UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

Gerenciamento da Demanda Residencial de Eletricidade: O Caso de Centros Urbanos da Região Amazônica

Autor: **Máximo Luiz Pompermayer**
Orientador: **Gilberto De Martino Jannuzzi**

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À REDAÇÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA POR MÁXIMO LUIZ POMPERMAYER E APROVADA PELA COMISSÃO JULGADORA EM 29/03/00.

ORIENTADOR

2000134/96

22/00

UNICA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
SUBCOMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

Gerenciamento da Demanda Residencial de Eletricidade: O Caso de Centros Urbanos da Região Amazônica

Autor: **Máximo Luiz Pompermayer**
Orientador: **Gilberto De Martino Jannuzzi**

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos

Tese de doutorado apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas, 2000
SP - Brasil.

UNICAMP

UNIDADE: BC
N.º CHAMADA:
T/Unicamp
P772g
V. Ex.
TOMBO BC/ 42253
PROC. 16.27.8100
C [ ] D [X]
PREÇO R$11,00
DATA 22/09/00
N.º CPD

CM-00144242-0

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

P772g

Pompermayer, Máximo Luiz
Gerenciamento da demanda residencial de eletricidade : o caso de centros urbanos da Região Amazônica / Máximo Luiz Pompermayer.--Campinas, SP: [s.n.], 2000.

Orientador: Gilberto De Martino Jannuzzi.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Energia elétrica - Consumo - Amazônia. 2. Energia elétrica - Conservação - Amazônia. 3. Eletrodomésticos - Consumo de energia. I. Jannuzzi, Gilberto De Martino. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

SUBCOMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

TESE DE DOUTORADO

Gerenciamento da Demanda Residencial de Eletricidade: O Caso de Centros Urbanos da Região Amazônica

Autor: **Máximo Luiz Pompermayer**

Orientador: **Gilberto De Martino Jannuzzi**

Prof. Dr. Gilberto De Martino Jannuzzi, Presidente
UNICAMP/FEM

Prof. Dr. André Tosi Furtado
UNICAMP/IG

Prof. Dr. Ennio da Silva Peres
UNICAMP/IFGW

Prof. Dra. Rosana Cristina Pereira Parente
Universidade do Amazonas

Prof. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha
UNICAMP/FEC

Dedicatória:

Aos meus pais, Ari e Aladir
À minha esposa, Raquel
À minha filha, Karine

Agradecimentos:

Além do apoio familiar, de parentes e amigos, este trabalho contou com a colaboração de várias pessoas e instituições, às quais deixo aqui meus sinceros agradecimentos:

Ao Prof. Dr. Gilberto De Martino Jannuzzi, pela confiança depositada, incentivo e orientação.

Aos professores e colegas do departamento, pelo apoio, amizade e ensinamentos proporcionados.

À equipe responsável pelo trabalho de campo, em especial, à Prof. Dra. Rosana Parente, pelo acolhimento e auxílio, durante a minha estadia em Manaus.

Ao Dr. Christophe de Gouvello, Franck Nadaud e demais colegas do CIRED, pela hospitalidade, orientação e apoio, durante a minha estadia em Paris.

À FAPESP, pelo apoio financeiro e confiança depositada no meu trabalho.

À CAPES, pelo apoio financeiro, durante a realização do projeto de pesquisa no exterior.

À Unicamp, pelo acolhimento e infraestrutura.

Às demais instituições e pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

O que é necessário não é a vontade de acreditar, mas o desejo de descobrir, que é justamente o contrário.

(Bertrand Russel)

Sumário

RESUMO V
ABSTRACT VI
LISTA DE FIGURAS VII
LISTA DE TABELAS X
NOMENCLATURA XIV

CAPÍTULO 1: Introdução

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO 1
1.1.1 GENERALIDADES 1
1.1.2 A PROBLEMÁTICA DO USO EFICIENTE E RACIONAL DE ELETRICIDADE 3
1.1.3 AS FORMAS DE ATUAÇÃO DO LADO DA DEMANDA 4
1.1.4 A NECESSIDADE DE CONHECIMENTO DA ESTRUTURA DE USO FINAL 5
1.2 DEFINIÇÃO E ESCOPO DO TRABALHO 6
1.2.1 A PROBLEMÁTICA ENERGÉTICA DA REGIÃO AMAZÔNICA 6
1.2.2 OBJETIVOS E HIPÓTESES 7
1.2.3 ABRANGÊNCIA E ESTRUTURA DO TEXTO 9

CAPÍTULO 2: Referencial Teórico

2.1 O PLANEJAMENTO DO SETOR ELÉTRICO 13
2.1.1 O MODELO TRADICIONAL DE PLANEJAMENTO 13
2.1.2 A CRISE ENERGÉTICA DOS ANOS SETENTA 14
2.1.3 A NOVA ÓTICA DE PLANEJAMENTO 15
2.2 O GERENCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA 17
2.2.1 CONCEITOS E ORIGEM DO TERMO 17
2.2.2 PROGRAMAS DE INFORMAÇÃO, TREINAMENTO E EDUCAÇÃO 18
2.2.3 TRANSFORMAÇÃO DE MERCADO 21
2.2.4 CONTRATO DE DESEMPENHO 22
2.2.5 EMPRÉSTIMOS E DESCONTOS 24
2.2.6 INSTALAÇÃO DIRETA 25

2.2.7 Gerenciamento de Carga 26
2.2.8 Os Programas de GLD e seus Nichos de Mercado 28
2.2.9 Estratégias de Marketing Empregadas no GLD 29

2.3 BARREIRAS PARA A DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS EFICIENTES 32
2.3.1 O que Dizem os Analistas 32
2.3.2 Falta de Informação e Habilidade Técnica 32
2.3.3 Barreiras Institucionais e de Mercado 33
2.3.4 Diversidade de Atores e de Expectativas 33
2.3.5 Falhas de Mercado 34
2.3.6 O Papel das Políticas Governamentais 36
2.4 METODOLOGIAS DE SIMULAÇÃO DOS IMPACTOS DE PROGRAMAS DE GLD 37
2.4.1 O Problema da Mensuração dos Impactos de Programas de GLD 37
2.4.2 Métodos e Técnicas Empregados 39
2.4.3 Ferramentas e Modelos Computacionais 42
2.5 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS EM GLD 54
2.5.1 Potenciais de GLD 54
2.5.2 Experiências Americanas 55
2.5.3 Europa Ocidental 56
2.5.4 Europas Central e Oriental 59
2.5.5 O Caso Francês 60
2.5.6 O Caso Brasileiro 69
2.5.7 Outras Experiências Internacionais 72

CAPÍTULO 3: Metodologia

3.1 INTRODUÇÃO 73
3.2 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS 75
3.2.1 Pesquisa de Campo junto aos Consumidores 75
3.2.2 Levantamento de Outros Dados 78
3.3 RECONSTITUIÇÃO DA DEMANDA 79
3.3.1 Níveis de Desagregação 79
3.3.2 Cálculo dos Parâmetros Necessários à Reconstituição da Demanda 80
3.3.3 Reconstituição do Consumo de Eletricidade 81
3.3.4 Estimativa da Curva de Carga 86
3.4 SIMULAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS DA DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS EFICIENTES 90
3.4.1 Levantamento do Ganho Potencial de Eficiência 92
3.4.2 Projeções da Demanda e Impactos da Difusão de Tecnologias Eficientes 98

CAPÍTULO 4: Apresentação e Análise dos Resultados da Pesquisa de Campo

4.1 INTRODUÇÃO **102**

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS DOMICÍLIOS E CONSUMIDORES AMOSTRADOS **103**

4.2.1 CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS DO CONSUMIDOR 103

4.2.1 CARACTERÍSTICAS DO DOMICÍLIO 104

4.2.3 CONSUMO DE ELETRICIDADE 106

4.3 DIFUSÃO E TIPOLOGIA DE EQUIPAMENTOS **108**

4.3.1 REFRIGERAÇÃO 108

4.3.2 CLIMATIZAÇÃO 110

4.3.3 ILUMINAÇÃO 111

4.3.4 LAZER 113

4.3.5 LIMPEZA E SERVIÇOS AUXILIARES 114

4.3.6 OUTROS EQUIPAMENTOS 115

4.3.7 ANÁLISE COMPARATIVA DO GRAU DE DIFUSÃO DOS EQUIPAMENTOS 116

4.3.8 COMPARAÇÃO COM OUTROS LEVANTAMENTOS 119

4.4 HÁBITOS DE USO E MANUTENÇÃO DOS APARELHOS **123**

4.4.1 REFRIGERAÇÃO 124

4.4.2 CLIMATIZAÇÃO 125

4.4.3 OUTROS USOS FINAIS/EQUIPAMENTOS 127

4.4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS 127

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS CONDICIONANTES DA DEMANDA **128**

4.5.1 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO 129

4.5.2 ANÁLISE FATORIAL DE CORRESPONDÊNCIA 134

4.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO **149**

CAPÍTULO 5: Reconstituição da Demanda e Análise da Estrutura de Uso Final

5.1 INTRODUÇÃO **151**

5.2 RECONSTITUIÇÃO DO CONSUMO DE ELETRICIDADE **152**

5.2.1 PARQUE DE APARELHOS 153

5.2.2 POTÊNCIA MÉDIA HORÁRIA 153

5.2.3 TEMPO MÉDIO DE USO DIÁRIO 160

5.2.4 MODO *STANDBY* 162

5.2.5 CONSUMO DE ELETRICIDADE E ESTRUTURA DE USO FINAL 164

5.3 ELABORAÇÃO E ANÁLISE DA CURVA DE CARGA **173**

5.3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 173

5.3.2 FATOR DE SIMULTANEIDADE DO USO 175

5.3.3 ESTIMATIVA E ANÁLISE DA CURVA DE CARGA 182

CAPÍTULO 6: Estimativa e Análise do Ganho Potencial de Eficiência Energética

6.1 **INTRODUÇÃO** 190

6.2 **POTENCIAL TÉCNICO** 192

6.2.1 REFRIGERAÇÃO 192
6.2.2 CLIMATIZAÇÃO 194
6.2.3 ILUMINAÇÃO 196
6.2.4 LAZER 198
6.2.5 OUTROS EQUIPAMENTOS 200
6.2.6 IMPACTOS NA ESTRUTURA DE USO FINAL 201

6.3 **POTENCIAL ECONÔMICO** 206

6.3.1 REFRIGERAÇÃO 206
6.3.2 CLIMATIZAÇÃO 209
6.3.3 ILUMINAÇÃO 210
6.3.4 LAZER 214
6.3.5 OUTROS EQUIPAMENTOS 214

6.4 **POTENCIAL DE MERCADO** 214

6.4.1 REFRIGERAÇÃO 215
6.4.2 CLIMATIZAÇÃO 217
6.4.3 ILUMINAÇÃO 218
6.4.4 LAZER 219
6.4.5 OUTROS EQUIPAMENTOS 219

6.5 **SÍNTESE DOS RESULTADOS** 223

6.5.1 ECONOMIAS DE ENERGIA 223
6.5.2 IMPACTOS SOBRE A CURVA DE CARGA 224

6.6 **CONCLUSÕES DO CAPÍTULO** 225

CAPÍTULO 7: Projeções da Demanda e Impactos da Difusão de Tecnologias Eficientes

7.1 **INTRODUÇÃO** 223

7.2 **NÚMERO DE CONSUMIDORES** 224

7.3 **ESTOQUE DE APARELHOS** 228

7.4 **POTÊNCIA DOS APARELHOS** 233

7.5 **RESULTADOS DAS PROJEÇÕES** 235

7.5.1 CONSUMO DE ENERGIA 235
7.5.2 CURVA DE CARGA 238
7.5.3 IMPACTOS DA DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS EFICIENTES 240

CAPÍTULO 8: Conclusões e Recomendações 241

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 248

ANEXOS 259

Resumo

POMPERMAYER, Máximo Luiz, Gerenciamento da Demanda Residencial de Eletricidade: O Caso de Centros Urbanos da Região Amazônica, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2000, 284 p. Tese (Doutorado).

O primeiro *choque do petróleo* – março de 1973 – marcou o início de uma nova era da economia mundial. O modelo tradicional de planejamento energético foi colocado em xeque e o desacoplamento entre consumo de energia e crescimento econômico passou a ser tema de numerosos estudos. Neste contexto, o Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD) passou a ser um instrumento importante de planejamento, para muitas companhias de eletricidade. Aliado a políticas de proteção ao meio ambiente, o GLD tem sido um instrumento eficaz contra o uso ineficiente e irracional de energia. Neste trabalho, analisa-se o caso de centros urbanos da Região Amazônica, os quais têm apresentado sérios problemas de suprimento de eletricidade. Através da aplicação de questionários a uma amostra de consumidores residenciais, levantou-se o grau de difusão, a tipologia e os hábitos de uso dos aparelhos. Após análise estatística das relações entre o perfil sócio-econômico do consumidor e os referidos indicadores, elaborou-se a estrutura de uso final, tanto em termos de energia consumida quanto de carga requerida. Comparou-se, então, o desempenho energético dos aparelhos em uso com o de aparelhos equivalentes, energeticamente eficientes e comercialmente disponíveis. Os resultados revelam que seria possível e altamente rentável, tanto para o consumidor quanto para os demais atores envolvidos, reduzir gradualmente o consumo, através da aquisição de tecnologias eficientes. Considerando apenas os aparelhos cuja substituição proporcione ao consumidor um retorno maior ou igual a 20% ao ano, seria possível, em cinco anos, reduzir 13,6% o consumo e 15,4% a demanda máxima residencial. Os impactos aumentam ao longo do tempo, à medida que o parque de aparelhos se renova. Após reposição de todo o parque atual, estima-se que as economias alcançariam 22%.

Palavras Chave:

Consumo de eletricidade, posse de eletrodomésticos, eficiência energética, Região Amazônica

Abstract

POMPERMAYER, Máximo Luiz, Demand Side Management in the Residential Sector: The Case of Urban Centers of the Amazon Region, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2000, 284 p. Tese (Doutorado).

The first oil crisis in 1973 marks the beginning of a new era in the international economy. One of the outcomes was the decoupling effect noted between economic growth and energy demand, forcing a revision of traditional models of energy planning. In the context, the Demand Side Management (DSM) became a very important planning instrument for many electricity companies. With the support of the environment policies, DSM became an effective instrument for the improvement of the efficient use of energy. This study analyses the case of urban centers (Manaus, Macapá and Porto Velho) of the Amazon Region, which present serious problems for the continuing supply of their electricity service. Household appliance ownership and uses were characterized by means of a survey. Further analysis was developed associating socio-economic profiles and several energy indicators, and a detailed end use energy demand structure was elaborated. In this work we also compare the energy performance of the several household appliances and discuss the available commercial economic potential for energy conservation. We show that there is a significant potential for introducing more efficient technologies yielding economic benefits to consumers and utilities. Considering only investment opportunities in more efficient appliances that yield a 20% internal rate of return per year, it would be possible, in five years, to lower 13.6% the consumption and 15.4% the residential peak load. These impacts increase over time, as the stock of appliances is renewed. After complete reposition of the stock, one estimates that the savings would attain 22%.

Key Words:

Electricity consumption, household appliances ownership, energy efficiency, Amazon Region

Lista de Figuras

Figura 2.2-1: Estratégias de gerenciamento de carga 27

Figura 2.4-1: Exemplo de curva de carga extraída do modelo EVE 46

Figura 2.4-2: Exemplo de curva de carga obtida pelo modelo SIADOM 49

Figura 2.4-3: Exemplos de resultados obtidos pelo modelo DEN2 50

Figura 2.4-4: Fluxograma de projeção do consumo de energia no setor residencial 52

Figura 2.4-5: Exemplo de resultado extraído do modelo PROJ – RAC 53

Figura 3.4-1: Ilustração dos cenários hipotéticos de projeção da demanda 101

Figura 4.2-1: Distribuição dos consumidores segundo o número de cômodos do domicílio 106

Figura 4.2-2: Curvas de concentração do consumo de eletricidade 107

Figura 4.3-1: Índice de posse dos principais eletrodomésticos amostrados 117

Figura 4.3-2: Distribuição relativa dos aparelhos entre os domicílios amostrados 119

Figura 4.3-3: Posse de geladeiras e freezers em algumas capitais brasileiras 121

Figura 4.3-4: Posse de ar condicionado e ventiladores em algumas capitais brasileiras 121

Figura 4.3-5: Posse de televisor, som e vídeo cassete em algumas capitais brasileiras 122

Figura 4.3-6: Posse de eletrodomésticos destinados à limpeza em algumas capitais brasileiras 122

Figura 4.3-7: Posse de alguns equipamentos elétricos em algumas capitais brasileiras 123

Figura 4.5-1: Nuvem de pontos formada pelos 463 indivíduos considerados na ACM 140

Figura 4.5-2: Representação das variáveis selecionadas para a ACM sobre o Plano Fatorial 141

Figura 4.5-3: Hábitos de uso do ar condicionado – representação sobre o Plano Fatorial 144

Figura 4.5-4: Hábitos de uso dos refrigeradores – representação sobre o Plano Fatorial 146

Figura 5.2-1: Consumo hiptético de eletricidade de um televisor - modo ativo x standby (%) 163

Figura 5.2-2: Participação de cada equipamento no consumo residencial de eletricidade - Manaus ... 166

Figura 5.2-3: Estrutura do uso final doméstico de eletricidade na cidade de Manaus - janeiro/96 167
Figura 5.2-4: Participação de cada equipamento no consumo residencial de eletricidade - P. Velho .. 169
Figura 5.2-5: Estrutura do uso final doméstico de eletricidade na cidade de P. Velho - Agosto/96 169
Figura 5.2-6: Participação de cada equipamento no consumo residencial de eletricidade - Macapá .. 171
Figura 5.2-7: Estrutura do uso final doméstico de eletricidade na cidade de Macapá - Julho/96 172
Figura 5.2-8: Estrutura do uso final doméstico de eletricidade nas três cidades pesquisadas/996 173
Figura 5.3-1a: Fator de simultaneidade no uso do ar condicionado na Cidade de Manaus/dias úteis ... 176
Figura 5.3-1b: Simultaneidade no uso do ar condicionado em Manaus - dias úteis x fim de semana 176
Figura 5.3-2a: Fator de simultaneidade no uso dos televisores na Cidade de Manaus - dias úteis 177
Figura 5.3-2b: Fator de simultaneidade no uso do televisor em Manaus - dias úteis x fim de semana .. 177
Figura 5.3-3a: Fator de simultaneidade no uso do aparelho de som na Cidade de Manaus/dia útil 178
Figura 5.3-3b: Fator de simultaneidade no uso do som em Manaus - dias úteis x fim de semana 178
Figura 5.3-4: Fator de simultaneidade no uso de lâmpadas - Cidade de Fortaleza 179
Figura 5.3-5: Fator de simultaneidade do uso do ventilador na Cidade de Manaus - dias úteis 181
Figura 5.3-6: Estimativa da demanda média horária residencial de eletricidade em Manaus/dia útil ... 183
Figura 5.3-7: Curva de carga do Sistema Manaus e estimativa da contribuição do setor residencial... 183
Figura 5.3-8: Demanda média horária por uso final e classe (kW) - Manaus - dia útil 184
Figura 5.3-9: Perfil de carga de cada classe - valores índice (base: 22:00 h = 1,0) – Manaus 185
Figura 5.3-10: Perfil de carga estimado e de subestações em que predomina o uso doméstico 186
Figura 5.3-11: Estimativa da demanda média horária residencial de eletricidade em P. Velho/dia útil .. 187
Figura 5.3-12: Demanda média horária por uso final e classe (kW) - Porto Velho - dia útil 187
Figura 5.3-13: Estimativa da demanda média horária residencial de eletricidade em Macapá/dia útil ... 188
Figura 5.3-14: Perfil de carga de cada cidade analisada - valores índice (base: 01:00 h = 1,0) 189
Figura 6.2-1: Contribuição de cada uso final nas economias potenciais de energia/cenário técnico 204
Figura 6.2-2: Curva de carga de aparelhos convencionais *versus* aparelhos eficientes, Manaus/96 ... 204
Figura 6.2-3: Reduções na demanda devido ao uso de tecnologias mais eficientes, Manaus/96 205
Figura 6.2-4: Reduções na demanda devido ao uso de tecnologias mais eficientes - 1996 (%) 206
Figura 6.3-1: Custo final de diferentes tecnologias de iluminação para o consumidor 212

Figura 6.3-2: Taxa Interna de Retorno do investimento em tecnologias de iluminação eficiente 212
Figura 6.5-1: Síntese das economias potenciais de energia (%) - Manaus/1996 220
Figura 6.5-2: Estimativa da curva de carga residencial em diferentes cenários - Manaus – 1996 221
Figura 7.2-1: Evolução recente da taxa de eletrificação (parcela de domicílios eletrificados) 225
Figura 7.2-2: Evolução recente do número de moradores por domicílio (1980-1996) 226
Figura 7.2-3: Distribuição relativa dos consumidores residenciais de eletricidade em Manaus.....227
Figura 7.3-1: Taxa anual de crescimento do índice de posse de freezers e lava-roupa – Brasil.....230
Figura 7.3-2: Taxa anual de crescimento do índice de posse de alguns eletrodomésticos no Brasil....231
Figura 7.5-1: Projeções do consumo de eletricidade em Manaus (MWh/mês) 236
Figura 7.5-2: Curva de carga de um dia útil projetada para o ano 2011 - Manaus (kW) 239

Lista de Tabelas

Tabela 2.4-1: Exemplo de planilha de dados utilizada pelo modelo SIADOM (Guadalupe/1993)..... 48

Tabela 2.4-2: Exemplo de planilha de resultados do modelo SIADOM (Reunião – 1993)..... 59

Tabela 3.3-1: Representação genérica dos parâmetros em cada classe..... 81

Tabela 4.1-1: Distribuição dos consumidores amostrados em cada cidade..... 102

Tabela 4.2-1: Distribuição relativa da população amostrada segundo a faixa etária..... 103

Tabela 4.2-2: Distribuição dos consumidores amostrados segundo o grau de instrução..... 104

Tabela 4.2-3: Distribuição relativa dos domicílios segundo o tipo/material de construção..... 105

Tabela 4.2-4: Distribuição dos consumidores segundo a condição de ocupação do domicílio..... 105

Tabela 4.2-5: Distribuição dos Domicílios por Tipo de Cômodo (%)..... 106

Tabela 4.3-1: Principais características dos refrigeradores amostrados..... 108

Tabela 4.3-2: Distribuição relativa dos refrigeradores segundo a marca (%)..... 109

Tabela 4.3-3: Principais características dos aparelhos de freezer amostrados..... 110

Tabela 4.3-4: Distribuição relativa dos freezers segundo a marca dos aparelhos (%)..... 110

Tabela 4.3-5: Principais características dos condicionadores de ar amostrados..... 111

