,0
1999	36,3	3,5
2000	37,2	3,9
2001	39,9	4,1
2002	41,6	3,9
2003	43,4	4,0
2004	44,8	5,6
2005	47,9	5,7