Tabela 4.3-6: Principais características do ventilador/circulador de ar..... 111

Tabela 4.3-7: Principais características das lâmpadas amostradas..... 112

Tabela 4.3-8: Principais características dos televisores amostrados..... 113

Tabela 4.3-9: Principais caraterísticas do conjunto de som e do vídeo cassete..... 114

Tabela 4.3-10: Principais características dos equipamentos destinados à limpeza..... 115

Tabela 4.3-11: Índice de posse dos demais equipamentos amostrados..... 116

Tabela 4.3-12: Índice de posse dos principais equipamentos amostrados..... 116

Tabela 4.3-13: Grau de difusão dos principais eletrodomésticos amostrados (% de residências)..... 118

Tabela 4.3-14: Posse de eletrodomésticos em três estados da Amazônia (% de residências)..... 120

Tabela 4.4-1: Periodicidade com que é feito o abastecimento dos aparelhos de refrigeração (%) 124

Tabela 4.4-2: Periodicidade do degelo dos equipamentos de refrigeração (%) 125

Tabela 4.4-3: Estado da borracha da porta da geladeira e posição do termostato (%) 125

Tabela 4.4-4: Desligamento dos aparelhos quando ausente do local condicionado (%) 125

Tabela 4.4-5: Posicionamento dos aparelhos de ar condicionado no local de instalação (%) 126

Tabela 4.4-6: Periodicidade com que é feita a limpeza do filtro de ar dos condicionadores (%) 126

Tabela 4.4-7: Hábitos de uso do ferro elétrico (%) 127

Tabela 4.5-1: Coeficiente de correlação (R) e valor teste (t) entre o consumo de eletricidade do domicílio e o índice de posse de equipamentos eletrodomésticos 131

Tabela 4.5-2: Coeficiente de correlação (R) e valor teste (t) entre consumo de eletricidade e alguns indicadores sócio-econômicos 132

Tabela 4.5-3: Coeficiente de correlação (R) e teste de significância (t) entre variáveis sócio-econômicas e posse de equipamentos eletrodomésticos – cidade de Manaus 133

Tabela 4.5-4: Coeficiente de correlação entre o índice de posse de diferentes equipamentos eletrodomésticos – cidade de Manaus 134

Tabela 4.5-5: Relação, codificação e descrição das principais variáveis e modalidades utilizadas 136

Tabela 4.5-6: Resultados da ACM (*Tabela de Burt* – Perfil Linha) - Cruzamento entre modalidades ativas (0 = ausência; 1 = presença do equipamento) 137

Tabela 4.5-7: Análise comparativa do grau de difusão de lâmpadas fluorescentes e incandescentes – cruzamento entre diversas modalidades de cada tecnologia 138

Tabela 4.5-8: Análise comparativa do grau de difusão dos equipamentos destinados ao lazer – cruzamento entre diversas modalidades de cada equipamento 139

Tabela 4.5-9: Variáveis ativas selecionadas para análise dos hábitos de uso do ar condicionado 144

Tabela 4.5-10: Variáveis ativas selecionadas para análise dos hábitos de uso dos refrigeradores 145

Tabela 4.5-11: Posse de aparelhos por classe de consumidores, segundo a partição realizada/ACM . 147

Tabela 4.5-12: Distribuição dos consumidores amostrados segundo a partição realizada e o estrato de consumo de eletricidade – cidade de Manaus (%) 148

Tabela 4.5-13: Teste de independência (χ^2) entre indicadores sócio-econômicos e estratificação dos consumidores segundo a partição extraída da ACM – Manaus 149

Tabela 5.2-1: Características técnicas de quatro modelos franceses de refrigerador doméstico 154

Tabela 5.2-2: Potência e consumo de eletricidade de 10 refrigeradores monitorados 154

Tabela 5.2-3: Características técnicas de alguns modelos nacionais de refrigerador doméstico 155

Tabela 5.2-4: Características técnicas de alguns modelos franceses de freezer doméstico 156

Tabela 5.2-5: Características técnicas de alguns modelos nacionais de freezer doméstico 157

Tabela 5.2-6: Potência nominal de chuveiros elétricos segundo a tensão e a temperatura da água ... 157

Tabela 5.2-7: Relação entre o consumo médio horário e a potência nominal de alguns aparelhos 159

Tabela 5.2-8: Posse e tempo de uso das lâmpadas segundo quatro levantamentos realizados 162

Tabela 5.2-9: Potência no modo standby e parcela de aparelhos afetados por essa modalidade 164

Tabela 5.2-10: Estimativa do parque de eletrodomésticos, potência média horária, tempo de uso diário e consumo mensal de eletricidade na cidade de Manaus - Janeiro de 1996 165

Tabela 5.2-11: Consumo específico de eletricidade - estimativas x Eletronorte - Janeiro/96 165

Tabela 5.2-12: Estimativa do parque de eletrodomésticos, potência média horária, tempo de uso diário e consumo mensal de eletricidade - Porto Velho - Agosto de 1996 168

Tabela 5.2-13: Estimativa do parque de eletrodomésticos, potência média horária, tempo de uso diário e consumo mensal de eletricidade - Macapá - Julho de 1996 170

Tabela 5.2-14: Estrutura do uso final doméstico de eletricidade nas três cidades pesquisadas - 1996. 172

Tabela 5.3-1: Distribuição do uso do ventilador entre os três períodos do dia - Manaus 180

Tabela 5.3-2: Razão entre o uso do ventilador e do ar condicionado na cidade de Manaus 180

Tabela 6.2-1: Volume, consumo de eletricidade e eficiência energética de alguns modelos nacionais de refrigerador doméstico 192

Tabela 6.2-2: Volume, potência nominal e eficiência energética dos refrigeradores amostrados 193

Tabela 6.2-3: Estimativa do ganho potencial de eficiência energética dos refrigeradores 194

Tabela 6.2-4: Estimativa do ganho potencial de eficiência energética dos aparelhos de freezer 194

Tabela 6.2-5: Potência e capacidade de refrigeração dos condicionadores de ar amostrados 195

Tabela 6.2-6: Estimativa do ganho potencial de eficiência energética dos condicionadores de ar 196

Tabela 6.2-7: Equivalência de potência entre lâmpadas incandescentes e fluorescentes 196

Tabela 6.2-8: Distribuição relativa das lâmpadas incandescentes amostradas (%) 197

Tabela 6.2-9: Potência média das lâmpadas e estimativa do ganho potencial de eficiência 197

Tabela 6.2-10: Tamanho, potência e eficiência energética de alguns modelos de televisores 199

Tabela 6.2-11: Estimativa do tamanho dos aparelhos de televisores amostrados (polegadas) 200

Tabela 6.2-12: Potência nominal e ganho potencial de eficiência dos televisores amostrados 200

Tabela 6.2-13: Síntese do potencial técnico por classe e uso final em cada cidade investigada 201

Tabela 6.2-14: Distribuição do ganho potencial de eficiência de cada uso final em cada classe (%) 203

Tabela 6.3-1: Características técnicas e custos de alguns modelos nacionais de refrigerador 207

Tabela 6.3-2: Distribuição dos refrigeradores amostrados segundo o volume dos aparelhos (%)..... 207

Tabela 6.3-3: Características técnicas e custos de alguns modelos nacionais de freezer 208

Tabela 6.3-4: Características técnicas e custos de alguns modelos nacionais de ar condicionado..... 209

Tabela 6.3-5: Análise técnico-econômica entre lâmpadas incandescentes e fluorescentes..... 210

Tabela 6.3-6: Análise comparativa dos custos de duas tecnologias equivalentes de iluminação, em função do tempo diário de uso - 8.000 horas de operação 211

Tabela 6.3-7: Distribuição dos cômodos e das lâmpadas fluorescentes em Manaus (%) 213

Tabela 7.2-1: População residente, domicílios particulares permanentes e domicílios eletrificados.... 224

Tabela 7.2-2: Taxa anual empregada nas projeções do crescimento do número de consumidores.... 227

Tabela 7.2-3: Projeções do número de consumidores 228

Tabela 7.3-1: Posse de eletrodomésticos e taxa anual de crescimento [%] - Manaus, 1988/1996 229

Tabela 7.3-2: Taxa média anual de crescimento do índice de posse de eletrodomésticos – Brasil..... 229

Tabela 7.3-3: Vendas industriais de eletrodomésticos - Brasil (1.000 unidades)..... 230

Tabela 7.3-4: Taxa média anual de crescimento do índice de posse de aparelhos (%) 232

Tabela 7.3-5: Índice de posse e parque de aparelhos dos principais equipamentos - Manaus 233

Tabela 7.4-1: Distribuição relativa de alguns aparelhos segundo a faixa de idade - Manaus/96 234

Tabela 7.5-1: Projeções do consumo de eletricidade em Manaus (MWh/mês)..... 235

Tabela 7.5-2: Estimativa da evolução do consumo de eletricidade por uso final e classe 236

Tabela 7.5-3: Estimativa da evolução do consumo de eletricidade por equipamento..... 237

Tabela 7.5-4: Ganho potencial de eficiência em relação ao cenário tendencial - Manaus (%) 238

Tabela 7.5-5: Redução da demanda máxima coincidente (kW) - Manaus/2011..... 238

Tabela 7.5-6a: Economias decorrentes da difusão de aparelhos mais eficientes - Manaus..... 240

Tabela 7.5-6b: Economias decorrentes da difusão de aparelhos mais eficientes - Manaus..... 240

Nomenclatura

Abreviações:

ACM: Análise de Correspondência Múltipla

BTU: British Thermal Unit

EER: Energy Eficiency Ratio

GLD: Gerenciamento pelo Lado da Demanda

kW: Quilowatt

kWh: Quilowatt-hora

LFC: Lâmpada Fluorescente Compacta

MW: Megawatt

MWh: Megawatt-hora

RA: Região Amazônica

Siglas:

ADEME:	Agence de l'Environnement et de Maîtrise de l'Energie
CCE:	Comissão das Comunidades Européias
CEA:	Companhia Energética do Estado do Amazonas
CEA:	Companhia de Eletricidade do Estado do Amapá
CERON:	Centrais Elétricas do Estado de Rondônia S.A.
CIRED:	Institut International de Recherche sur l'Environnement et le Développment
EDF:	Electricité de France
ELETROBRÁS:	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ELETRONORTE:	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.
IBGE:	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA:	International Energy Agency
INESTENE:	Institut d'Evaluation des Stratégies sur l'Energie et l'Environnement
INMETRO:	Instituto Nacional de Metrologia e Normalização
IPT:	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
MME:	Ministério de Minas e Energia
PROCEL:	Programa Nacional de Combate ao Desperdícios de Energia Elétrica
PIR	Planejamento Integrado de Recursos

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contextualização do Trabalho

1.1.1 Generalidades

Desde o início dos anos setenta, inúmeros estudos têm sido feitos sobre o gerenciamento de recursos energéticos através de ações do lado da demanda, principalmente no setor de eletricidade. Inicialmente, por razões puramente econômicas, visando simplesmente melhorar o fator de carga do sistema; isto é, melhorar a distribuição temporal do uso, tendo em vista a impraticabilidade de armazenamento de energia elétrica em grande escala. Mais tarde, início dos anos oitenta, a lógica de *Gerenciamento pelo Lado da Demanda* (GLD) foi reforçada pela necessidade de redução do consumo de eletricidade, devido aos "choques petrolíferos" dos anos setenta e a propagação da crise energética subseqüente. Além de argumentos puramente econômicos, essa idéia tem sido reforçada por razões ambientais, tendo em vista os graves impactos do setor elétrico ao meio ambiente.

A conjugação desses fatores tem contribuído para a consolidação de uma nova ótica de planejamento energético, onde as opções do lado da oferta têm sido avaliadas simultaneamente com aquelas do lado da demanda. Na prática, porém, isso tem sido verificado apenas em regiões mais desenvolvidas e/ou com fortes restrições à expansão da capacidade de oferta. Entre as principais regiões, destacam-se a América do Norte e a Europa Ocidental.

No Brasil, até recentemente, tais ações tinham sido muito limitadas, devido à forte centralização do setor elétrico e o sistema tarifário adotado, dentre outros fatores que inibem as iniciativas de GLD e dificultam a coordenação das atividades, as quais envolvem diversos aspectos e atores. No entanto, as pressões financeiras e ambientais vividas pelo setor, conjugadas com o recente processo de reestruturação e privatização das concessionárias estaduais de energia, têm despertado novos interesses pelo GLD. À luz de experiências internacionais, têm-se procurado institucionalizar ações e recursos destinados à eficiência energética. Neste sentido, merece destaque o investimento compulsório de uma parcela do faturamento da empresa em programas de GLD. Outro aspecto importante é a descentralização do setor, proporcionando aos estados e municípios maior interesse e autonomia na formulação de suas próprias políticas energéticas.

Em sistemas isolados, particularmente na região norte do país, os custos de suprimento são bastante superiores à média nacional, devido à necessidade de geração térmica de eletricidade. Historicamente, esses sistemas têm sido beneficiados por políticas de subsídios e incentivos fiscais[1]. Contudo, essas políticas vêm se tornando inadequadas ao novo contexto econômico, onde deve predominar a competitividade. Tem-se, assim, procurado formas alternativas de sustentabilidade desses sistemas. Embora o GLD esteja longe de ser uma solução definitiva para o problema, suas opções se tornam mais visíveis e atrativas localmente, uma vez que as soluções a médio e longo prazos deverão surgir de políticas energéticas locais ou regionais.

Neste trabalho, analisa-se possibilidades e instrumentos de GLD no contexto de três centros urbanos da Região Amazônica (Manaus, Porto Velho e Macapá), onde o suprimento de eletricidade tem apresentado custos elevados e dificuldades na expansão e/ou integração do sistema. Antes, porém, de melhor definir o foco central do trabalho e os principais aspectos subjacentes, procura-se fazer uma abordagem genérica e sucinta da problemática relacionada à eficiência do uso final de eletricidade, particularmente no que diz respeito ao setor residencial.

[1] Conta de Compensação de Combustíveis e Zona Franca de Manaus, por exemplo.

1.1.2 A Problemática do Uso Eficiente e Racional de Eletricidade

O uso eficiente e racional de eletricidade é uma questão complexa, cujo tratamento envolve diversos aspectos, os quais ultrapassam a lógica puramente econômica. Igualmente, são vários os atores envolvidos: consumidores, setor elétrico, fabricantes e vendedores de equipamentos, administração pública e demais entidades politicamente organizadas.

A concessionária de energia pode promover políticas de eficiência energética através de mecanismos tarifários, como as chamadas tarifas horo-sazonais, por exemplo. Os fabricantes podem intervir *a montante* do consumidor, através da inovação tecnológica e aumento da oferta de equipamentos mais eficientes, o que tende a ser mais eficaz com o auxílio de instituições financeiras e de pesquisa. O consumidor, motivado por tais políticas e consciente da escassez de recursos e do agravamento ambiental causado pela produção e uso intensivo de energia, pode melhorar a eficiência energética de suas atividades, sem redução do conforto desejado. Isto pode ser feito através da aquisição de tecnologias mais eficientes, da programação do uso dos aparelhos, sempre que possível, e da adoção de práticas de combate ao desperdício de energia.

Na prática, porém, a conjugação desses fatores esbarra em diversas barreiras institucionais e de mercado e está bastante aquém do desejável, apesar dos esforços de agentes reguladores e demais instituições engajadas. De um lado, estão os provedores de energia, aos quais foi atribuída a responsabilidade de atender às necessidades energéticas da população, independente do nível de eficiência de suas atividades; de outro, com interesses econômicos similares aos provedores de energia, estão os fornecedores de equipamentos, os quais são pouco motivados e raramente obrigados a fornecer tecnologias energeticamente eficientes. O consumidor, por sua vez, estando a ele assegurado o acesso aos serviços de energia, está mais interessado em adquirir tecnologias compatíveis com a sua situação econômico-financeira.

Essa divergência de interesses e obrigações é, portanto, uma das principais causas da ineficiência do uso de eletricidade; principalmente em regiões e setores menos favorecidos, onde a eficiência energética está longe de ser uma prioridade. Apesar da retórica, ignora-se a escassez de recursos energéticos e o agravamento ambiental, comprometendo a alocação racional de recursos necessários ao atendimento das necessidades energéticas da população.

Grande parte da ineficiência do uso de eletricidade deve-se à forma com que ela é comercializada. Em geral, paga-se por uma certa quantidade de energia consumida (quilowatts-hora) e não pelos serviços produzidos (iluminação, refrigeração, climatização, etc.), conforme a idéia inicial de Thomas Edison. Desse modo, melhorar a eficiência do uso final requer investimentos por parte do consumidor. Este, porém, trabalha normalmente com taxas de juro muito superiores àquelas empregadas pelos provedores de eletricidade. Assim, investimentos em eficiência energética são preteridos em favor de investimentos na expansão da capacidade de oferta, promovendo uma alocação ineficiente e irracional de recursos. Se a companhia de eletricidade fornecesse serviços ao consumidor e não quilowatt-hora, o que implicaria a venda de energia, equipamentos e serviços, os recursos seriam alocados de maneira muito mais eficiente, visto que seria um único investidor, o qual decidiria entre as opções de oferta e as de demanda (tecnologias de uso final).

Embora já existam empresas que comercializam serviços de energia, como as chamadas ESCOs (Energy Service Companies), isto é uma realidade apenas em regiões mais desenvolvidas, particularmente nos Estados Unidos. Nos países em desenvolvimento, particularmente em regiões menos favorecidas economicamente, a eficiência do uso final de eletricidade deverá continuar ainda por algum tempo sujeita aos interesses de grupos econômicos (companhias de eletricidade, fabricantes de equipamentos, etc.) e à irracionalidade do consumidor.

1.1.3 As Formas de Atuação do Lado da Demanda

De um modo geral, os ganhos de eficiência podem ocorrer tanto em termos de energia economizada (quilowatts-hora – kWh) quanto de potência reduzida (quilowatts – kW). Ambas opções podem ser viabilizadas através de ações *a montante* ou *a jusante* do consumidor ou, numa fase intermediária, no ato da compra de um novo aparelho. As ações a montante podem ocorrer através de mudanças tecnológicas, como as chamadas *transformações de mercado*[2]. A jusante do consumidor, pode-se promover a eficiência energética através de mudanças nos hábitos de uso e manutenção dos aparelhos.

[2]Todos esses aspectos e conceitos são melhor definidos e analisados no decorrer do próximo capítulo.

No ato da compra/venda de um novo aparelho, ocorre uma oportunidade única, visto que a escolha do modelo irá condicionar o seu consumo de energia durante toda a sua vida útil. Infelizmente, observa-se que é muito raro (e, às vezes, impossível) o consumidor incluir a eficiência energética nos seus critérios de escolha do modelo a ser adquirido. Também é raro o vendedor usar esse argumento para persuadir o consumidor a adquirir o aparelho. Experiências indicam, entretanto, que isso pode ser mudado drasticamente, através de campanhas de informação e treinamento dos vendedores e usuários, com influências positivas nos hábitos de uso dos aparelhos.

Em geral, falta ainda muita informação aos consumidores sobre as possibilidades e vantagens do uso eficiente de eletricidade, o qual é muitas vezes confundido com simples reduções do consumo absoluto de energia. O consumidor precisa entender que é perfeitamente possível economizar energia, sem gastar mais dinheiro nem reduzir o conforto de suas atividades. Mesmo que o custo inicial de um aparelho eficiente seja mais elevado que o de um modelo convencional, há casos em que a aquisição do modelo eficiente proporciona ao consumidor um retorno do investimento superior a 100% ao ano, como analisado no Capítulo 6. Há outros em que o modelo eficiente não custa mais caro do que o convencional, porém, o primeiro é preterido em favor do segundo, por simples falta de informação.

1.1.4 A Necessidade de Conhecimento da Estrutura de Uso Final

Devido à falta de mecanismos de controle e medição direta da demanda/consumo de eletricidade por uso final ou equipamento, as possibilidades de GLD são avaliadas com base em estimativas, cujos resultados nem sempre são confiáveis. Há vários métodos e instrumentos empregados, porém, a dinâmica ou aleatoriedade da demanda dificulta as simulações.

Não obstante, o processo contínuo de modernização e diversificação das atividades econômicas, as quais têm se tornado cada vez mais dependentes de energia elétrica, tem aumentado a complexidade da estrutura tecnológica e operacional da demanda. Desse modo, compreender a evolução espacial e temporal da demanda requer estudos sistemáticos e levantamentos periódicos, assim como o auxílio de ferramentas e métodos especializados de análise.

Até pouco tempo, as previsões de demanda eram feitas de modo globalizado, com base em indicadores macro-econômicos e setoriais, sem levar em conta a diversidade de uso final e as possibilidades de flexibilização da demanda. A nova ótica de planejamento energético tem dado maior atenção à estrutura de uso final, visando avaliar as opções de GLD. Na prática, porém, isso é verificado apenas em países ou regiões mais desenvolvidas. Em regiões menos favorecidas economicamente, o GLD está longe de ser uma prioridade e, portanto, muito pouco se sabe sobre a estrutura tecnológica e operacional da demanda.

Portanto, identificar e mensurar potenciais de GLD requer antes uma análise detalhada da estrutura de uso final. É necessário, também, prever a tendência futura da demanda, o que constitui um cenário de referência para a mensuração dos ganhos potenciais de eficiência, decorrentes de programas e medidas de GLD. Neste trabalho, procura-se mostrar as possibilidades e as vantagens do uso eficiente e racional de eletricidade, no contexto dos referidos centros urbanos da Região Amazônica. À luz de experiências internacionais, investiga-se os mecanismos de atuação do lado da demanda e os principais condicionantes do uso doméstico de eletricidade, elabora-se a estrutura de uso final e estima-se os impactos da penetração de tecnologias mais eficientes.

1.2 Definição e Escopo do Trabalho

1.2.1 A Problemática Energética da Região Amazônica

A Região Amazônica (RA) apresenta sérios problemas de suprimento de eletricidade, tanto nos centros urbanos quanto nas zonas rurais. Apesar do grande potencial hidroelétrico da região, seu relevo, com cobertura vegetal abundante e grande diversidade biológica, não recomenda a formação de reservatórios. Assim, grande parte da eletricidade gerada na região é proveniente de usinas térmicas[3], com baixos rendimentos e graves impactos ambientais. Além disso, a maior parte do combustível necessário à operação das unidades geradoras provém de outras regiões do país[4], o que aumenta os custos de geração e os riscos de déficit.

---

[3]Com exceção dos estados do Pará e Tocantins (supridos essencialmente pela Usina Hidroelétrica de Tucuruí), cerca de 48% da geração de eletricidade são de origem térmica [FONSECA, 1995].
[4]No Estado do Amazonas, apenas 18% dos combustíveis são produzidos na REMAN (Refinaria de Manaus) [CARTAXO, 1996].

A demanda tem crescido rapidamente nas últimas décadas[5], impondo ao sistema novas formas de suprimento e expansão do parque gerador, cuja capacidade nominal está praticamente saturada[6]. Além disso, as possibilidades de expansão da capacidade de oferta do sistema envolvem normalmente grandes investimentos e apresentam graves implicações ambientais, dentre outros inconvenientes. Não obstante, muito pouco tem sido feito em termos de melhorias na eficiência do uso final. No que diz respeito ao setor residencial, maior consumidor de eletricidade na região, tem-se observado uma rápida difusão de equipamentos elétricos[7], sem a devida preocupação com a eficiência e racionalidade com que os aparelhos são utilizados.

Vários estudos sobre uso eficiente de eletricidade, geração decentralizada e aumento de fontes renováveis de energia têm sido feitos na região[8]. No que diz respeito à eficiência energética, tais estudos têm sido limitados pela falta de dados necessários à elaboração da estrutura de uso final (tipologia de equipamentos e hábitos de uso). Contudo, o esforço conjunto de pesquisadores e profissionais da área acadêmica e outras instituições ligadas ao planejamento e operação do sistema elétrico, tem conseguido viabilizar recursos e informações importantes para a avaliação de projetos de GLD na região. Neste sentido, merece destaque a pesquisa de campo sobre posse de eletrodomésticos e hábitos de uso, realizada nas cidades de Manaus, Porto Velho e Macapá, no ano de 1996. Os dados disponibilizados por essa pesquisa foram os principais responsáveis pela motivação e elaboração deste trabalho.

1.2.2 Objetivos e Hipóteses

No contexto da problemática acima descrita e dos referidos centros urbanos da RA, o objetivo maior do trabalho é investigar possibilidades de melhorias na eficiência energética do uso doméstico de eletricidade. Em outras palavras, identificar oportunidades e avaliar mecanismos de redução do consumo específico de eletricidade e/ou da potência requerida num dado instante ou intervalo de tempo.

---

[5]Estudos indicam índices que giram em torno de 10% ao ano [ELETRONORTE, 1997b; JANNUZZI et al., 1995a].
[6]Em Manaus, maior centro urbano da Amazônia Ocidental, a capacidade nominal do sistema era da ordem de 540 MW, em 1997, e a demanda máxima coincidente foi de 445 MW, em 1996 [ELETRONORTE, 1997b].
[7]Conforme indicam os levantamentos feitos pelo Procel, entre 1988 e 1996, o índice de posse de equipamentos importantes, como o ar condicionado e o freezer, por exemplo, quase triplicou na cidade de Manaus.

Conforme descrito anteriormente, isso pode ocorrer através da penetração de tecnologias mais eficientes e de mudança nos hábitos de uso e manutenção dos aparelhos. Embora os dois aspectos (*tecnológico* e *operacional*) sejam investigados, procura-se enfatizar o primeiro, mostrando numericamente os impactos da difusão de tecnologias eficientes no mercado consumidor.

Para isso, é necessário, porém, um longo trabalho de investigação dos condicionantes da demanda, elaboração e análise da estrutura de uso final e simulação dos ganhos potenciais de eficiência. Como indica a literatura, existem vários métodos e instrumentos, porém, é preciso adaptá-los ao contexto analisado. Além disso, as falhas e limites de cada instrumento, conjugadas com as dificuldades de acesso às informações necessárias, devem ser compensados pela combinação criteriosa de diferentes estratégias.

Procurou-se, assim, desenvolver e aplicar uma metodologia capaz de atender aos seguintes requisitos: a) reunir informações e instrumentos que possibilitem um conhecimento razoável da estrutura de uso final, tanto em termos tecnológicos quanto operacionais; b) identificar possibilidades e mecanismos de gerenciamento do uso doméstico de eletricidade; c) avaliar a viabilidade técnica e econômica das medidas a serem tomadas; e d) demonstrar os benefícios do uso eficiente e racional de eletricidade.

Portanto, tão ou mais importante que os resultados obtidos são os instrumentos e métodos empregados (metodologia). Como indicado no decorrer do trabalho, há vários obstáculos à reconstituição da demanda e simulação dos ganhos potenciais de eficiência, principalmente em regiões onde o GLD não é uma prática comum. Mais do que superar os entraves, procura-se evidenciá-los e propor mecanismos de superação.

Em resumo, os principais objetivos do trabalho são mostrar as possibilidades e vantagens do uso eficiente e racional de eletricidade, a necessidade de maiores investigações e os instrumentos necessários. Os objetivos secundários são os seguintes: a) comparar os resultados obtidos com aqueles de estudos anteriores, visando avaliar a coerência, os avanços conseguidos e as peculiaridades da região de estudo; b) evidenciar novos pontos de desperdícios de energia, em fun-

[8]Ver, por exemplo, JANNUZZI et al., 1995a; Da SILAVA & BERMANN, 1999.

ção da penetração de novas tecnologias; c) indicar prioridades no gerenciamento do uso doméstico de eletricidade, particularmente no contexto da região de estudo.

Devido à grande quantidade de informações e cálculos necessários à elaboração do trabalho, procurou-se desenvolver planilhas eletrônicas personalizadas, visando facilitar o manuseio dos dados, a realização dos cálculos e a apresentação dos resultados. À medida que novas informações e experiências sejam adquiridas, espera-se incorporá-las ao modelo desenvolvido, tornando-o uma ferramenta de auxílio ao gerenciamento do uso final de eletricidade[9].

Em relação às hipóteses, as investigações são feitas na perspectiva de que existem e devem ser buscadas as oportunidades tecnicamente viáveis e economicamente competitivas de melhorias na eficiência do uso final de eletricidade. Ou seja, há situações em que o custo de economizar um quilowatt-hora de energia ou de evitar a instalação adicional de um quilowatt de potência é igual ou inferior ao custo de suprimento. Portanto, as opções de expansão da oferta devem ser, ainda que parcial ou temporariamente, preteridas em favor de ações do lado da demanda.

De um modo mais genérico, procura-se investigar as causas da ineficiência energética e as possibilidades e instrumentos de superação das barreiras impostas ao GLD. À luz de experiências internacionais, analisa-se as estratégias empregadas e as reações do consumidor, diante da implantação desses mecanismos. Tais experiências são analisadas no contexto dos referidos centros urbanos da RA, procurando mostrar as vantagens individuais e coletivas do uso eficiente e racional de eletricidade. Espera-se, com isso, fornecer novos instrumentos para a discussão e formulação de políticas energéticas para a Região Amazônica e outros casos similares.

1.2.3 Abrangência e Estrutura do Texto

Como já mencionado, uma análise rigorosa das possibilidades e oportunidades de GLD requer a investigação de diversos aspectos inerentes ou correlatos, particularmente no contexto da

[9]Embora voltado ao setor residencial e aos referidos centros urbanos da RA, o modelo pode ser facilmente adaptado a outros setores e situações similares.

RA, onde a eficiência do uso de eletricidade está longe de ser uma prioridade. Além disso, muito pouco tem sido feito nesse campo e, portanto, elementos básicos, como o parque de equipamentos elétricos e sua estrutura tecnológica e operacional, são quase totalmente desconhecidos. Por esta razão, a abordagem do estudo é feita em quatro etapas, a saber:

1. Referencial teórico e metodológico;
2. Levantamento e análise dos dados;
3. Reconstituição da demanda (elaboração da estrutura de uso final);
4. Simulação e análise dos impactos da difusão de tecnologias mais eficientes.

a) Referencial teórico e metodológico

Inicialmente (Capítulo 2), através de uma extensiva revisão de literatura, faz-se uma abordagem genérica do GLD, iniciando-se pelas suas origens e conceitos e culminando com experiências internacionais. Mais precisamente, são abordados os seguintes aspectos: os fatos que levaram à nova ótica de planejamento energético[10]; as origens e conceitos do GLD; os programas e mecanismos de atuação do lado da demanda; as barreiras impostas à difusão de tecnologias mais eficientes e os instrumentos de superação; algumas experiências interessantes em GLD, tanto em termos de ferramentas e métodos quanto de resultados obtidos[11]. A finalidade é dar suporte teórico ao trabalho, visando sustentar os argumentos e métodos empregados na sua elaboração.

Em seguida, Capítulo 3, apresenta-se os instrumentos e procedimentos empregados na elaboração e análise de cada uma das referidas etapas do trabalho. Dentro dos limites e do escopo do trabalho, procurou-se desenvolver um ferramental flexível e de fácil compreensão, visando possíveis melhoramentos futuros e aplicações em outras situações ou contextos similares. Devido à grande quantidade de dados e cálculos necessários à reconstituição da demanda e simulação dos ganhos potenciais de eficiência, desenvolveu-se planilhas eletrônicas personalizadas. Exemplos da estrutura operacional, base de dados e resultados obtidos são apresentados no Anexo V.

---

[10]A expansão econômica do pós-guerra, os choques petrolíferos dos anos setenta e a crise energética subseqüente, as dificuldades financeiras do setor elétrico e a problemática ambiental, dentre outros aspectos.
[11]Maior ênfase é dada ao caso francês, porque parte do trabalho foi desenvolvida na França, no âmbito de um programa de cooperação institucional, viabilizado mediante convênio entre a CAPES e o COFECUB (Comitê Francês de Avaliação da Cooperação Universitária com o Brasil).

b) Levantamento e análise dos dados

Além da pesquisa de campo realizada junto aos consumidores locais, foram levantadas informações técnico-econômicas junto aos fabricantes e distribuidores de equipamentos, institutos de pesquisa e laboratórios especializados. O trabalho de campo foi realizado através do esforço conjunto de vários profissionais, de diferentes instituições, e foi o principal responsável pela motivação e desenvolvimento deste trabalho[12]. Os demais levantamentos foram feitos pelo próprio autor, através de pesquisas de mercado e da busca contínua de informações necessárias à complementação de dados e à elaboração do trabalho.

Quanto à análise dos dados, procurou-se inicialmente apresentar os resultados da pesquisa de campo, descrevendo as principais características sócio-econômicas do consumidor, a tipologia dos equipamentos amostrados e os hábitos de uso e manutenção dos aparelhos. Em seguida, fez-se uma análise estatística das relações entre posse de equipamentos, consumo de energia e perfil sócio-econômico dos usuários. Para isso, foram empregadas técnicas fatoriais de análise e representação de dados, visando reduzir as dimensões do banco de dados e extrair as relações mais importantes entre variáveis, modalidades[13] e grupos de variáveis.

c) Reconstituição da demanda

Nesta etapa, Capítulo 5, é feita a elaboração e análise da estrutura de uso final, visando avaliar a contribuição de cada uso final/equipamento na composição da demanda/consumo residencial de eletricidade. Conforme mencionado anteriormente, esta etapa é fundamental para o desenvolvimento da próxima, uma vez que os impactos do uso de um aparelho mais eficiente são proporcionais ao peso relativo desse aparelho na estrutura de uso final. Procura-se, assim, desagregar a demanda o máximo possível, de modo a entender melhor o seu comportamento e avaliar as oportunidades e vantagens do uso de tecnologias energeticamente mais eficientes.

Os resultados revelam a expressividade de alguns equipamentos e usos finais, dentre os quais se destacam a climatização de ambientes, a refrigeração e a iluminação. Em Manaus, ape-

[12]A descrição da metodologia empregada é feita no Capítulo 3 e a apresentação e análise dos dados, no Capítulo 4.
[13]Na terminologia empregada por essa metodologia, modalidades são decomposições de uma variável em duas ou mais variáveis, de modo a refinar a análise e apresentação dos resultados.

nas um equipamento (o ar condicionado) representa 27% do consumo e 41% da demanda máxima residencial. Nas classes de maior estrato de consumo, os índices chegam a 55% e 65%, respectivamente. Dentre os demais equipamentos, merecem atenção especial os eletrônicos, devido à proliferação de aparelhos no mercado consumidor e a potência requerida no modo *standby*.

d) Simulação dos impactos da difusão de tecnologias eficientes

Inicialmente, Capítulo 6, procura-se avaliar a viabilidade técnica e econômica da substituição imediata de todos os aparelhos em uso no ano do levantamento (1996), cuja eficiência energética era inferior ao modelo mais eficiente encontrado no mercado. Para isso, três cenários são considerados: *técnico*, *econômico* e *de mercado*. Nesta primeira fase das simulações, os ganhos potenciais de eficiência são meramente hipotéticos, pois, na prática, a difusão de tecnologias eficientes ocorre ao longo do tempo, à medida que novos aparelhos vão sendo adquiridos, em função da reposição de aparelhos e do crescimento do mercado consumidor (novos domicílios e/ou aumento no índice de posse). Contudo, trata-se de uma etapa fundamental, pois, além de definir e apresentar os critérios e parâmetros empregados nas simulações, indica os limites *técnico* e *econômico* para as possíveis melhorias na eficiência do uso final de eletricidade.

Numa segunda etapa das simulações, Capítulo 7, faz-se previsões da demanda futura de eletricidade, procurando avaliar os impactos de uma difusão gradual de aparelhos mais eficientes, à medida que o parque se renova e aumenta o mercado consumidor. Para isso, além dos três referidos cenários, considera-se um *cenário tendencial*, onde se procura prever o comportamento futuro da demanda, sem a intervenção de políticas de eficiência energética. Este cenário é considerado um referencial para as simulações do ganho potencial de eficiência energética.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 O Planejamento do Setor Elétrico

2.1.1 O Modelo Tradicional de Planejamento

A retomada do crescimento econômico, após a II Guerra Mundial, foi impulsionada pelo uso intensivo de combustíveis fósseis. Inicialmente, predominava o carvão, responsável por 60% do consumo mundial de energia primária. Em seguida, com a descoberta de jazidas gigantes no Oriente Médio, aumento na produção e conseqüente redução nos preços, o petróleo passou a liderar a matriz energética mundial, tornando-se uma estratégia internacional de desenvolvimento econômico [MARTIN, 1992].

As previsões de demanda eram demasiadamente otimistas, supondo a continuidade do crescimento econômico vigente na época. As projeções eram feitas com base na extrapolação das relações entre consumo de energia e crescimento econômico. Desse modo, a demanda era atrelada a indicadores macroeconômicos e setoriais, tais como crescimento demográfico, Produto Interno Bruto, produção industrial e consumo de energia.

Os modelos tradicionais de previsão de demanda possuem bons fundamentos teóricos e são ainda hoje utilizados como ferramentas importantes para a compreensão da natureza agregada da

demanda de energia. Contudo, as previsões são adequados apenas à categorias homogêneas de consumidores e não permitem uma desagregação da demanda, de modo a identificar a estrutura tecnológica dos diferentes usos finais e as possibilidades de mudança nos hábitos de uso e manutenção dos aparelhos. Desse modo, são atualmente considerados uma simples indicação da demanda futura, a qual está sujeita à mudanças tecnológicas e estruturais, induzidas por fatores exógenos, tais como normas e padrões de eficiência energética [JANNUZZI & SWISHER, 1997].

Quanto ao setor elétrico particularmente, a preocupação central do modelo tradicional de planejamento era a expansão da capacidade de oferta, ao menor custo possível (*Least Cost Planning*), de modo a atender com segurança às necessidades da demanda futura. Sustentado pelas "famosas" economias de escala, esse modelo de planejamento promoveu uma rápida expansão da capacidade de oferta e estimulou o crescimento da demanda, sem a devida preocupação com a eficiência e racionalidade do uso final [JANNUZZI & SWISHER, 1997].

2.1.2 A Crise Energética dos Anos Setenta

Os limites do determinismo econométrico aplicado às projeções da demanda de energia começaram a surgir no inicio dos anos setenta, com a eclosão do *primeiro choque internacional do petróleo*. Tal fato marcou o início de uma fase inédita da economia mundial, onde o modelo tradicional de planejamento energético foi colocado em xeque e o desacoplamento entre consumo de energia e crescimento econômico passou a ser tema de numerosos estudos, particularmente na área de análise e projeção de demanda.

Dado o nível de desenvolvimento econômico alcançado por vários países e o elevado grau de dependência externa de energia, a crise energética dos anos setenta provocou grandes repercussões econômicas (mudanças estruturais e tecnológicas) e deu origem a novas tendências econômicas internacionais [MARTIN, 1990].

Inicialmente, acreditava-se nas possibilidades de diversificação da oferta interna de energia, onde as fontes renováveis teriam um papel preponderante. Mas, entre as diversas alternativas po-

tenciais (solar, eólica, geotérmica, etc.), apostava-se muito na energia nuclear, para onde foram drenados vultosos investimentos e recursos humanos. Contudo, a suposta *"força ilimitada que surgia do nuclear apareceu muito mais como um perigo de autodestruição do que uma energia liberadora"* [FURTADO, 1985]. Na esfera político-social, *"tornou-se um pesadelo para as populações dos países desenvolvidos..."* e, em termos econômicos, o preço do quilowatt nuclear continuou superior ao do petróleo, mesmo após o segundo choque.

A componente ambiental passou, então, a ser também um fator limitante à expansão da capacidade de oferta. Após a Convenção Climática do Rio de Janeiro (1992), diversos países industrializados se organizaram no sentido de estabelecer metas ambientais e reduzir os índices de emissão de poluentes à atmosfera, principalmente os chamados "gases de efeito estufa", entre os quais se destaca o CO_2 [BOYLE, 1996].

Em resumo, embora propulsora de um crescimento econômico inédito, a política energética dos anos sessenta/início dos anos setenta baseava-se na suposta abundância de recursos naturais e, assim, concentrou grandes esforços na expansão da oferta e estimulou o crescimento da demanda, sem a devida preocupação com a sustentabilidade de seus componentes e com os *limites do crescimento econômico*[1]. Criou-se, assim, uma sociedade energo-intensiva, fortemente dependente de energia importada, energeticamente ineficiente e atribuía-se uma correlação inevitável entre consumo de energia e crescimento econômico.

2.1.3 A Nova Ótica de Planejamento

Os grandes esforços no sentido de aumentar e diversificar a oferta interna de energia, após os choques petrolíferos, não foram suficientes para reduzir os riscos de uma nova e eventual crise energética. Nesse contexto, passou-se a considerar não apenas as opções do lado da oferta, mas também as possibilidades de *flexibilização* da demanda. Verificou-se, então, grandes potenciais de melhorias na eficiência do uso final, onde muitas medidas apresentavam custo inferior ao das me-

[1]Conforme o primeiro Relatório do Clube de Roma - *Limites do Crescimento Econômico* - (Meadows, 1972), citado por Harry Jonnes e Brian C. Twiss (1978) *"Previsão Tecnológica para Decisões de Planejamento"*.

lhores opções de expansão da capacidade de oferta.

Esse novo enfoque dado ao planejamento do setor energético tem exigido uma abordagem mais ampla e complexa do que aquela do modelo tradicional, pois deve contemplar múltiplos objetivos e critérios (econômicos, sociais, ambientais, etc.) [JANNUZZI & SWISHER, 1997]. Com o intuito de atender a esses propósitos, criou-se o Planejamento Integrado de Recursos (PIR).

O PIR surgiu no contexto do setor elétrico americano (particularmente no Estado da Califórnia), cujas companhias de eletricidade foram obrigadas, pelas comissões reguladoras (CPUCs), a adotá-lo, visando identificar e implementar medidas de eficiência energética, quando competitivas com as opções de oferta. As opções do lado da demanda, isto é, os mecanismos de gerenciamento de carga e/ou de melhoria na eficiência energética dos equipamentos de uso final, são avaliados no âmbito dos chamados programas de Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD), conforme abordado na próxima seção.

Essa nova ótica de planejamento do setor elétrico permitiu a integração de três tarefas, até então distintas, da companhia de eletricidade: a) as opções de oferta, considerando-se as fontes renováveis (*Resource Planning*); b) as opções de GLD, incluindo o gerenciamento da curva de carga por meio de mecanismos tarifários (*DSM² Planning*); e c) as previsões (de curto, médio e longo prazos) da curva de carga (*Load Forecasting*) [MELENDY & BARAKAT, 1990].

No modelo tradicional, a demanda era vista como "imutável" e, portanto, não requeria um conhecimento refinado de seus componentes. Como já mencionado, as projeções eram feitas com base em indicadores macroeconômicos e setoriais, através dos chamados *modelos descendentes* (metodologia *Top-Down*), de modo que fatores endógenos, como a tipologia dos equipamentos, eram considerados secundários.

Na nova ótica de planejamento (PIR), onde se busca não apenas a otimização das opções de suprimento, mas também a racionalização do uso final, torna-se fundamental uma análise mais detalhada da demanda, de modo a avaliar as possibilidades de melhorias da eficiência energética.

Surgiram, então, os chamados *modelos ascendentes* (metodologia *Bottom-Up*) de análise e previsão de demanda, onde o enfoque principal é a estrutura operacional e tecnológica do uso final. Neste contexto, as projeções de demanda são feitas de forma desagregada, por uso final (iluminação, refrigeração, etc.) ou equipamento, considerando-se diferentes tecnologias e possibilidades de penetração no mercado consumidor. Tais aspectos são analisados através da criação de cenários alternativos, onde se considera a estrutura atual da demanda, sua tendência natural e as possibilidades de interferências no mercado, tanto *a montante* quanto *a jusante* do consumidor.

2.2 O Gerenciamento pelo Lado da Demanda

2.2.1 Conceitos e Origem do Termo

Os primeiros esforços concretos de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD) surgiram nos Estados Unidos, no final dos anos setenta. Inicialmente, como uma ferramenta de gerência das companhias de eletricidade, visando modular a curva de carga[3] e reduzir os impactos da crise energética provocada pelos choques petrolíferos dos anos setenta[4]. Nesta primeira fase, os benefícios eram voltados para a companhia de eletricidade [RABL & CHAMBERLIN, 1991]. Aos poucos, o GLD foi ganhando projeção internacional, devido à situação econômico-financeira do setor elétrico, conjugada com o agravamento da problemática ambiental. Neste contexto, os mecanismos de GLD foram mais direcionados ao comportamento do consumidor, passando a ser um instrumento eficaz de promoção do uso eficiente e racional de energia.

Segundo o autor do termo, Clark Gellings, o *Demand Side Management* foi criado com o intuito de *convencer os planejadores da oferta que a demanda não deveria ser vista como imutável e o consumidor, como "quilowatt-hora", conforme era visto pelos engenheiros*. Desse modo, *o paradigma DSM se apresentava como uma ferramenta única de marketing, visando a otimiza-*

---

[2]Demand-Side Management.

[3]Melhor distribuição temporal da demanda, visando melhorar o aproveitamento da capacidade instalada.

[4]A súbita elevação nos preços do petróleo e sua elevada participação no consumo primário de energia, particularmente na geração de eletricidade, provocou grande impacto nos custos de suprimento de eletricidade e as dificuldades de repassagem direta e/ou imediata dos custos ao consumidor final obrigaram a investigar mais as possibilida-

ção da interface oferta-demanda [GELLINGS, 1996].

Embora inicialmente mais direcionadas à modulação da curva de carga, de um modo genérico, são ações destinadas à redução da necessidade de expansão da capacidade de oferta - o que pode ocorrer em nível da geração, da transmissão e/ou da distribuição de eletricidade -, através do desenvolvimento e difusão de tecnologias mais eficientes, de mudança nos hábitos de uso e manutenção dos aparelhos, dentre outros mecanismos de gerenciamento [EPRI, 1984]. FELS & KEATING (1993) lembram que, embora o GLD possa envolver alterações no perfil de carga do sistema, inclusive aumentos estratégicos em determinados períodos do dia, as ações têm sido mais direcionadas à redução de carga no horário de pico e à redução do consumo global de energia.

De um modo genérico, pode-se definir GLD como um conjunto de ações e medidas destinadas a melhorar a eficiência energética do uso final de eletricidade, em termos de modulação de carga e/ou de redução do consumo específico de energia. As ações são viabilizadas através dos chamados programas de GLD, os quais vão desde informações e treinamento aos consumidores, fabricantes e distribuidores de equipamentos até a instalação direta de dispositivos de combate ao desperdício de energia. Além do caráter técnico e informativo/educativo, o GLD pode ocorrer através de incentivos econômicos e financeiros, como empréstimos e descontos na compra de aparelhos eficientes. Pode ainda ser de cunho normativo/proibitivo, sob a forma de normas e regulamentos, impondo padrões de eficiência mínima e códigos de construção civil.

Os principais tipos de programas de GLD são os seguintes: a) Informação, Treinamento e Educação; b) Transformação de Mercado; c) Contrato de Desempenho; d) Empréstimos e Descontos; e) Instalação Direta; f) Gerenciamento de Carga. A seguir, descreve-se cada um deles.

2.2.2 Programas de Informação, Treinamento e Educação

Na busca de uma sociedade energeticamente mais eficiente, a informação, treinamento e educação desempenham um papel fundamental. A falta de interesse do consumidor em melhorar a

---

des de gerenciamento da demanda.

eficiência do uso final de energia é, muito freqüentemente, devida à falta de conhecimento das possibilidades e vantagens do uso eficiente e racional de energia. É necessário, também, associar os benefícios proporcionados aos consumidores às necessidades de aumento da eficiência energética de suas atividades, devido à escassez de recursos e os impactos ambientais causados pela produção, transporte e uso de energia. Os programas de informação/treinamento/educação (ITE) têm, portanto, essa missão e devem indicar os caminhos possíveis, instruir e motivar a sociedade a se tornar energeticamente mais eficiente.

Há vários tipos de programas de ITE e estratégias adotadas. Quanto às informações, podem ser utilizados os meios de comunicação em massa (rádio, televisão, jornal, etc.) ou informação direta ao consumidor, através da fatura de energia ou de cartas personalizadas. Experiências indicam que, de um modo geral, os consumidores são muito mais sensíveis às informações diretas e personalizadas; ou seja, através do contato direto, com imagens de vídeos e exemplos de situações reais [HALL & REED (1996); LUTZENHIZER (1993)].

Apesar dos impactos positivos desses programas, dificilmente há informações precisas sobre os mesmos, uma vez que são combinados com outros mecanismos de incentivo e estratégias de marketing. Além disso, os efeitos variam muito entre grupos de consumidores com características sócio-econômicas bastante similares [LUTZENHIZER, 1993].

Um programa típico de ITE é a auditoria energética. A taxa de participação dos *consumidores elegíveis*[5] é normalmente baixa e as economias de energia ou redução de carga também. Uma avaliação de seis programas americanos de auditoria energética (setor residencial) verificou um índice de participação de apenas 7% e economias da ordem de 3 a 5% [NADEL et al., 1994].

Outro tipo de programa de informação é a *etiquetagem* de equipamentos. Inicialmente, havia sido restrita aos refrigeradores e freezers. Aos poucos, tem sido estendida a outros equipamentos, como a máquina de lavar roupa, por exemplo. A etiquetagem consiste na fixação de uma etiqueta, denominada usualmente *etiqueta energia*. No caso dos refrigeradores e freezers, a etiqueta deve constar os seguintes parâmetros [LEBOT, 1995]:

1. Marca e referência (fabricante e modelo);
2. Classe de eficiência energética, graduada numa escala colorida de A a G;
3. Consumo de eletricidade, medido em laboratório e expresso em kWh por ano[6];
4. Volume útil dos compartimentos a serem mantidos resfriados ou congelados;
5. Nível sonoro (facultativo), expresso em decibéis.

Um programa de divulgação da *etiqueta energia*, em refrigeradores e freezers, foi conduzido recentemente na França (Região Nord-Pas de Calais) [HEULARD & DUPRE, 1997]. Com o apoio de fabricantes e vendedores, dentre outros participantes, os autores indicam que houve uma redução de 7% no consumo de eletricidade destinado à refrigeração[7].

De um modo geral, os programas de ITE têm tido maior sucesso em novos equipamentos e construções. Avaliações indicam altas taxas de participação (acima de 40% dos consumidores elegíveis), economias de energia superiores a 25% e custos da ordem de US$ 0,02/kWh [NADEL & GELLER, 1996]. Contudo, conforme indicam os autores, esse tipo de programa deve ser combinado com outros mecanismos, como incentivos financeiros, por exemplo.

HARRIGAN & GREGORY (1993) analisaram dois casos em que foram conduzidos programas de climatização e aquecimento doméstico de água (ambos para consumidores residenciais de baixa renda). Um grupo de consumidores recebeu assistência de um tradicional programa de climatização (*New York State's Weatherization Assistance Program* – WAP). Um segundo grupo recebeu, além dos incentivos do WAP, programas de treinamento e educação, um plano de pagamento facilitado e a instalação de um termostato "especial" (*setback thermostat*). A finalidade maior dessa análise comparativa era verificar a persistência das economias de energia; isto é, se os efeitos desse tipo de programa são de fato, como alegados por alguns analistas, de curta duração.

Para isso, os autores analisaram dois períodos: um ano após à implantação dos referidos programas e três anos após. No primeiro ano, enquanto o grupo de consumidores que recebeu apenas os incentivos do WAP apresentou uma redução média de 13,8% do consumo de energia, o

[5]Público alvo do programa (i.é, potencialmente capaz de aderir ao programa).
[6]Indicando que o consumo pode variar em função das condições operacionais do aparelho.

segundo grupo apresentou uma redução de 24%; no terceiro ano, os índices foram de 12,6% e 20,1%, respectivamente. Inicialmente, observa-se o impacto desse tipo de programa. Quanto à duração dos efeitos, os índices indicam que, embora tenha havido posteriormente redução nas economias, os efeitos não foram meramente temporários.

2.2.3 Transformação de Mercado

Não existe uma definição única ou precisa para programas de transformação de mercado. Trata-se de ações coletivas destinadas a promover mudanças tecnológicas no mercado de equipamentos e serviços de eletricidade (inclusive no lado da oferta), envolvendo companhias de eletricidade, agências governamentais, fabricantes e vendedores de equipamentos, dentre outros agentes.

Essas ações podem envolver vários mecanismos de GLD, tais como programas de informação e descontos, incentivos financeiros, padrões de eficiência energética, códigos de construção civil e demonstrações tecnológicas [SUOZZO & NADEL, 1996]. Contudo, os programas de transformação de mercado se diferenciam dos programas clássicos de GLD, porque agem *a montante* do consumidor, isto é, na cadeia produtiva dos equipamentos [GOLDSTEIN, 1996].

Os programas de transformação de mercado apresentam um *mix* de opções para os reguladores e companhias. Eles podem ser definidos como um esforço estratégico, no sentido de promover mudanças duradouras de comportamento e decisões de mercado, que resultem numa maior penetração de tecnologias e práticas no mercado local. As companhias podem freqüentemente intervir no mercado consumidor, com muito mais efeito e a custos mais baixos do que trabalhando com consumidores individuais [KEATING, 1996].

Uma vantagem desse tipo de mecanismo é que os custos globais (investimento e operação) tendem a ser baixos a longo prazo. Em quatro programas dessa natureza (construção de residências, reatores eletrônicos para iluminação, refrigeradores supereficientes e motores elétricos), ve-

[7]Maiores detalhes sobre o referido programa são apresentados na item 2.5.5.

rificou-se um custo de apenas 0,01 US$/kWh [NADEL, 1996]. No entanto, os investimentos iniciais podem significar montantes extremamente elevados.

Um dos mecanismos clássicos de transformação de mercado é o chamado *Tecnology Procurement*, ou Licitação Tecnológica, em português. A finalidade é estimular o desenvolvimento e oferta de tecnologias mais eficientes, através de incentivos governamentais concedidos aos fabricantes. Além de prêmios ao(s) vencedor(es) da concorrência, é garantida uma demanda mínima suficiente para compensar os investimentos realizados, o que reduz os riscos do empreendimento.

Dois exemplos clássicos de Licitação Tecnológica são os refrigeradores supereficientes, nos Estados Unidos, e as máquinas de lavar roupa, na Dinamarca. Vários outros exemplos são citados na literatura internacional, dentre os quais se destacam os seguintes: a) janelas com alta resistência térmica; b) reatores eletrônicos de alta freqüência para lâmpadas; c) monitores com desligamento automático [SUOZZO & NADEL, 1996; ALEXANDER & MARGE, 1996; COLOMBIER & ATTALI, 1997, JANNUZZI & SWISHER, 1997].

Levantamentos e estudos sobre esse tipo de programa levaram às seguintes conclusões: a) o mesmo é viável para vários tipos de tecnologias e práticas de conservação; b) as estratégias variam de um produto para outro, segundo as suas características e o mercado consumidor; c) padrões de eficiência mínima e códigos de construção civil desempenham um importante papel no complemento dos processos de transformação de mercado [GELLER & NADEL, 1994].

2.2.4 Contrato de Desempenho

São contratos celebrados, normalmente através de licitação, entre companhias de eletricidade e empresas de consultoria e assistência técnica (as chamadas ESCOs – *Energy Service Companies*). As ESCOs identificam oportunidades de conservação e/ou modulação de carga, indicam as medidas necessárias e os custos incorridos, instalam dispositivos e prestam assistência técnica.

Esse tipo de programa tende a ser mais caro e complexo do que outros programas de GLD, uma vez que envolve sistemas muito mais sofisticados de avaliação e monitoramento das medidas implantadas. Além disso, apresenta baixas taxas de participação dos consumidores elegíveis. NADEL et al. (1994) analisaram vários casos e verificaram taxas de participação que variam entre 9% e 14% apenas. Os autores ressaltam, contudo, a importância desse tipo de programa, no caso de consumidores com baixa renda ou sem recursos para investimento.

De modo geral, os consumidores são submetidos à auditorias energéticas (pelas empresas prestadoras de serviço) e auxiliados financeiramente (através de empréstimos e descontos), pela companhia de eletricidade. Os programas de maior sucesso têm ocorrido nos Estados Unidos, onde se destacam aqueles destinados à climatização de ambientes em domicílios de baixa renda [RIORDAN, 1996]. Dentre os vários casos analisados, o autor destaca um projeto da Portland General Electric (PGE), onde 5.000 residências foram escolhidas ("licitadas") para a implantação de medidas de GLD.

Um dos aspectos importantes desse tipo de programa é que ele transfere o risco associado ao desempenho das medidas do consumidor para a empresa contratada, a qual é responsável pelo planejamento e execução do projeto. Dentre outras características e vantagens do projeto, destaca-se a garantia de viabilidade e eficácia econômica e a abrangência das medidas instaladas. Quanto ao primeiro aspecto, a empresa contratada procura maximizar as economias de energia, através da escolha correta de medidas, do treinamento e orientação dos consumidores. Isto porque o pagamento dos serviços é proporcional às economias de energia efetivamente alcançadas.

Em relação à abrangência das medidas, há dois fatores que estimulam a empresa prestadora de serviços a implantar todas as medidas economicamente eficientes num dado domicílio. Um deles é que há um limite para o número de domicílios, mas não há limite para as economias globais ou individuais de energia. Uma vez que a empresa será paga pelas economias de energia desse número fixo de consumidores, qualquer medida eficaz deixada de lado num dado consumidor não pode ser compensada em outro.

O fator mais eficaz, entretanto, é o sistema de pagamento diferenciado dos serviços prestados (*tiered pricing*). No caso do projeto da PGE (5.000 consumidores), a empresa previu uma economia anual de 2.500 kWh por domicílio, a um custo de cerca de 67% dos investimentos evitados. O pagamento é feito de forma proporcional às economias de energia por domicílio. Se a meta for cumprida (2.500 kWh/domicílio) a empresa recebe o valor equivalente a 100% dos custos evitados. Uma redução das economias planejadas é penalizada com uma remuneração inferior aos custos evitados (por exemplo, uma redução de 20% nas economias implica uma redução de 10% na remuneração dos serviços prestados).

2.2.5 Empréstimos e Descontos

Muitas tecnologias eficientes não são economicamente competitivas, porque as taxas de juro cobradas pelo mercado são muito elevadas. Por outro lado, as companhias de eletricidade trabalham com taxas muito inferiores àquelas praticadas pelo mercado. Normalmente, a aquisição de um aparelho mais eficiente reduz ou posterga investimentos necessários à expansão da capacidade de oferta do sistema. Assim, esses recursos poderiam ser, pelo menos parcialmente, destinados ao financiamento de programas de eficiência energética.

Existem várias experiências internacionais com esse tipo de programa. Uma das mais bem sucedidas é o caso da climatização de residências no Tennesse (EUA), onde cerca de 600.000 consumidores participaram, durante um período de 11 anos (1978-88). Com taxa de desconto zero, auditorias energéticas gratuitas e extensiva propaganda, o programa obteve uma taxa de participação de 23% dos consumidores elegíveis, a um custo total de US$ 30,00 o megawatt-hora economizado [NADEL et al., 1994].

Ainda mais importantes são os programas de desconto, os quais constituem um dos mais típicos incentivos financeiros oferecidos aos consumidores, no ato da compra de um equipamento mais eficiente. Normalmente, os descontos são oferecidos pelas próprias companhias de eletricidade, cujo interesse é evitar investimentos (pouco atrativos) na expansão da capacidade do sistema. Contudo, outras instituições, particularmente os fabricantes e/ou vendedores de equipamento,

podem demonstrar interesse na viabilização desse tipo de programa, como estratégia de marketing, para ampliação do mercado consumidor. Os resultados, em termos de economias e taxas de participação, dependem muito dos descontos oferecidos, de quão mais eficiente é o equipamento, das estratégias de marketing, etc.

Um programa de refrigeradores mais eficientes (25% mais eficientes), feito pela New York State Electric and Gas, foi acompanhado em quatro diferentes situações/regiões. Em regiões onde não houve qualquer esforço de marketing nem descontos, a taxa de participação foi de 15%; onde houve somente informações e marketing, 35%; onde houve desconto de US$ 35,00 na compra de um novo refrigerador, a taxa de participação foi de 49%; com descontos de US$ 50,00 o índice de participação foi de 60%. Segundo os responsáveis pelo programa, a cooperação dos vendedores, na promoção dos modelos mais eficientes, foi considerada fundamental para os altos níveis de participação [KREITLER et al., 1987].

Muitos desses programas, pelo fato de reduzirem as vendas de eletricidade da companhia, não passam nos testes de viabilidade econômica [JANNUZZI & SWISHER, 1997]. Contudo, têm contribuído substancialmente para os esforços de transformação de mercado, através de incentivos concedidos às tecnologias mais eficientes. De um modo geral, envolvem um grande número de consumidores elegíveis, moderadas taxas de participação e de economias por consumidor, mas produzem economias substanciais de energia e/ou potência evitada, a um custo relativamente baixo. Devido, porém, ao grande número de consumidores elegíveis e a escassez de recursos financeiros, torna-se difícil a operação do programa em grande escala [SCHWEITZER & PYE, 1995].

2.2.6 Instalação Direta

Trata-se de um sistema de prestação de serviços ao consumidor, como no caso dos chamados contratos de desempenho. Aparece, portanto, novamente a figura das ESCOs. A finalidade é facilitar a participação do consumidor em programas e medidas de conservação de energia e/ou modulação de carga. Esses serviços, incluem normalmente auditorias energéticas, planos para ins-

talação de medidas, incentivos financeiros e assistência técnica. São mais destinados a consumidores com pouca habilidade técnica para implementação das medidas e/ou sem recursos de capital.

No setor residencial, levantamentos indicam economias de eletricidade que variam entre 10% e 15%, porém, os custos são normalmente elevados: entre US$ 40,00 e US$ 100,00 o megawatt-hora economizado [BROWN & WHITE, 1992].

2.2.7 Gerenciamento de Carga

São mecanismos destinados à modulação da curva de carga, de acordo com as características do sistema elétrico (oferta e demanda). Isso pode ser feito através da programação do uso dos aparelhos (mudança de hábitos e instalação de dispositivos de interrupção temporária do funcionamento) ou da substituição de aparelhos.

Um dos mais típicos programas de gerenciamento de carga é aquele destinado à modulação de carga de equipamentos de alta potência, como condicionadores de ar e aquecedores de água. Esse controle é feito geralmente através do uso de *timers* ou aviso controlado por rádio. Em programas envolvendo os referidos equipamentos, DAVIS et al. (1988) observaram uma taxa média de participação de 25% (alguns atingiram 50%) dos consumidores elegíveis.

A taxa de participação depende muito dos incentivos, da duração do programa e dos esforços de marketing. BLEVINS & MILLER (1993) indicam reduções médias da ordem de 1 kW por participante, para programas de controle de carga de aparelhos de ar condicionado, e de 0,6-1,0 kW para aquecedores de água. Evidentemente, as economias vão depender muito das condições climáticas e das formas e mecanismos de controle de carga.

Outra forma de gerenciamento de carga é através de mecanismos tarifários, como as chamadas tarifas *horo-sazonais*, em que se paga a energia consumida de acordo com a hora do dia e a época do ano (verão/inverno, período chuvoso/período seco). As economias vão depender da diferença entre as tarifas (tarifa normal e tarifa diferenciada) e da duração e momento em que ocorre

a ponta. Um exemplo clássico é o do setor elétrico francês, cujos mecanismos tarifários têm sido considerados uma poderosa ferramenta de modulação de carga [CAURET & ADNOT, 1996].

As estratégias de modulação de carga são representadas graficamente na Figura 2.2-1, abaixo, segundo JANNUZZI & SWISHER (1997):

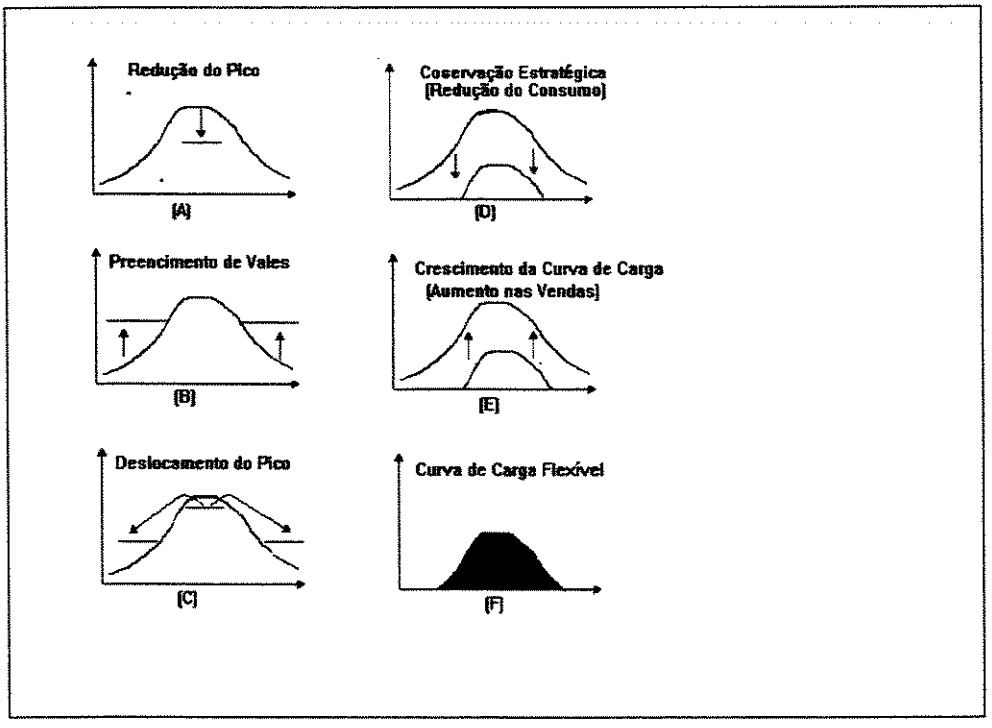


Figura 2.2-1: Estratégias de gerenciamento de carga.

No caso A, as estratégias visam apenas à redução da carga de pico (e. g. redução da potência dos equipamentos). Em B, as estratégias visam preencher vales, isto é, medidas que incentivem o uso de energia em períodos fora da ponta, de modo a tornar a curva de carga mais plana. No caso C, procura-se também uma melhor distribuição da curva de carga, porém, as ações são no sentido de deslocar cargas de pico para fora do pico; o que pode ser feito pela programação do uso de certos equipamentos (e. g.: máquinas de lavar roupa e similares). Em D, a finalidade é uma redução geral da curva de carga, o que acarretará diminuição do consumo[8]. No caso E, ocorre exatamente o inverso do anterior e só é desejável quando a tarifa de fornecimento é superior ao

[8]A integral da função de demanda (área entre a curva e os eixos x e y) fornece o consumo total de energia.

custo marginal do sistema. Em F, a companhia trabalha com a possibilidade de flexibilização da curva de carga, segundo as suas necessidades e condições operacionais.

2.2.8 Os Programas de GLD e seus Nichos de Mercado

Diferentes tipos de programas têm diferentes nichos de mercado. O sucesso de cada um depende das características específicas do mercado, das políticas institucionais, da estrutura de regulamentação do setor elétrico, do tempo de duração do programa, do horizonte de planejamento e das estratégias de marketing. Por exemplo, os programas de transformação de mercado podem alcançar economias substanciais de energia, a custos moderados, porém, não são apropriados a todas as medidas e consumidores; normalmente requerem altos custos de capital e um período de retorno muito elevado. Os programas que envolvem descontos e, particularmente, a instalação direta de dispositivos de conservação são mais apropriados a consumidores residenciais de baixa renda, com pouca habilidade técnica e, portanto, pouco interesse em adotar medidas de conservação[9]. Empréstimos e contratos de desempenho são mais direcionados a consumidores institucionais sem recursos de capital [NADEL & GELLER, 1996].

Dois nichos de mercado onde o GLD tende a ser mais atrativo economicamente são em situações de *perda de oportunidade*[10] e em regiões com fortes restrições à expansão da capacidade de oferta. Um estudo feito em 1994, onde se analisou quatro programas de construções comercias, os custos para as companhias foram de cerca de US$ 0,005-0,015/kWh menores do que em situações de reformas destinadas exclusivamente à instalação de medidas e dispositivos de conservação e/ou modulação de carga [NADEL et al., 1994]. Em regiões ou sistemas com custo marginal elevado e demanda crescente, os investimentos necessários ao aumento da capacidade de oferta podem ser destinados à programas de GLD. Alguns exemplos clássicos de companhias que adotaram essa estratégia são os seguintes: a) Idaho Power [SPARKS et al., 1994]; b) Pacific Gas and Electric [ENGEL & KINERT, 1993]; e c) Portland General Electric [WEIJO & ECKER, 1994].

---

[9]Embora muitos programas de desconto tenham sido a chave do sucesso para a implantação de programas de GLD em classes mais elevadas.

[10]Construções e reformas de edifícios (públicos e comercias) e residências e substituição de equipamentos e sistemas de uso final de eletricidade.

2.2.9 Estratégias de Marketing Empregadas no GLD

O desempenho de um programa ou medida de GLD depende muito das estratégias de marketing adotadas. De um modo geral, os consumidores não estão familiarizados com esse tipo de ação (GLD), demonstram pouco interesse e falta de confiança, dentre outros fatores que inibem a sua adesão ao programa. A superação desses entraves pode ser auxiliada pelo uso extensivo de propaganda e marketing.

AUCH & McDONALD (1994) indicam que, através de extensivas campanhas de publicidade, a Puget Power Company[11] quase quadruplicou suas economias de energia, em três anos, com os mesmos incentivos financeiros e demais instrumentos utilizados antes das campanhas publicitárias. Segundo os autores, a companhia já vinha investindo em GLD desde 1978. Contudo, os resultados obtidos ficavam sempre muito abaixo do desejável. Durante os últimos onze anos anteriores à primeira campanha publicitária (1980/1990), as economias de energia giravam em torno de 70 GWh/ano. Em 1991, esse número aumentou para 150 GWh e, em 1993 (três anos após o início das campanhas), subiu para 262 GWh.

Os autores indicam que o sucesso das campanhas foi devido às extensivas pesquisas sobre a eficácia dos mecanismos de publicidade utilizados, baseando-se na opinião dos consumidores. Embora a companhia sempre usasse campanhas de informação e publicidade, estas tratavam somente de aspectos relacionados aos programas de conservação. Não mencionavam as razões pelas quais a companhia estava interessada em "comercializar" eficiência energética. Também não mencionavam todas as vantagens que isso proporcionaria a seus clientes. Era necessário convencer o consumidor de que havia acabado a era da eletricidade abundante e barata, onde a companhia de eletricidade podia ser comparada com um supermercado (isto é, a eletricidade podia ser vista como uma mercadoria e não um bem público). Era necessário convencê-lo de que a energia estava se tornando escassa e que isso exigia esforços de ajuste a médio e longo prazos, não apenas por parte da companhia, mas principalmente da parte do consumidor. Era necessário, enfim, convencer o consumidor da necessidade de melhorar a eficiência do uso de eletricidade e das vantagens indi-

[11] Uma companhia de eletricidade do nordeste americano.

viduais e coletivas que isso lhe proporcionaria (melhor desempenho da companhia na restauração do sistema, no caso de um *blackout*, por exemplo).

HALL & REED (1996), após 16 anos de pesquisa, analisaram 19 situações, envolvendo consumidores comerciais, em dois estados americanos (Wisconsin e Michigan)[12]. De modo geral, os consumidores alegam que as despesas com energia elétrica são pouco expressivas em relação ao orçamento da empresa, que eles não estão familiarizados com equipamentos e sistemas que envolvem o uso de eletricidade, não têm tempo e nem interesse em aprender a lidar com isso.

Os autores indicam que a eficiência energética é vista, pelo consumidor, como um "meio" para atingir um determinado "fim" (o que é, logicamente, correto); mas não é vista como um "produto" ou "serviço". Desse modo, antes de "vender" um programa ou medida de GLD, o conceito de eficiência energética deve ser convertido em produto ou serviço avaliado pelo consumidor. O valor de um serviço de eficiência energética pode assumir várias formas e pode ser algo que, *a priori*, não interessa ao consumidor, isto é, não ter uma relação direta com as suas necessidades. Contudo, o consumidor não possui informação e/ou habilidade técnica suficiente para fazer tal avaliação. O papel do *marqueteiro* é, portanto, identificar essa relação e planejar a comercialização desse serviço/produto, utilizando os diversos mecanismos possíveis, de modo que seu "valor comercial" satisfaça às necessidades do consumidor.

Na análise de diversas estratégias de marketing utilizadas em GLD, os autores destacaram a importância de grupos e alianças comerciais (produtores e distribuidores de tecnologias), dos incentivos financeiros e da informação direta ao consumidor (*direct mail*).

Grupos e alianças comerciais: com a abertura e ampliação do mercado de eletricidade, onde as companhias podem oferecer aos consumidores, além de energia elétrica, outros produtos e serviços destinados ao gerenciamento da demanda, alguns fabricantes e vendedores de equipamentos estão começando a perceber a companhia de eletricidade como um concorrente. Desse modo, têm procurado formar *alianças comercias* e trabalhar em parceria com a companhia, com a finalidade de evitar sua "intrusão" no mercado. A companhia pode se beneficiar das experiências de mercado

desses *aliados comerciais*, os quais podem auxiliá-la na identificação das necessidades do consumidor e suas relações com produtos e serviços de eficiência energética, melhor compreensão das operações de mercado e do processo de tomada de decisão do consumidor, utilização de "canais de mercado" preexistentes, etc. Estudos e levantamentos indicam que as organizações comerciais têm tido um importante papel na promoção de programas de iluminação eficiente, tanto nos Estados Unidos como na Europa [MILLS, 1993].

Incentivos financeiros: apesar das controvérsias em relação à eficiência econômica de alguns incentivos financeiros[13], eles têm sido usados como estratégias de marketing, na superação de barreiras à difusão de tecnologias mais eficientes. Contudo, para que a alocação de recursos destinados a incentivos financeiros seja economicamente eficiente, é necessário conhecer a estrutura de mercado e o nível de competição entre consumidores, de modo a determinar uma estrutura de incentivos consistente com a necessidade individual do consumidor e dos serviços prestados. Para isso é necessário examinar a situação financeira do consumidor e avaliar a combinação adequada de incentivos a ser oferecido. Os incentivos financeiros podem ser ainda mais eficazes, quando usados sob a forma de auxílio à comunidade (isto é, para um determinado objetivo comum).

Informação direta ao consumidor: embora os veículos de comunicação em massa sejam importantes meios de informação ao consumidor, experiências indicam que a informação direta, via correio, particularmente através de cartas personalizadas, têm sido uma estratégia de marketing muito eficaz. Os autores chegaram a essa conclusão através da análise de casos semelhantes, onde um mesmo serviço/produto foi colocado a disposição do consumidor, sob diferentes formas de divulgação. A eficácia desse método deve-se, em grande parte, à seleção prévia de consumidores potencialmente interessados na aquisição do serviço e a certeza de que a informação chegará até ele.

Os autores indicam, contudo, que nenhuma das estratégias analisadas acima deve ser vista como uma panacéia. Ao contrário, devem ser complementadas entre si e por outras estratégias que, embora isoladamente não apresentem grande impacto, juntas desempenham uma função de

[12]A maioria dos casos (programas) foi conduzida entre 1993 e 1996.

[13]Alguns analistas indicam que, de um modo global, muitos incentivos não são economicamente eficazes, porque muitos consumidores iriam adquirir esses serviços/produtos mesmo na ausência desses incentivos; são os chamados *livres voadores (free-riders)*.

"sinergia". Os analistas concluem com a seguinte recomendação: *independente das estratégias de marketing empregadas, a habilidade dos provedores de eficiência energética na oferta de produtos e serviços que possam ser avaliados fisicamente pelo consumidor é a chave do sucesso (ou fracasso) de um programa ou medida de GLD* [HALL & REED, 1996].

2.3 Barreiras para a Difusão de Tecnologias Eficientes

2.3.1 O que Dizem os Analistas

Quando se trata de investimentos em eficiência energética, pelo menos duas diferentes visões sobre as barreiras ou falhas de mercado são evidentes. De um lado, há economistas que defendem a tese de que tais barreiras *são meramente descrições ad hoc de um mercado competitivo* [SUTHERLAND, 1991, *apud* GOLOVE, 1994] e, portanto, não requerem intervenções ou elas não serão capazes de corrigir as imperfeições. De outro lado, há quem alegue que as altas taxas de juro cobradas pelo mercado e níveis de investimento abaixo do sugerido pelas análises de custo-benefício são argumentos suficientes para justificar políticas de intervenção.

De JANVRY et al. (1991) *apud* GOLOVE (1994) argumentam que é importante relacionar as falhas de mercado ao consumidor e não ao produto ou serviço comercializado; ou seja, o mercado existe, porém, ele falha para um dado consumidor particular, tornando o produto ou serviço não-atrativo para aquele consumidor. A seguir, apresenta-se alguns dos principais entraves à difusão de tecnologias mais eficientes e o papel das políticas governamentais na busca de soluções.

2.3.2 Falta de Informação

De um modo geral, os consumidores não têm informação ou habilidade técnica suficiente para avaliar as vantagens que uma dada tecnologia pode lhe oferecer. Desse modo, muitos aparelhos eficientes não são absorvidos pelo mercado por falta de informação adequada ao consumidor, o qual desconhece os benefícios de sua aquisição. Muitos consumidores associam o aumento da

eficiência energética com a redução da qualidade do serviço produzido, como a redução da temperatura da água em aquecedores e máquinas de lavar.

Conforme já mencionado, é necessário, portanto, além da informação, programas de treinamento e educação do consumidor, visando auxiliá-lo na avaliação dos benefícios proporcionados pela aquisição, instalação adequada e uso racional dos aparelhos. Isso pode ser feito através de campanhas educativas, usando os meios de comunicação em massa (rádio, televisão, jornal, etc.), procurando manter o usuário atualizado sobre tecnologias mais eficientes e práticas de combate aos desperdícios de energia.

2.3.3 Barreiras Institucionais e de Mercado

Muitas barreiras institucionais estão ligadas ao modelo tradicional de planejamento do setor elétrico e ao papel das agências reguladoras, onde as ações de planejamento, regulamentação e fiscalização estão concentradas demasiadamente no lado da oferta. Outro entrave, de cunho institucional, é a *tarifação* dos serviços de eletricidade, cuja estrutura e métodos de avaliação impedem (ou dificultam) a recuperação dos investimentos em eficiência energética [JANNUZZI & SWISHER, 1997].

Quanto às barreiras de mercado, há problemas ligados à disponibilidade e confiabilidade tecnológica. Há tecnologias mais eficientes cuja difusão é limitada, em algumas regiões, por falta de assistência técnica ou mesmo por falta de confiabilidade de suprimento, na hora da reposição do aparelho. As condições operacionais do sistema também dificultam a difusão de tecnologias eficientes, porque elas requerem normalmente maior estabilidade da rede elétrica. Flutuações de tensão e freqüentes interrupções podem comprometer o desempenho do aparelho e reduzir sua vida útil.

2.3.4 Diversidade de Atores e de Expectativas

A viabilidade de um programa de GLD depende das percepções e expectativas de cada ator envolvido (companhia de eletricidade, fabricante e distribuidores de equipamentos, consumidor, governo, etc.). Estes podem ter diferentes visões a respeito dos custos, benefícios e riscos do programa. A avaliação econômica dos impactos ambientais, as evoluções temporal e espacial da tarifa de eletricidade, a disponibilidade de capital de investimento e a taxa de desconto utilizada são parâmetros decisivos na viabilidade dos programas e podem ser interpretados de diferentes formas.

De um modo geral, os investimentos em eficiência energética são feitos pelo próprio consumidor, o qual trabalha com uma taxa de desconto muito superior àquela utilizada pela companhia de eletricidade, na expansão da capacidade de oferta. Conforme analisado por LEVINE et al. (1992), se o consumidor trabalhar com uma taxa de desconto de 25% a 50% e os investimentos na expansão da capacidade são feitos com uma taxa de 6%, medidas de eficiência energética com um custo de 2 dólares o megawatt-hora economizado são preteridas em favor de investimentos na expansão do sistema, com custos de 7 dólares o megawatt-hora gerado.

2.3.5 Falhas de Mercado

Grande parte das falhas de mercado decorre da presença de custos ou benefícios envolvidos numa transação econômica particular, os quais não são contabilizados ou atribuídos aos participantes dessa transação; são as chamadas "externalidades". Em relação à energia, as externalidades são custos que não são devidamente contabilizados nas diversas operações que o mercado envolve; o que conduz a um subinvestimento em tecnologias ou recursos energéticos mais eficientes. Dois exemplos clássicos são os custos da poluição atmosférica e a degradação do solo (externalidades ambientais) e aqueles relacionados à segurança nacional, devido à necessidade de importação/exportação de energia [GOLOVE, 1994].

Conforme indicado por LEVINE et al. (1994), a minimização dos custos é condição necessária para a alocação economicamente eficiente de recursos. A existência de serviços de energia (iluminação, refrigeração, etc.), cuja alocação dos recursos necessários a sua implantação não foi feita segundo essa lógica (isto é, de forma economicamente eficiente) é que caracteriza as chama-

das *falhas* ou *imperfeições* do mercado. Segundo os autores, se uma dada tecnologia está disponível no mercado fornecedor, porém, não foi absorvida pelo mercado consumidor, uma das seguintes situações ocorre: a) ou existem custos ocultos, os chamados "*hidden costs*", os quais não são devidamente incluídos nos cálculos econômicos, por falta ou uso incorreto de dados; b) ou existem falhas de mercado - falta de informação, problemas relacionados à tomada de decisão, custos de transação e imperfeições no mercado de capitais.

Embora exista muita polêmica sobre o assunto, há evidências empíricas que comprovam a existência desses entraves à difusão de tecnologias mais eficientes. LEVINE et al. (1994) apresentam quatro casos em que as falhas de mercado ficaram evidentes. Inicialmente, os autores analisaram dois tipos de reatores utilizados na iluminação fluorescente comercial: um convencional e outro eficiente. Uma análise comparativa mostrou que, com uma parcela de mercado de apenas 10%, a tecnologia mais eficiente apresentava uma taxa interna de retorno de 60%, comparada à tecnologia convencional (90% do mercado).

Com uma tarifa média de 74 dólares o megawatt-hora, os custos da energia economizada foram estimados em apenas 14 US$/MWh[14]. Como não havia custos ocultos nem dúvidas em relação aos parâmetros utilizados na análise e a tecnologia eficiente estava disponível no mercado há vários anos, concluiu-se que havia de fato a existência de falhas de mercado. Os autores indicam ainda que, pelo fato de a iluminação fluorescente ser difundida em quase todo o setor comercial (onde a análise foi conduzida), as mesmas barreiras à difusão de reatores eficientes devem inibir também a difusão de outras tecnologias.

No segundo caso, analisou-se dois tipos de refrigeradores, onde as diferenças entre ambos eram apenas o consumo de energia (eficiência energética) e o preço de comercialização. Com um preço de US$ 60,00 superior ao modelo convencional e um consumo de eletricidade de 410 kWh/ano inferior, o modelo eficiente proporcionava economias de eletricidade a um custo inferior

[14]A taxa de desconto utilizada foi de 6% ao ano, porém, os autores indicam que, mesmo que ela fosse de 15%, o custo da energia economizada seria ainda inferior à metade do custo de fornecimento (tarifa média).

à metade da tarifa média de fornecimento, mesmo com uma taxa de desconto de 15%. No entanto, na grande maioria das regiões analisadas, predominava o uso do modelo ineficiente[15].

2.3.6 O Papel das Políticas Governamentais

As ações governamentais podem exercer um importante papel na superação de barreiras à difusão de tecnologias mais eficientes, reduzindo a diferença entre economias potenciais e aquelas efetivamente alcançadas. Desse modo, as forças de mercado e outros fatores ligados à eficiência energética podem ser influenciados por ações governamentais, de caráter regulador, tais como políticas de meio ambiente, segurança energética nacional e outros mecanismos que afetam a alocação de recursos financeiros [McINNES & UNTERWURZACHER, 1996]. Segundo os autores, existem pelo menos quatro estratégias que podem ser úteis na viabilização de políticas de eficiência energética, dependendo da situação político-econômica do país ou região em que se inserem:

1. Modificação na estrutura tarifária e outras regulamentações das companhias, de modo que o usuário pague pelos serviços de eletricidade de acordo com os custos reais de suprimento;
2. Remoção de obstáculos à implantação de programas de GLD das companhias, se eles proporcionam benefícios tanto para elas quanto para os consumidores;
3. Melhoramento da eficácia das forças de mercado, assegurando que o consumidor tenha acesso às informações e tecnologias adequadas;
4. Superação de barreiras financeiras, através de mecanismos de incentivo, mesmo que temporários, e do estabelecimento adequado de padrões de eficiência energética.

Essas estratégias podem ser conseguidas através da aplicação de três tipos de instrumentos políticos: informação, regulamentação e mecanismos econômicos. As informações podem auxiliar no sentido de mostrar aos usuários as possibilidades e oportunidades de melhoria na eficiência energética de certos equipamentos e a analisar as economias potenciais que podem ser proporcionadas pela substituição de aparelhos e sistemas. Conforme citado anteriormente (Seção 2.2.2), um

[15]Os outros dois casos, televisores e computadores, apresentaram resultados similares.

mecanismo eficaz de informação ao consumidor é a etiquetagem de aparelhos, através de ações conjuntas entre o governo, o setor elétrico e os fabricantes e distribuidores de equipamentos.

A regulamentação e criação de padrões de eficiência energética requerem, entretanto, um conhecimento técnico razoável e atualização periódica, o que dificulta a sua viabilização. Mesmo assim, os Estados Unidos têm estabelecido padrões de eficiência (em grande escala) para os principais eletrodomésticos e sistemas de condicionamento ambiental. Vários países da Europa Ocidental têm adotado também esse tipo de mecanismo [LEBOT, 1995].

Os instrumentos econômicos envolvem também políticas de preço e o uso de incentivos financeiros, tais como taxas, impostos, subvenções e descontos. Um dos primeiros passos, no sentido de remover as distorções que atuam contra a eficiência energética, é o estabelecimento de tarifas compatíveis com os custos marginais de longo prazo (geração, transmissão e distribuição).

2.4 Metodologias de Simulação dos Impactos de Programas de GLD

2.4.1 O Problema da Mensuração dos Impactos de Programas de GLD

Após a implantação do programa, os impactos podem ser avaliados através da comparação da demanda em dois períodos equivalentes: um anterior e outro posterior ao programa. Contudo, as mudanças observadas podem ser, pelo menos parcialmente, devidas a fatores exógenos ao programa (climáticos, sócio-econômicos, etc.). Portanto, a dificuldade está na mensuração das mudanças atribuídas aos efeitos do programa. Além disso, há fatores inerentes ao programa que dificultam a avaliação dos ganhos potenciais de eficiência, como os chamados *efeitos indiretos*, que podem produzir resultados positivos ou negativos para o programa.

Um dos efeitos indiretos refere-se ao chamado "efeito multiplicador" (*spillover effect*), onde consumidores "não-participantes" (isto é, que não faziam parte dos "consumidores elegíveis") acabam adotando medidas de conservação, devido à propaganda ou marketing do programa. Neste caso, as estimativas são subestimadas, pela falta de inclusão desses consumidores. Um exemplo

típico é o caso de programas de desconto na compra de lâmpadas eficientes, onde a venda de lâmpadas através dos chamados "cheques desconto" provoca a venda indireta de um número considerável de unidades adicionais. Na Suécia, a distribuição de 75.000 "cheques desconto" levou a venda de 41.000 unidades adicionais; Na Holanda, a venda de 25.000 lâmpadas, através de um programa de desconto, provocou a venda indireta de mais 50.000 unidades [MILLS, 1991].

Outro impacto indireto é o chamado "efeito compensação" (*rebound* ou *takeback effect*), onde as supostas economias potenciais são compensadas ou reduzidas pelo aumento do tempo de uso e/ou maior dimensionamento do equipamento/sistema, o que tende a sobrestimar as economias de energia. Em programas de iluminação eficiente na Europa [MILLS, 1991], verificou-se que grande parte das lâmpadas substituídas eram menos utilizadas que as novas. Na Suécia, verificou-se a ocorrência desse fato em um terço dos consumidores; na Dinamarca, o índice foi de 22%.

Atenção especial deve ser dada, quando se envolve a substituição de energéticos. A passagem de um energético para outro, ainda que economicamente vantajosa, pode causar redução na eficiência energética do uso final em questão. Uma das razões para isso pode ser a diferença de preço dos energéticos. CHI & MAGOUIRK (1994) analisaram um caso em que a substituição de sistemas elétricos de aquecimento (água e ambiente) por sistemas a gás (70% mais barato) resultou num aumento de 61% no uso de energia (em unidades térmicas). Através da aplicação de modelos estatísticos, os autores concluíram que isso foi devido ao aumento do conforto térmico e à redução do uso de calor suplementar (lenha, querosene, solar, etc.).

Outro aspecto que tende a sobrestimar as economias de energia, são os chamados "livres voadores" (*free-riders*), isto é, consumidores que teriam adotado a medida ou tecnologia mais eficiente, mesmo na ausência do programa. Há ainda outros aspectos que dificultam a avaliação dos impactos, como o caso de consumidores "caronistas" (*free-drivers*), isto é, *externos* ao programa, e aqueles que participam inicialmente do programa, mas que o abandonam após certo tempo. O último caso é mais freqüente com equipamentos de curta durabilidade, como as lâmpadas, por exemplo, cuja reposição do estoque volta ser feita com tecnologias pouco eficientes[16].

[16]A terminologia empregada na definição desses efeitos é americana e, portanto, a tradução para o português apresenta variações. JANNUZZI et al. (1998) chamam o "spillover effect" de MVO (Maria Vai com as Outras) e o "re-

Contudo, o mais importante, e ainda mais difícil, é *prever* os impactos de um dado programa ou medida de GLD, o que é necessário para análise de sua viabilidade econômica. A complexidade e falta de conhecimento adequado da estrutura de uso final, tanto em relação à tipologia de equipamentos quanto aos hábitos de uso e manutenção dos aparelhos, é o maior entrave para as estimativas do ganho potencial de eficiência. A seguir, são apresentados alguns métodos e técnicas empregadas na simulação dos impactos de programas de GLD.

2.4.2 Métodos e Técnicas Empregados

Conforme indica a literatura internacional, há vários métodos e técnicas de simulação e análise dos impactos de programas de GLD. FELS & KEATING (1993), após extensiva revisão de literatura[17], analisaram diferentes técnicas, citando vantagens e limites e as possíveis e necessárias combinações entre elas, conforme descrito a seguir.

Análises Técnicas: as chamadas "análises técnicas" constituem um dos primeiros e mais utilizados métodos de estimativa do potencial de GLD. Trata-se de estimativas feitas com base em dados técnicos, fornecidos por fabricantes e construtores ou medidos em laboratórios e centros de pesquisa. Apesar de sua importância e tradição, trata-se de simulações de uma situação real e, portanto, uma aproximação daquilo que irá de fato ocorrer. Experiências indicam que, de um modo geral, as estimativas tendem a sobrestimar as economias de energia, já que os dados técnicos indicam apenas um "limite máximo" para as economias. FELS & KEATING (1993) analisaram onze casos em que foi possível comparar as estimativas de análises técnicas com as economias efetivamente alcançadas. Em dois casos (climatização), as economias superaram as estimativas em 7% e 17%. Em quatro deles, as economias variaram entre 40% e 58% das estimativas e, nos demais, entre 15% e 36% apenas. Outra deficiência desse método é que ele tende a ignorar fatores ligados ao comportamento dos usuários. Em compensação, apresenta baixos custos e pode ser facilmente complementado por outras técnicas, conforme indicado no último parágrafo desta seção.

---

bound ou takeback effect" de TGN (Tudo o que a Gente Não queria).

[17]Os autores citam/comentam mais de 100 referências bibliográficas sobre o assunto.

Análise de Regressão Linear: a regressão linear tem sido uma poderosa ferramenta de auxílio aos exercícios de análise e previsão de demanda. De um modo geral, o consumo de energia está condicionado a uma variedade de fatores (sócio-econômicos, climáticos, demográficos, etc.), cuja influência pode ser estimada através da aplicação de modelos de regressão linear. Neste caso, o consumo de energia é considerado a variável dependente e uma série de indicadores supostamente condicionantes (chamados variáveis "explicativas" ou "explanatórias") é usada para capturar as variações observadas. Embora se utilize também séries temporais de dados, a prática mais comum é o uso de séries espaciais (modelo "*Cross-Sectional*"), onde é feito o cruzamento de variáveis entre consumidores. A formulação matemática ou especificação do modelo, a qual está fortemente condicionada pela disponibilidade de dados, é feita da seguintes forma:

$C_i = \alpha_1 X_{i1} + \alpha_2 X_{i2} + \alpha_3 X_{i3} + \ldots + \alpha_n X_{in} + \in_i$, onde

C_i: indica o consumo de energia do *i-ésimo* consumidor (observação);
X_{in}: corresponde ao valor da *n-ésima* variável explanatória utilizada no modelo; e
α_n: corresponde ao coeficiente de correlação da *n-ésima* variável empregada no modelo.

Uma técnica muito conhecida de regressão linear aplicada na desagregação do consumo doméstico de eletricidade é a chamada *Análise Condicional da Demanda*[18], desenvolvida por PARTI & PARTI (1980). O método consiste em estimar o consumo/demanda através do índice de posse de aparelhos. A formulação matemática do modelo é, portanto, similar aos modelos tradicionais; a diferença é que se usa o índice de posse dos diversos equipamentos que constituem a demanda, em lugar de indicadores sócio-econômicos, climáticos, etc. Contudo, variáveis demográficas e outros fatores relacionados ao consumo podem ser incorporados ao modelo. Apesar da importância e praticabilidade desse método, os coeficientes (isto é, os estimadores) são fortemente condicionados pelas variáveis explicativas utilizadas (a inclusão ou exclusão de uma delas pode mudar substancialmente os resultados). Desse modo, as supostas economias de energia (no caso da estimativa dos impactos de um programa de GLD) podem sofrer influências de fatores que nada têm a ver com o programa.

Monitoramento de Aparelhos: Devido à complexidade da estrutura de uso final e a vulnerabilidade dos métodos de simulação, a prática do monitoramento de aparelhos (medição direta do consumo/demanda dos principais equipamentos) tem aos poucos se tornado uma realidade, em vários países e regiões do mundo. Em geral, consiste em acoplar ao aparelho um pequeno dispositivo de medição e registro do tempo de funcionamento, consumo, demanda, etc. de cada aparelho monitorado. No caso de sistemas de climatização de ambientes ou de equipamentos de refrigeração, pode-se medir também a temperatura ambiente, fluxos de ar, ciclo dos aparelhos (*on/off*) e outros parâmetros que podem ser úteis na avaliação do desempenho dos equipamentos.

Apesar de muito mais confiável que os métodos convencionais, uma vez que os resultados são medidos e não estimados, uma desvantagem desse método são os altos custos envolvidos. FELS & KEATING (1993) citam um exemplo, onde o monitoramento de um edifício comercial, durante um ano, custou cerca de vinte mil dólares. Contudo, conforme indicam os autores, técnicas sofisticadas de amostragem têm permitido reduzir os custos, sem perda significativa de precisão e confiabilidade dos resultados. Dentre outras vantagens relativas, o método permite a medição da potência efetivamente requerida por um equipamento, o que permite a elaboração da curva de carga do aparelho monitorado.

Conforme relatório da Comissão das Comunidades Européias [CCE, 1995], os países nórdicos da Europa são os pioneiros nesse assunto, com destaque para a Dinamarca e a Suécia. Na Dinamarca, as primeiras experiências datam de 1987 e têm sido conduzidas principalmente pela Universidade Tecnológica da Dinamarca, financiadas pelas companhias distribuidoras de eletricidade. Na Suécia, merece destaque uma campanha conduzida entre 1991 e 1992, pela NUTEK, intitulada "*Domestic Electricity in Detached Houses*" [NUTEK, 1995]. Na França, foi realizada, em 1995, uma campanha de monitoramento de aparelhos eletrodomésticos, intitulada CIEL (*Consommations Individualisées d'Electricité dans les Logements*), a qual foi realizada no âmbito do programa de eficiência energética da Comunidade Econômica Européia (programa SAVE) [CCE, 1995].

Realizada nos departamentos de Saône e Loire, CIEL permitiu, através do uso de um dispo-

[18]Do inglês, *Conditional Demand Analysis.*

sitivo chamado DIACE, a medição e o armazenamento (sob forma de banco de dados) do consumo de eletricidade, da potência requerida e da tensão de 720 aparelhos, constituídos de 31 tipos de equipamentos, em 90 residências, durante um período de um mês. O dispositivo DIACE, acoplado a um equipamento, permite a medição desses dados, a cada 10 minutos, e o envio das informações a um computador central, via modem[19].

Outras campanhas similares foram conduzidas em outros departamentos, dentre as quais se destacam as seguintes: a) Campanha ECODROME [SILDER & BAL, 1997], realizada no departamento da Drôme, na qual se utilizou os mesmos procedimentos e dispositivos da CIEL, para medir o consumo e a potência de aparelhos eletrodomésticos de 20 residências, durante um período de 2 anos; b) Campanha CEMEDA [ANGLADE et al., 1997], destinada à medição do consumo de eletricidade de equipamentos eletrônicos, a qual foi realizada no departamento da Aquitânia. Dentre outros aspectos interessantes, verificou-se que o método tradicional, isto é, através da aplicação de questionários, tende a superestimar o consumo/demanda de certos aparelhos (máquina de lavar roupa e similares) e a subestimar o consumo de outros, principalmente equipamentos eletrônicos, devido à potência requerida no modo *standby*.

Combinação dos Métodos: Como não se trata de métodos mutuamente exclusivos, as falhas e limites de um podem ser reduzidos através da combinação e auxílio de outro(s) método(s) alternativo(s). Por exemplo, as deficiências de uma análise técnica podem ser compensadas pelas precisões do monitoramento de aparelhos, ainda que em escala reduzida. A combinação de ambos os métodos tende a fornecer resultados muito mais confiáveis, os quais podem ser extrapolados, com o auxílio de modelos de regressão, a outras situações similares. Contudo, é importante lembrar que se trabalha, quase sempre, com incertezas. Portanto, os métodos utilizados são muito mais probabilísticos do que determinísticos, conforme lembram FELS & KEATING (1993).

2.4.3 Ferramentas e Modelos Computacionais

Assim como nas demais áreas do conhecimento humano, as ferramentas computacionais têm

[19]No total foram realizadas e armazenadas cerca de 10 milhões de medições.

desempenhado um importante papel no planejamento de recursos energéticos. No que diz respeito ao GLD particularmente, a complexidade e dinâmica da estrutura de uso final têm exigido cada vez mais o auxílio de ferramentas eletrônicas. Visando reduzir as incertezas associadas, procura-se incluir o máximo possível de variáveis nas simulações do comportamento da demanda e dos impactos de medidas de eficiência energética.

Existem inúmeros modelos de reconstituição, análise e projeção de demanda. Contudo, são geralmente desenvolvidos para atender a um dado contexto particular. Apesar de flexíveis, é quase sempre necessário fazer adaptações, quando se deseja aplicá-los em outros contextos. Diferentes regiões possuem normalmente diferentes estruturas de uso final, devido às variações sócio-econômica, climáticas e institucionais.

Sem a pretensão de fazer uma análise crítica e exaustiva dos modelos, apresenta-se aqui algumas ferramentas mais recentes e mais voltadas ao setor residencial. A finalidade é colher subsídios para a elaboração da metodologia empregada no contexto dos referidos centros urbanos da RA. A escolha dessas ferramentas deve-se principalmente à sua disponibilização por parte dos responsáveis pelo seu desenvolvimento e aplicação.

a) Modelo MURELEC

O modelo MURELEC - *Modelo de Uso Racional de Eletricidade* - foi desenvolvido pela INESTENE (Instituto de Avaliação de Estratégias sobre Energia e Meio Ambiente), a pedido da ADEME (Agência Francesa para o Meio Ambiente e Eficiência Energética), no âmbito de um acordo nacional entre a ADEME e a EDF (Electricité de France), visando melhor explorar as possibilidades de GLD, no contexto da França Continental. Trata-se de um vasto *banco de dados* sobre uso eficiente e racional de eletricidade, incluindo todos os setores de atividade e os principais equipamentos, e de uma *ferramenta de simulação de demanda*, permitindo avaliar técnica e economicamente os potenciais de GLD [INESTENE, 1998b].

Banco de Dados: O banco de dados é constituído de informações macro-econômicas e setoriais - incluindo variáveis energéticas e ambientais - e dados sobre a tipologia do parque de equipamentos

e hábitos de uso e manutenção dos aparelhos.

Desagregação da Demanda: A demanda é desagregada em quatro setores de atividade: residencial, comercial, industrial e outros (transportes, motores agrícolas, saneamento, etc.). Cada setor é dividido em usos finais (iluminação, refrigeração, usos térmicos, etc.) e cada uso final é composto de um ou mais equipamentos, segundo a tipologia (marca, modelo, etc.) e os hábitos de uso.

Parque de Aparelhos: O estoque de aparelhos é deduzido através do histórico de vendas e da vida útil dos aparelhos. Essas informações são complementadas por levantamento de dados junto aos consumidores.

Eficiência Energética: A eficiência dos equipamentos é medida através das características técnicas de um aparelho típico (média nacional), segundo as normas da Comunidade Européia, implícitas no processo de *etiquetagem* de equipamentos.

Consumo de Eletricidade: Na estimativa do consumo de eletricidade de um equipamento, dois parâmetros chave são considerados: a) potência média requerida num ciclo padrão de funcionamento (chamada potência útil), a qual é obtida através de ensaios de laboratórios, catálogos de fabricantes e/ou campanhas de monitoramento de aparelhos junto aos consumidores; b) tempo médio de uso dos aparelhos, considerando-se as variações diárias e as sazonalidades da demanda.

Curva de Carga: De forma similar ao consumo, as estimativas da curva de carga de um dado equipamento são feitas a partir da potência útil e do fator de simultaneidade do uso[20], o que requer também a obtenção de informações técnicas (junto aos fabricantes de equipamentos) e o levantamento de dados através de pesquisas de campo e/ou campanhas de medições.

Extensões: Devido ao sucesso do modelo, foram feitas inicialmente extensões a outros países da Comunidade Européia (CE) e, em 1996, no âmbito do programa de eficiência energética da CE (programa SAVE), foi criado o modelo MURE - *Modelo de Uso Racional de Energia*. De forma similar ao MURELEC, porém, estendido a todos os países da CE, MURE é um vasto banco de

dados sobre uso racional de energia, cobrindo todos os setores de atividade (residencial, industrial, terciário e transporte) e os principais energéticos (eletricidade, derivados de petróleo, gás natural e biomassa) e uma ferramenta de simulação de demanda, permitindo avaliar técnica e economicamente os potenciais de GLD. Analogamente, a análise pode ser conduzida individualmente (por país, setor de atividade, uso final, etc.) ou de forma global.

b) Modelo EVE

O Modelo EVE, também desenvolvido pela INESTENE, é uma ferramenta de reconstituição e análise de demanda, cuja finalidade maior é a identificação de consumidores, usos finais e/ou equipamentos responsáveis pela queda de tensão, dentre outros inconvenientes, causada pelo aumento temporário de demanda. Após identificar os principais responsáveis por tais inconvenientes, o modelo avalia as possibilidades de gerenciamento, em paralelo com as opções de reforço de redes e/ou transformadores, os quais se encontram em fase de saturação [INESTENE, 1997b].

Ao contrário do modelo anterior, o qual permite a simulação da demanda de um grande número de consumidores (país ou região), EVE é mais adequado a um número reduzido de consumidores, onde a aleatoriedade da demanda é o principal "complicador". Desse modo, embora possua também um vasto banco de dados[21], sua aplicação requer a coleta de informações específicas sobre parâmetros que condicionam a demanda, o que é feito através da aplicação de questionários, bem como de dados complementares fornecidos pela concessionária de eletricidade (consumo de eletricidade, potência inscrita – kVA, tipo de tarifa praticada, dados relacionados à rede, etc.).

Reconstituição da Demanda: De forma similar ao modelo anterior, EVE calcula o consumo de eletricidade de um aparelho, a partir da potência útil e do tempo efetivo de uso. A composição do consumo é feita, porém, de modo individual e iterativo - aparelho por aparelho, consumidor por consumidor. O consumo estimado do domicílio é comparado com aquele indicado na fatura de eletricidade (consumo de referência). Caso a diferença entre o consumo calculado pelo modelo e aquele de referência seja superior a um dado índice[22], os parâmetros (potência requerida e/ou tem-

[20]Porcentagem de aparelhos em uso num dado instante ou intervalo horário.
[21]Grande parte das informações provém do modelo MURELEC.
[22]Fica a critério do usuário a escolha desse índice, porém o modelo sugere ±10%.

po de uso) devem ser revistos e/ou ajustados. Recomenda-se que as modificações sejam iniciadas pelos usos finais de maior grau de incerteza e/ou relevância.

Curva de Carga: Conforme mencionado, EVE tem por finalidade simular o perfil de demanda de um número bastante reduzido de consumidores (algumas unidades ou dezenas), os quais representam a demanda total de um dado transformador. Desse modo, como não se dispõe de um número significativo de consumidores, em que seria possível prever a probabilidade de ocorrência do uso de cada equipamento (fator de coincidência ou simultaneidade do uso), o modelo simula a curva de carga de um dado domicílio ou transformador através da geração aleatória de cenários alternativos de demanda cotidiana, tendo-se como referência os seguintes parâmetros: a) intervalos horários de ocorrência do uso; b) número de horas diárias de uso (índices máximo, médio e mínimo); c) consumo de eletricidade, conforme descrito anteriormente.

A Figura 2.4-1, abaixo, apresenta um exemplo (caso hipotético) de curva de carga cotidiana, segundo o banco de dados utilizado pelo modelo e um dado número de equipamentos.

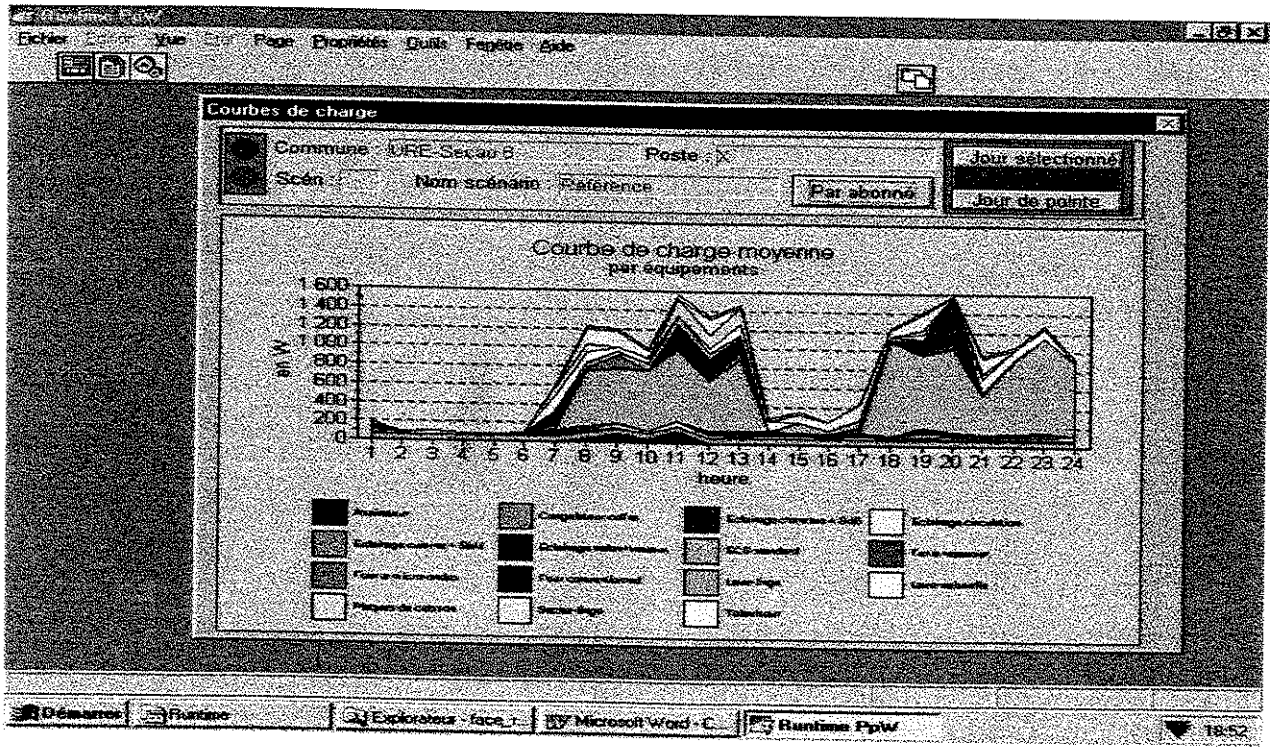


Figura 2.4-1: Exemplo de curva de carga extraída do modelo EVE.

Embora coerentes com os intervalos horários de ocorrência do uso e com o consumo de referência, os valores obtidos são aleatórios, isto é, mantendo-se constantes os parâmetros utilizados pelo modelo, inúmeros resultados podem ser obtidos. Dessa forma, a aplicação do modelo se limita basicamente ao contexto acima descrito, sendo inadequada à simulação da curva de carga de um número considerável de consumidores, onde a aleatoriedade da demanda é reduzida pela presença de vários equipamentos e usuários. Contudo, a finalidade do modelo é prever a *possibilidade* de ocorrência do uso simultâneo de aparelhos, cujo efeito cumulativo gera uma ponta e pode provocar oscilações na tensão ou suspensão temporária do fornecimento de energia. Com base no perfil de demanda, na tipologia de equipamentos e informações técnico-econômicas do sistema, o modelo indica uma ou mais medidas de contenção do problema, que pode ser o reforço da rede (linha e/ou transformador), ou a programação do uso dos aparelhos, a substituição de tecnologias e/ou energéticos, dentre outras estratégias de gerenciamento de carga.

c) Modelo SIADOM

O modelo SIADOM - *Sistema de Auxílio ao GLD nos Departamentos Ultramarinos da França*[23] - foi desenvolvido pelo Centro de Energéticos da Escola de Minas de Paris, no âmbito de um convênio firmado entre esta instituição e a ADEME (projeto N° 95 10 021) [CAURET & ADNOT, 1996]. Após três anos de estudos e pesquisas sobre o planejamento energético dos departamentos ultramarinos, os autores chegaram a conclusão que não havia ferramentas adequadas ao contexto sócio-econômico e geográfico dessas regiões insulares. Foi com a finalidade de auxiliar o preenchimento dessa lacuna que o modelo SIADOM foi desenvolvido.

SIADOM permite reconstituir a demanda (consumo e carga) de um dado setor de atividade[24], de forma ascendente e desagregada (por uso final/equipamento), a partir de dados estatísticos locais, os quais são complementados por informações levantadas na França Continental, devido à escassez de dados nessas regiões insulares. Através da elaboração de cenários alternativos, o modelo permite fazer projeções da demanda, de modo que as opções de GLD possam ser devidamente avaliadas. O modelo é constituído de planilhas eletrônicas personalizadas (*Software Excel*),

[23]Guiana, Guadalupe, Martinica e Reunião.
[24]Embora apropriado a outros setores de atividade, sua apresentação será restrita ao setor residencial.

sendo uma para a entrada de dados e escolha das opções e outra para os cálculos e apresentação dos resultados. Uma vez que se trata de uma planilha de cálculo, o modelo permite uma visualização conjunta dos parâmetros empregados e dos resultados obtidos, os quais são comparados com aqueles fornecidos pela concessionária de energia. Se o consumo ou o perfil de carga obtido não corresponde àquele indicado pela concessionária, pode-se facilmente ajustar os parâmetros e conferir novamente os resultados (os cálculos são automáticos).

Banco de Dados: Os três principais grupos de variáveis utilizados pelo modelo são os seguintes: a) *clientes* - número de consumidores em cada uma das subclasses abaixo relacionadas e o respectivo consumo de eletricidade, fornecido pela EDF; b) *equipamento* - índice de posse e tipologia dos aparelhos (capacidade, potência, etc.); c) *utilização* - duração e horários em que o uso ocorre, considerando-se coeficientes mensais de utilização (sazonalidades) e coeficientes horários (porcentagem de aparelhos em uso), bem como variações entre dias úteis e fins de semana/feriados. A Tabela 2.4-1 apresentam um exemplo de planilha de dados utilizada pelo modelo.

Tabela 2.4-1: Exemplo de planilha de dados utilizada pelo modelo SIADOM (Guadalupe/1993).

Gdes consommateurs															
Gros clients	5200														
CU abonné	10000	Froid		Eclairage			Cuisson		Thermique				Electronique		Electroméi
		Réfrigér.	Congél.	Ecl. salon	Ecl. chamb.	Ecl. extér.	Plaques	Four	Chauf.	Ventilateur	Ch.Sanitaire	Téléviseur	Radio	Lave linge	
Tx équipmt	9815	1,00	1,00	3,00	2,00	2,00	0,30	0,50	1,00	0,00	0,70	1,00	0,00	1,00	
Puissance/usage (W)		80	90	80	80	60	1700	2000	3000	0	1500	200	20	1500	
Tps moy/jour semaine (h)		24,00	24,00	5,00	4,00	2,00	0,33	0,20	5,00	10,00	3,00	4,00	2,00	0,20	
Tps moy/jour week-end (h)		24,00	24,00	5,00	4,00	2,00	0,33	0,20	5,00	10,00	3,00	5,00	2,00	0,50	
Total usage (kWh/an/abon.)		701	788	324	165	80	61	73	5475	0	1150	313	0	156	
Parc d'équipements		5200	5200	15600	10400	10400	1560	2600	5200	0	3640	5200	52	5200	
Consos kWh/an	4849972,47	3644160	4099680	1686272,8	856278,033	413929,035	319433,4	379600	28470000	0	5978700	1626560	79,2	812760	

Reconstituição da Demanda: No que diz respeito ao setor residencial, SIADOM desagrega inicialmente a demanda em quatro categorias de clientes, segundo a potência inscrita: a) Clientes 3 kVA, b) Clientes 3 kVA *forcés*[25], c) Clientes 6 kVA DT (dupla tarifação), d) *Gros Clients* (grandes consumidores). Esse tipo de classificação é semelhante à uma estratificação dos consumidores por faixa de consumo, devido aos mecanismos tarifários adotados pela EDF. Para as previsões da demanda, são considerados cenários alternativos de crescimento econômico e/ou demográfico, segundo as estatísticas disponíveis e estudos previamente feitos. A Tabela 2.4-2, a seguir, apre-

senta um exemplo de planilha de resultados do modelo.

Tabela 2.4-2: Exemplo de planilha de resultados do modelo SIADOM (Reunião – 1993).

Réunion 1993 — Choix d'année l'année: 1993 — Choix du Département: Réunion

Données d'entrée générales

nb abonnés résidentiels: 168000

Type abonné	%	conso/ab kWh	Nombre abonnés	Conso*nbabo GWh/ans	consocalc GWh/ans	Delta GWh	Delta %	kWh/hab calculé	cons.moy./abonné
Gros clients	0,05	*8500*	8400	71,4	**55**	16	-30	**6547**	2990 kwh
6kVA	0,25	*5500*	42000	231	**156**	75	-48	**3704**	
3kVA forcé	0,35	*2000*	58800	117,6	**126**	-9	7	**2151**	
3kVA	0,35	*1400*	58800	82,32	**81**	1	-1	**1384**	
Tx de perte	1,14		Conso. calculée		**418**				
			Conso. référence		**414**	**101,07%**	calculé/référence		

Conforme se observa neste exemplo, o consumo total indicado pelo modelo (*Conso.calculée* = 418 GWh), isto é, aquele estimado a partir da base de dados (posse de equipamentos, potência instalada, tempo de uso, etc.) é bastante próximo daquele de referência (indicado pela EDF = 414 GWh). Esse tipo de comparação (consumo calculado/consumo de referência) serve de parâmetro para a análise e validação dos resultados obtidos pelo modelo. O mesmo tipo de raciocínio é utilizado na composição da curva de carga. A Figura 2.4-2 apresenta um exemplo de curva de carga.

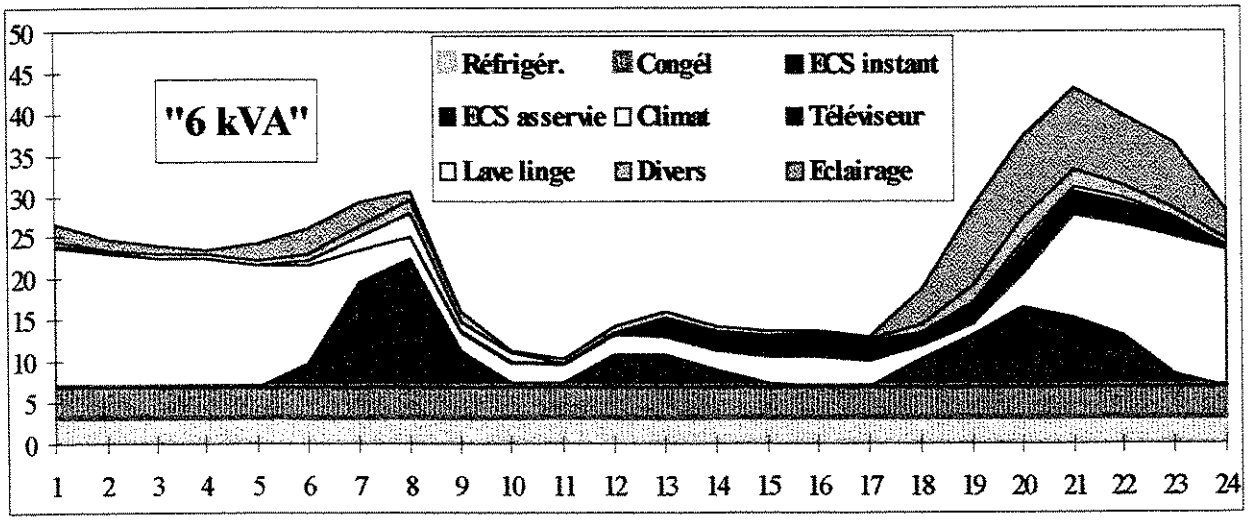


Figura 2.4-2: Exemplo de curva de carga obtida pelo modelo SIADOM (Guadalupe, 1993).

d) Modelo DEN2

[25] 3 kVA *forcés* são consumidores com 3 kVA, mas com equipamento(s) que mereceria(m) uma potência superior.

O modelo DEN2 - *Diagnóstico Energético para o Setor Residencial* - foi desenvolvido pela Escola Politécnica (Laboratório de Energia) da Universidade Federal da Bahia (UFB), visando suprir uma lacuna existente na formulação e análise de medidas de combate ao desperdício de energia no setor residencial. Trata-se, também, de um modelo "micro", mais adequado ao diagnóstico energético de uma residência particular (casa ou apartamento) ou de um condomínio (edifício residencial). "... *o diagnóstico energético mostra ao consumidor onde e quanta energia está sendo consumida e quais são os coeficientes específicos individual e coletivo; com isso pode ser avaliado o perfil do consumidor e determinar quais são as medidas para que haja uma redução do consumo...*" [TORRES & HAYASHI, 1994].

Banco de Dados: De modo similar aos modelos anteriores, o banco de dados é constituído de indicadores sócio-econômicos e demográficos (usuário e domicílio) e informações sobre a tipologia de equipamentos e hábitos de uso e manutenção dos aparelhos. Na primeira categoria de dados (indicadores sócio-econômicos), dois parâmetros chave são a renda familiar e a área construída, visando cruzar os resultados obtidos com esses indicadores. Quanto aos equipamentos e hábitos de uso, procede-se de modo análogo aos modelos analisados anteriormente.

Resultados do Diagnóstico: Após lançados os parâmetros necessários, o modelo compara os resultados obtidos com aqueles fornecidos pela concessionária de energia. Se o desvio em relação a esses dados for superior a ±5 %, o programa informa que é necessário rever os cálculos. Os resultados são desagregados por uso final, permitindo um exame detalhado da contribuição de cada equipamento e suas relações com indicadores supostamente condicionantes do uso doméstico de eletricidade. A Figura 2.4-3, abaixo, apresenta dois exemplos de resultados obtidos pelo modelo.

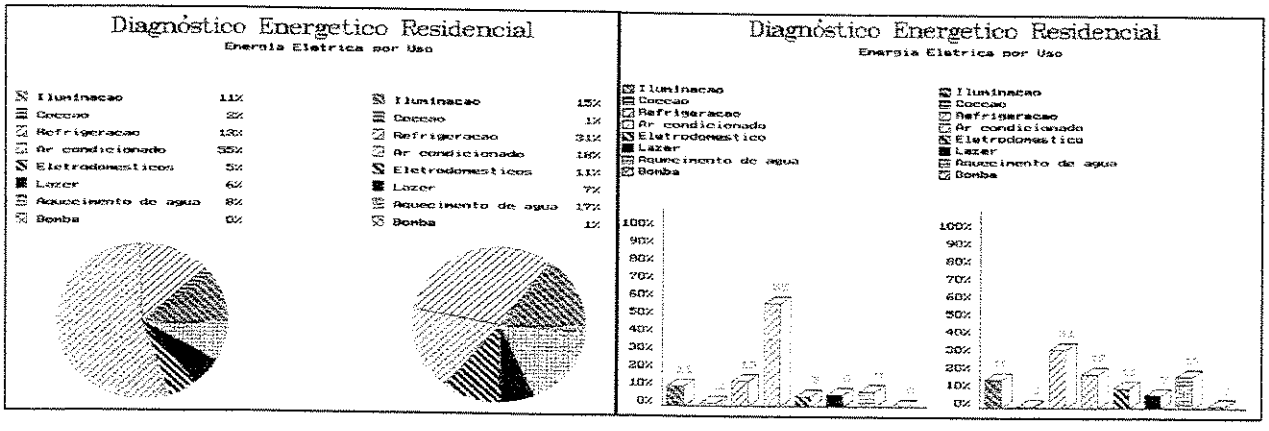


Figura 2.4-3: Exemplos de resultados obtidos pelo modelo DEN2.

Recomendações: Com base no diagnóstico energético realizado, o modelo fornece uma série de recomendações para melhorar a eficiência e racionalidade do uso de energia no domicílio ou condomínio. O quadro abaixo apresenta um exemplo de como são expressas as recomendações.

```
                Recomendações p/ uso Racional de Energia

Iluminação =  11.74%
 - Evite deixar lampadas acesas durante o dia ou desnecessariamente;
 - Nao deixe lampadas acesas em lugares desocupados; ao sair desligue-as;
 - Na cozinha, area de serviço, sanitarios, garagens ou corredores use lâmpadas
   fluorescentes ou compactas, pois o seu consumo e cerca de 2 vezes menor do
   que o de uma lampada conun;
 - Se usar lustres ou globos, escolha os transparentes;
 - Reduza o nº de lampadas . Ex.: 1 de 60W ilumina mais que 2 de 40W;
 - Para leitura, trabalhos manuais etc... use iluminacao localizada e após o
   uso desligue-a.


Refrigeração =  47.34%
 - Ao adquirir uma geladeira/freezer nova procure a que melhor atenda a sua fa-
   milia;
 - Nunca esqueça de comparar o seu consuno, pois esta conta voce pagara pelo
   resto da vida desta geladeira/freezer;
 - Instale a geladeira/freezer/bebedouro em local arejado e protegido do sol;
 - Evite encostá-los muito próximo ao fogao, paredes, móveis e etc...;
 - Evite colocar panos ou roupas para secar nestes aparelhos;
 - Não abra a geladeira sem necessidade. Mas, se abrir, faça-o com rapidez e de
   maneira planejada. Pense e depois abra;
 - Nunca coloque alimentos quentes na geladeira;
 - Não coloque forros de plástico ou  vidro, pois impedem a circulacao do ar;
 - Coloque os liquidos em recipientes com tampa, pois assin evitara o aumento
   da unidade no interior da geladeira;
 - Periodicanente observe a vedacao da porta;
 - Regule o termostato numa posicao que evite resfriar desnecessariamente;
 - Consulte o manual do fabricante;
```

e) Modelo PROJ

O modelo PROJ - *Modelo de Projeção de Demanda* - é fruto de um trabalho de mestrado, desenvolvido no âmbito da Pós-Graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos, da Universidade Estadual de Campinas/Unicamp [UGAYA, 1996]. O trabalho também faz parte de um projeto de uso eficiente e racional de energia na Região de Campinas, realizado mediante convênio entre a Unicamp e a Eletrobrás - Projeto PROCEL/PNUD nº BRA/93/032 [JANNUZI et al., 1995]. Em linhas gerais, a metodologia se baseia na lógica do PIR, procurando integrar as opções de suprimento (expansão e diversificação da oferta) com aquelas do lado da demanda (GLD).

Para as projeções de demanda e consumo, são considerados dois cenários alternativos: um cenário tendencial (CT), onde se procura extrapolar para o futuro as tendências observadas no passado e um cenário eficiente (CE), onde se considera possibilidades de melhorias na eficiência dos aparelhos e de substituição de energéticos. No cenário eficiente, são traçados limites técnicos e econômicos para a difusão de tecnologias mais eficientes, conforme detalhados no próximo capítulo. A Figura 2.4-4, abaixo, apresenta os principais parâmetros e procedimentos adotados pelo

modelo, nas projeções do consumo residencial de energia.

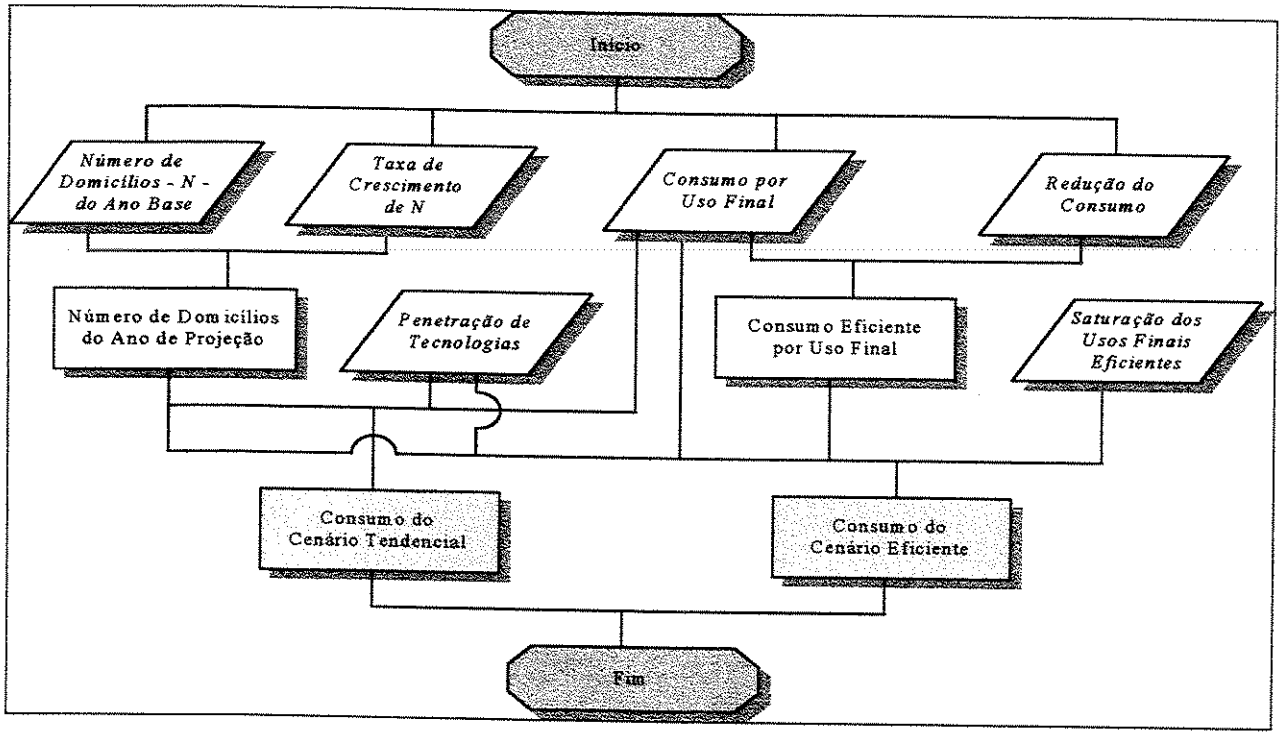


Figura 2.4-4: Fluxograma da projeção do consumo de energia no setor residencial [UGAYA, 1996].

O modelo de projeção é constituído de planilhas eletrônicas personalizadas (Excel), denominadas "módulos". As projeções de demanda e consumo são feitas de modo desagregado, por setor de atividade, energético e uso final. A Figura 2.4-5 apresenta um exemplo de resultados fornecidos pelo modelo (estrutura do uso doméstico de eletricidade na Região Administrativa de Campinas - RAC), onde AB se refere ao ano base, CT ao cenário tendencial e CE ao cenário eficiente.

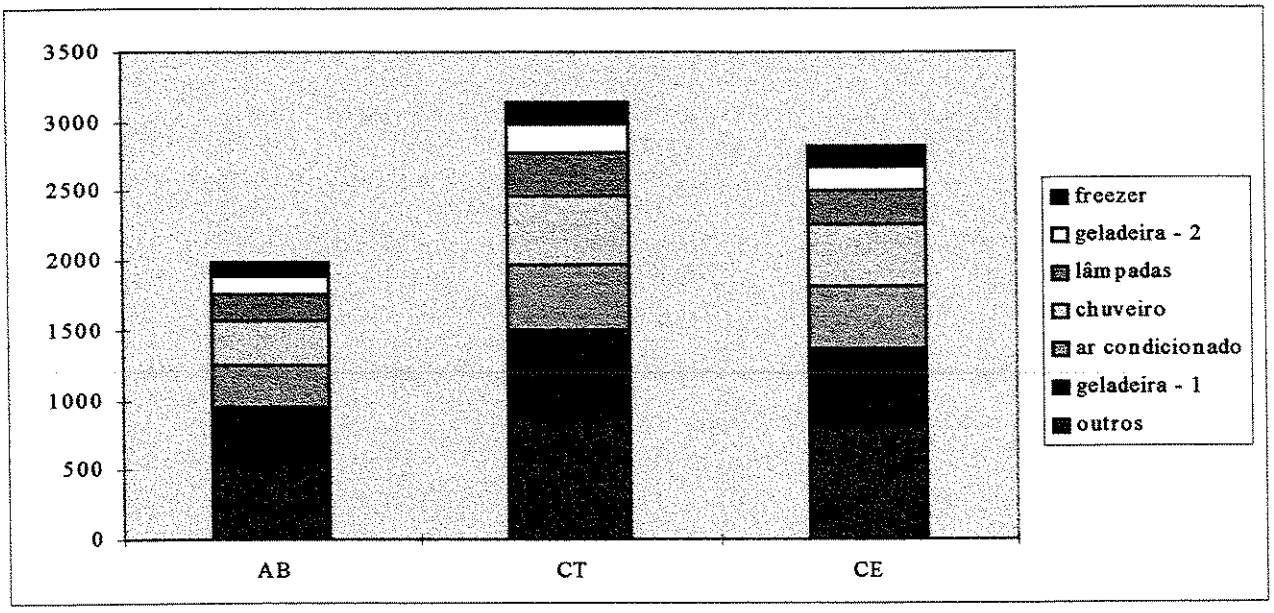


Figura 2.4-5: Exemplo de resultado extraído do modelo PROJ – RAC [UGAYA, 1996].

f) Análise Comparativa dos Modelos

Os modelos MURELEC, SIADOM e PROJ são destinados a um grande número de consumidores (país ou região), proporcionando um diagnóstico global ou setorial da demanda. Os outros dois (EVE e DEN2) são adequados ao diagnóstico da demanda de um consumidor particular ou pequeno grupo (transformador ou linha de baixa tensão, no caso do primeiro, e residências ou condomínios, no caso do segundo). Todos eles, porém, apresentam a mesma lógica ascendente e desagregada de reconstituição e análise da demanda. Os modelos SIADOM e PROJ são mais flexíveis e de fácil operação, porque são desenvolvidos em planilhas eletrônicas do Excel. Fica mais fácil, assim, a inserção e modificação de dados, particularmente quando se trabalha com um grande volume de informações. Em compensação, tendem a ser mais lentos e mais vulneráveis à modificações indesejadas, por parte dos usuários.

Infelizmente, nenhum desses modelos pode ser aplicado ao caso dos centros urbanos da RA. Isto porque foram desenvolvidos de acordo com a disponibilidade de dados e as características sócio-econômicas e institucionais de cada contexto. Desse modo, ainda que os dados tivessem sido levantados de acordo com a estrutura de funcionamento de um dado modelo, sua aplicação

exigiria modificações, devido às diferentes características de cada situação analisada.

Contudo, a finalidade era colher subsídios para a elaboração de uma ferramenta compatível com os dados e os objetivos deste trabalho. Conforme verificado, todos os modelos procuram, de alguma forma, desagregar a demanda o máximo possível, visando avaliar as possibilidades e os benefícios do uso eficiente e racional de energia. Particularmente os modelos MURELEC e EVE são muito ricos em detalhes sobre a tipologia de equipamentos e hábitos de uso, graças ao esforço conjunto de várias instituições, conforme analisado na próxima seção.

À luz dessas experiências, procurou-se incluir o máximo possível de parâmetros na reconstituição da demanda, visando reduzir as incertezas sobre a estrutura de uso final e as estimativas do ganho potencial de eficiência energética. Conforme indicado posteriormente, muitas informações não estavam disponíveis no contexto da região de estudo e, portanto, foram extraídas de outros levantamentos e estudos, dentre os quais se incluem aqueles analisados nesta seção.

2.5 Experiências Internacionais em GLD

2.5.1 Potenciais de GLD

Estudos feitos pela Agência Internacional de Energia (IEA - *International Energy Agency*) indicam índices potenciais de conservação que variam, em média, de 15% a 30% do consumo final de eletricidade. No setor industrial, os índices são de 40% nos Estados Unidos, 30% nos países da Comunidade Européia, e 20% no Japão [HAUGLAND, 1996]. Segundo o Instituto Americano de Energia Elétrica (EPRI - *Electric Power Research Institute*), nos Estados Unidos, o potencial tecnicamente viável, varia de 24% a 44% do consumo final de eletricidade [FARUQUI *et al.*, 1990].

Projeções da IEA indicam que, nos próximos 20 anos, a expansão do setor elétrico internacional será de 8.400 TWh. Isso significa a instalação de 1.500 GW de potência adicional, dos quais 869 GW somente nos países em desenvolvimento. LEVINE et al. (1991) compararam dois cenários alternativos, um de referência (tendencial) e outro de eficiência tecnológica, para o perío-

do de 1990 a 2025. A diferença entre os dois cenários foi de 716 GW de requerimentos de capacidade adicional, no fim do período considerado. Esta diferença significa US$ 3,6 trilhões a menos de requerimentos de capital para novas plantas geradoras e 3,2 bilhões de toneladas a menos de carbono emitido. Apesar das incertezas quanto aos níveis de saturação de equipamentos, tendências econômicas a longo prazo e alterações nos preços da energia, nota-se o importante papel dos programas de GLD e as implicações financeiras e ambientais decorrentes.

Vários outros estudos e levantamentos indicam potenciais consideráveis de GLD, inclusive a custos nulos ou negativos, como os chamados potenciais "sem arrependimento" (*"no regret"*), conforme analisados por BRUCE et al. (1996) e VELTHUIJSEN (1995).

2.5.2 Experiências Americanas

Até meados dos anos oitenta, praticamente não havia programas de GLD envolvendo descontos e incentivos na compra de equipamentos mais eficientes. Em 1993, entretanto, 600 companhias americanas conduziam cerca de 3.300 programas de GLD (aproximadamente 20 milhões de participantes), envolvendo alguma forma de incentivos e/ou descontos na compra de equipamentos mais eficientes [GELLINGS & McMENAMIN, 1993].

Segundo GELLINGS (1996), as despesas feitas pelas concessionárias americanas em GLD subiram de US$ 900 milhões (1989) para US$ 2,6 bilhões (1993), totalizando cerca de US$ 9,8 bilhões até meados de 1993. As economias de energia resultantes desses investimentos foram da ordem de 150 bilhões de quilowatts-hora (kWh), o que corresponde a US$ 0,065 por quilowatt-hora economizado. Entretanto, espera-se que mais 320 bilhões de kWh sejam economizados no futuro, em decorrência desses investimentos; o que reduziria os custos do kWh economizado para US$ 0,021. Além disso, uma redução de cerca de 8 GW na demanda de pico é esperada (US$ 1.225/kW). Segundo o referido autor, o custo médio anualizado dessas economias de energia foi de US$ 0,029/kWh. A título de comparação, o autor lembra que o custo médio anualizado de 1 kWh gerado a partir de termoelétrica a gás (ciclo combinado) era da ordem de US$ 0,043.

Entre 1989 e 1994, as companhias americanas gastaram aproximadamente US$ 12 bilhões em GLD, evitando a instalação adicional de 55 GW de potência (mais de 7% da demanda de ponta de 1994). Em 1994, as economias foram da ordem de 50 TWh (1,5% das vendas) [NADEL & GELLER, 1996]. Segundo os autores, o custo médio anualizado desses programas têm variado entre US$ 0,025/kWh e US$ 0,035/kWh, sob a perspectiva das companhias (UC - *Utility Cost*). Incluindo também os custos dos consumidores (TRC-*Total Resources Cost*), o valor do kWh economizado varia entre US$ 0,04 e US$ 0,06.

Segundo projeções do Departamento Americano de Energia (DOE), entre 1990 e 2010, as companhias americanas terão de expandir em 234 GW a capacidade geradora do sistema. Previsões do EEI (*Edison Electric Institute*) e do EPRI indicam que, extrapolando-se as tendências atuais de programas de GLD, chegar-se-ía a uma redução de 75 GW no ano 2010. Para que se conseguisse a meta de 234 GW, seria necessário, no mínimo, triplicar os esforços e investimentos em ações de GLD [PRINDLE, 1991]. Segundo o autor, os investimentos em GLD passariam de cerca de US$ 1 bilhão, em 1990, para aproximadamente US$ 2 bilhões, em 1995. GELLINGS (1996) indica, porém, que eles já foram de US$ 2,6 bilhões, em 1993.

2.5.3 A Experiência da Europa Ocidental

A partir de 1986, vários programas de GLD destinados à substituição de lâmpadas foram implementados na Europa Ocidental, envolvendo cerca de 7,4 milhões de consumidores residenciais. Na grande maioria dos casos, o custo médio foi inferior à metade dos custos de geração [MILLS, 1993]. Entre final de 1987 e meados de 1990, 42 programas envolvendo incentivos financeiros foram conduzidos em toda a Europa. Dentre esses, MILLS (1991) analisou 33, destinados apenas a consumidores residenciais.

Os programas foram promovidos e/ou financiados por companhias de eletricidade, agências governamentais, fabricantes e distribuidores de lâmpadas fluorescentes compactas (LFC). Os mecanismos de incentivos mais utilizados foram descontos na hora da compra das LFCs, os quais variaram entre 10% e 100% (as lâmpadas eram doadas aos consumidores, particularmente aos

funcionários das companhias de eletricidade)[26]. Além dos descontos, foram utilizadas outras formas de incentivo, particularmente aquela em que o custo de aquisição das lâmpadas é pago mensalmente, junto com a fatura de eletricidade (sistema de *leasing*).

O resultado foi a difusão de cerca de dois milhões de LFC em toda a Europa; o que significa uma média de 0,35 unidade/domicílio, considerando os cerca de 5,7 milhões de consumidores elegíveis. Os resultados revelaram também que a taxa de participação dos consumidores, assim como o número de lâmpadas por domicílio, apresentou grandes variações entre os diversos países e programas analisados; e isto devido aos diferentes mecanismos empregados e ao empenho das muitas partes envolvidas, particularmente em relação às estratégias de marketing e de coordenação dos programas, uma vez que, paradoxalmente, os diferentes níveis de incentivo financeiro não afetaram muito o desempenho dos programas.

Na Holanda, as vendas de LFC quadruplicaram entre 1987 e 1989; na Suécia, cerca de um terço das vendas foi atribuído aos referidos programas. Pesquisas feitas após a implantação dos programas revelaram que cerca de 80% a 95% das LFC vendidas na Dinamarca e Holanda foram devidos aos programas de GLD. Os fabricantes e distribuidores revelaram que as vendas aumentaram entre dez e vinte vezes, durante a execução dos programas.

Quanto às economias de energia, as avaliações indicaram que, em muitos casos, houve redução de até 50% no consumo de eletricidade destinado à iluminação. De um modo geral, estimou-se que foram economizados cerca de 150 GWh/ano, o equivalente ao consumo final de 50.000 residências européias. Os custos totais desses programas, incluindo custos diretos (aquisição das lâmpadas) e indiretos (custos administrativos e operacionais) variaram entre US$ 0,009 e US$ 0,046 o kWh economizado; o índice médio foi de US$ 0,021/kWh, o que significa apenas metade dos custos de geração.

Estudos feitos pela IEA, através do INDEEP (*International Database on Energy Efficiency Programs*) avaliaram 13 grandes programas de GLD em cinco países da Europa Ocidental[27], os

[26]Um exemplo clássico desse tipo de programa é o caso da companhia dinamarquesa SEAS, onde foram doadas 240.000 lâmpadas aos consumidores.

quais envolveram auditorias, descontos, incentivos tarifários e transformação de mercado [VINE, 1995]. Os custos relativos dos programas variaram de US$ 0,010 a US$ 0,097 o quilowatt-hora economizado, com um custo médio de US$ 0,033/kWh. Ponderado pelas economias de energia, o custo médio do quilowatt-hora economizado foi de US$ 0,018.

Na Suécia, extensivos programas e políticas de inovação tecnológica e eficiência energética têm sido implementados pela NUTEK, uma agência governamental subordinada ao Ministério de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial. Através de programas de licitação de tecnologias, dentre outros mecanismos e ações de GLD, conseguiu-se melhorias significativas de eficiência em refrigeradores (da ordem de 30%, em relação ao índices médios de 1990), a um custo incremental de menos de 7% [NILSSON, 1995]. Outros ganhos de eficiência energética foram conseguidos, também através de programas de licitação de tecnologias, particularmente para janelas de alto desempenho, reatores de lâmpadas de alta freqüência, máquinas de lavar e telas de computadores com desligamento automático [JANNUZZI & SWISHER, 1997]. Ações similares têm sido tomadas na Holanda e Dinamarca, onde as preocupações com o meio ambiente e com o uso eficiente e racional de energia não são recentes [McINNES & UNTERWURZACHER, 1996].

Na Alemanha, os programas mais agressivos de GLD têm sido implantados pela Stadtwerke Hannover e RWE Energie Aktiengesellschaft, duas das maiores companhias de eletricidade. SCHLENKER (1996) ilustra as atividades de GLD da RWE através de dois programas recentes: o programa KESS e o programa ProKom. O programa KESS, também chamado "*caça ao desperdício*" é direcionado à promoção de eletrodomésticos eficientes. Através de um volume global de 100 milhões de marcos, o programa oferece ao consumidor um desconto de 100 DM (marcos alemães) na compra de um aparelho eficiente. As expectativas são de economizar 210 GWh, o que significa uma redução anual de 120.000 toneladas de CO_2. O programa ProKom é destinado à promoção de diversos projetos de GLD, promovidos por comunidades locais, através de subvenção dos custos (50%). Com um volume global de mesma ordem do anterior (100 milhões de marcos), espera-se economizar 160 GWh e reduzir as emissões de CO_2 em 60.000 toneladas por ano.

[27] Áustria, Alemanha, Holanda, Espanha e Suécia.

Na Espanha, onde o setor de eletricidade está, também, em fase de reestruturação, políticas recentes de eficiência energética têm sido implementadas, particularmente nos setores residencial e comercial, onde o consumo tem tido maior crescimento. As metas do Plano Nacional de Eficiência Energética, criado em 1991, foram restabelecidas em 1995, visando reduzir a intensidade energética, que tem sido crescente desde 1987. Os programas de GLD tem sido conduzidos pelo *Institute for Energy Diversification and Savings* (IDAE) e reforçadas por políticas ambientais, através do Plano de Estratégias Energéticas e Ambientais (ESEMA). Existe também o Plano de R&D, denominado Energy Technology Strategy (ESTELA), que reforça as políticas de eficiência energética. Têm-se procurado ainda melhorar a transparência do setor de eletricidade e a disseminação de informação sobre GLD e rever os padrões de eficiência energética [IEA, 1998].

2.5.4 Europas Central e Oriental

Nas Europas Central e Oriental, incluindo a antiga União Soviética, há um grande potencial para investimentos em eficiência energética. Estudos indicam que, considerando apenas os programas com período de retorno dos investimentos igual ou inferior a 3,5 anos, o ganho potencial é de US$ 50 bilhões [BOYLE, 1996]. No entanto, uma série de fatores inibe as ações de GLD. Dentre esses, os baixos preços da eletricidade, queda na demanda e a própria cultura das companhias, cujo objetivo é aumentar as vendas de eletricidade. Quanto ao preço das tarifas, há, contudo, controvérsias, uma vez que os gastos com energia significam uma parcela considerável no orçamento familiar. Na Romênia e Hungria, por exemplo, as despesas com energia variam entre 15% e 20% do orçamento familiar, ao passo que nos Estados Unidos e Europa os índices são de apenas 2,5% e 4-5%, respectivamente. FREUND & WALLICH (1996) indicam, porém, que a política de subsídios e incentivos tarifários é um forte entrave ao GLD nesses países. Na Bulgária, Rússia e Ucrânia, por exemplo, a tarifa média residencial varia entre 4% e 15% apenas do custo marginal.

VALLÉE & LEBOT (1996) apontam vários outros fatores que têm dificultado a implantação de programas de GLD nesses países. Dentre esses, merece destaque o atual processo de transição do setor de eletricidade, que tem preterido ações de GLD em favor da política de reestruturação do sistema, fato este que tem ocorrido em quase todo o mundo. Os autores acreditam, po-

rém, que esse processo é favorável à eficiência energética e que, num futuro próximo, as ações de GLD terão novamente seu espaço no planejamento do setor.

Apesar dos entraves, vários programas têm sido conduzidos nesses países, com destaque para a promoção de lâmpadas eficientes, particularmente nas repúblicas Tcheca e Eslovaca. Em 1993, foi considerado o potencial de conservação nos exercícios de previsão da demanda futura e, em 1994, foi elaborada uma campanha de informação ao consumidor, através do fornecimento do consumo anual dos aparelhos eletrodomésticos. Em 1995, um programa de promoção de LFC promoveu a difusão de 140.000 unidades na República Tcheca. As ações mais recentes têm sido implementadas pela companhia de produção e transmissão de eletricidade e têm se concentrado na formação de um centro de informação ao cliente, políticas tarifárias (fornecimento interruptível) e participação ao processo de normalização de aparelhos eletrodomésticos. Trabalhos de elaboração de curvas de carga têm sido também desenvolvidos pela nova companhia de distribuição.

Na Polônia, merece destaque um projeto financiado pela IFC (*International Finance Corporation*), no valor de 5 milhões de dólares, visando o desenvolvimento de um mercado de LFC. Os dois principais aspectos desse projeto são a subvenção dada diretamente ao fabricante local de lâmpadas, permitindo uma redução no preço de venda ao consumidor final e o desenvolvimento de mercados locais [VALLÉE & LEBOT, 1996].

2.5.5 O Caso Francês

A política energética francesa foi fortemente redirecionada após os choques petrolíferos dos anos setenta, com notável preocupação no campo da eficiência energética, a exemplo do que ocorreu nos países industrializados, particularmente os mais dependentes de energia importada. Contudo, programas clássicos de GLD[28] foram preteridos por duas razões principais: a) excedente temporário de capacidade instalada, graças à política nacional de apoio à energia nuclear; b) sistema tarifário adotado pela EDF (Electricité de France), baseado no custo marginal de longo prazo e

[28]Entende-se, aqui, por "ações ou programas clássicos de GLD" aqueles implementados pelas próprias companhias de eletricidade, a exemplo do que ocorre(u) nos Estados Unidos.

dotado de mecanismos que induzem o consumidor a gerenciar sua curva de carga e optar por tecnologias energeticamente mais eficientes[29][ADEME & EDF, 1993].

CAURET & ADNOT (1996) indicam que a ausência de programas clássicos de GLD na França foi decorrente da "neutralidade" da EDF nas decisões do consumidor, dada a eficiência do sistema tarifário, considerado uma poderosa ferramenta de GLD. Entretanto, estudos recentes[30] indicam a necessidade de criar mecanismos alternativos e complementares, devido ao surgimento de mercados mais favoráveis ao GLD, os quais exigem, porém, instrumentos específicos e adequados ao seu contexto econômico e institucional. Dentre esses, destacam-se áreas rurais com custos de distribuição elevados e crescentes e os territórios ultramarinos, onde o custo marginal é muito inferior à tarifa de fornecimento, graças à política nacional de equalização tarifária.

Nas zonas rurais, verifica-se redes e transformadores de baixa tensão em fase de saturação, devido à presença de equipamentos com potência elevada e, conseqüentemente, aumento da demanda temporária (formação de picos). As opções de reforço (linha e/ou transformadores) têm exigido vultosos investimentos, o que pode justificar ações de GLD. Uma análise da viabilidade econômica de programas e projetos destinados a evitar ou reduzir a necessidade de investimentos requer, entretanto, estudos específicos, pois cada linha e/ou transformador tem suas próprias características, em termos de evolução e tendência. Conforme visto anteriormente, o modelo EVE de reconstituição e análise de demanda foi desenvolvido com esta finalidade.

Nos departamentos e territórios ultramarinos, a diferença entre o custo marginal e a tarifa praticada têm provocado enormes prejuízos à companhia de eletricidade [CAURET & ADNOT, 1996]. Apesar de um contexto econômico favorável, as ações concretas de GLD têm se limitado basicamente aos bem sucedidos programas de iluminação eficiente. Uma avaliação global e conjunta do potencial efetivo de GLD tem sido inviabilizada pela falta de informações e ferramentas adequadas ao contexto sócio-econômico e institucional dessas regiões insulares.

Com o intuito de dar continuidade as ações já em andamento e atender a esses novos nichos

[29]Tarifas horo-sazonais e taxas de adesão (assinatura), diferenciadas segundo a potência inscrita (kVA), dentre outras estratégias.

de mercado, a Agência Nacional de Meio Ambiente e Eficiência Energética (ADEME – *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie*) uniu-se à EDF e ao Ministério da Indústria, mediante um acordo firmado em fevereiro de 1993 [ADEME & EDF, 1993/1995].

França Continental

Dentre os principais programas de GLD conduzidos na França Continental, destacam-se os de iluminação eficiente (difusão de lâmpadas fluorescentes compactas – LFC) e os de refrigeração (promoção de refrigeradores e freezers mais eficientes).

a) Iluminação

A iluminação representa uma parcela considerável do consumo residencial de eletricidade na França. Em 1995, 10% do consumo residencial foram destinados à iluminação, o equivalente à cerca de 1,5% de todo o orçamento familiar[31]. Embora tenha havido recentemente um aumento significativo na difusão de lâmpadas fluorescentes compactas (LFC), cerca de 94% das lâmpadas destinadas ao setor residencial são ainda incandescentes [DEBERGUE & LE SCOUR, 1997].

No âmbito do referido acordo firmado entre a ADEME e a EDF, visando aumentar a difusão de LFC, alguns programas piloto têm sido conduzidos. Dentre esses, destacam-se aqueles implantados na região Nord-Pas de Calais e nos departamentos da Savóia e da Córsega, cujas experiências e resultados são analisados a seguir.

O Caso da Região Nord-Pas de Calais: Conduzido entre outubro e dezembro de 1993, este foi o primeiro programa piloto de difusão de LFC, conduzido na França Metropolitana, no âmbito do acordo ADEME/EDF. A meta era difundir 15.000 LFC e analisar o comportamento do consumidor, quanto a sua percepção, satisfação e opinião. Através de parcerias com a PHILIPS e a OSRAM, foram vendidas 19.000 novas LFC, o que significou um aumento de 127%, em relação ao mesmo período do ano anterior. Dentre os principais fatores que motivaram o programa, des-

[30]GOUVELLO et al. (1996), GOUVELLO & NADAUD (1997); CAURET (1997); dentre outros.
[31]Conforme indicado por ANGIOLETTI & SIMON (1997), em 1995, as despesas domésticas com eletricidade foram da ordem de 90 bilhões de francos, o que significa cerca de 10% de todo o orçamento familiar.

tacam-se os seguintes [STEMPIN, 1995]:

1. aumento dos pontos de venda, facilitando o acesso aos usuários;
2. preço promocional (cerca de 90 FF ≈ R$ 18,00 de 1997);
3. garantia de dois anos para os produtos da OSRAM;
4. campanha publicitaria da PHILIPS (televisão);
5. *signature* ADEME/EDF/Region Nord-Pas de Calais[32].

Pesquisas feitas durante e após o programa revelaram os seguintes resultados:

- 81% dos compradores já conheciam o produto e 48% já tinham comprado;
- 36% disseram que sua escolha foi influenciada pelo engajamento dos promotores;
- 96% das lâmpadas foram instaladas na parte interna das residências;
- 95% das lâmpadas foram destinadas à substituição de uma incandescente convencional;
- 94% dos compradores revelaram que foram motivados pela economia de energia;
- 81% disseram que foram motivados pela vida útil e 22% pela estética;
- 89% dos compradores revelaram que vão comprar novamente o produto.

Pesquisas por telefone revelaram que, ao contrário do que se poderia esperar, o preço de compra apareceu em terceiro lugar, após a estética e a *demora da luz*[33], em termos de inconvenientes. Estas pesquisas revelaram também dois problemas de ordem técnica: a) queima de lâmpadas (8% das lâmpadas queimaram rapidamente), o que requer a necessidade de garantia (para 72% dos compradores); b) interferências eletromagnéticas com controles remotos, o que torna indispensável a boa qualidade do produto.

O Caso da Savóia: O programa foi conduzido entre setembro e novembro de 1994. Com um público alvo de 110.000 consumidores, foram vendidas 20.000 unidades (LFC), o equivalente a duas vezes a tendência natural do mercado. O tempo médio de retorno foi de aproximadamente 18 meses. Os agentes promotores do programa foram ADEME, EDF e o Conselho Geral da Savóia,

[32]Presença de um "timbre" com a assinatura dos promotores do convênio.
[33]Devido à necessidade de um reator.

em parceria com os fabricantes e vendedores. As lâmpadas foram disponibilizadas em vários locais de maior movimento comercial, a um preço promocional de cerca de 100 FF a unidade. As ações de comunicação ocorreram inicialmente através do serviço de correio da EDF, de campanhas de divulgação, através de cartazes e da imprensa local, cujo *slogan* era o seguinte: "*Juntos, vamos economizar energia*". Campanhas adicionais de informação foram realizadas nas escolas (concursos e prêmios para as crianças) e através da "feira municipal" (*Foire de Savoie*).

Quanto à avaliação do programa, quatro critérios foram utilizados: impacto da campanha, desempenho comercial, rentabilidade econômica e satisfação do cliente. Os resultados revelaram uma boa percepção publica (70%); incitação positiva na compra (60%), iniciativa satisfatória (95%), satisfação do produto comprado (90%). Foram feitas extensões do programa a consumidores profissionais específicos (*CROUS de* Lyon e convênios com empresas) e foram vendidas mais 6.000 lâmpadas [VERNE, 1995; DEBERGUE & LE SCOUR, 1997].

O Caso da Córsega: O programa foi conduzido entre janeiro e março de 1995 e foram utilizados os mesmos mecanismos e estratégias de marketing do programa anterior (departamento da Savóia). Com um público alvo de cerca de 125.000 consumidores, foram vendidas 20.000 unidades (70% para consumidores residenciais), a um preço promocional de 80 FF a unidade. Avaliações qualitativas do projeto revelaram que 90% dos consumidores ficaram satisfeitos com o produto; 75% das lâmpadas eram utilizadas no período de ponta; 83% revelaram uma qualidade satisfatória da luz produzida; e 49% ficaram satisfeitos com a estética do produto. Foram feitas extensões do programa, através de ações direcionadas a pequenos comércios (potencial de 20.000 LFC); bônus de compra: 1 LFC a cada 3 compradas, cujo resultado foi a venda de 20.000 novas unidades, em 1996 [DEBERGUE & LE SCOUR, 1997].

Lições e Experiências: A finalidade maior desses programas era obter "subsídios" para uma avaliação das possibilidades de implantação de programas similares em escala nacional. Experiências análogas haviam sido feitas já em 1988 e 1992, nos departamentos e territórios ultramarinos, mas, apesar dos resultados altamente positivos e dos ensinamentos obtidos, elas foram beneficiadas por um contexto econômico e institucional muito mais favorável. Mais precisamente, os objetivos eram evidenciar melhor obstáculos aparentes à difusão de lâmpadas eficientes, avaliar os meios de

superação e o papel promotor e coordenador dos diversos atores envolvidos. As avaliações qualitativas e quantitativas, realizadas antes, durante e após a implantação dos programas, são elementos chave nesse tipo de operação. Ainda que tais avaliações tenham se limitado a uma amostra de consumidores, elas evidenciaram o importante papel dos atores envolvidos e das estratégias adotadas, o peso dos critérios de decisão no ato da compra e permitem avaliar a rentabilidade econômica (individual e coletiva), de um aumento na difusão de tecnologias eficientes de iluminação. Essas experiências permitiram também uma melhor reflexão sobre a implantação de uma campanha nacional de promoção de lâmpadas eficientes, o que estava previsto para 1999. Os autores salientam a importância dessas experiências, na busca de uma melhor qualidade do produto (estética, vida útil, eficiência, etc.), garantindo ao usuário maior conforto e rentabilidade, sem aumentar o preço final do produto.

b) Refrigeração

A refrigeração doméstica na França representa cerca de 5% do consumo total de eletricidade, o correspondente a 18 TWh, em 1995. Uma política de eficiência energética, onde a *etiqueta energia* desempenha um papel preponderante, permite uma redução de 50% dessa parcela, o que pode ser alcançado num horizonte de 15 anos [LEBOT, 1995]. Segundo o autor, cerca de 2/3 dos refrigeradores e freezers vendidos na França em 1993 pertenciam às classes E, F ou G (pouco eficientes). Apenas 5,3% eram classificados como A ou B (mais eficientes).

Com a finalidade de incentivar a difusão de tecnologias mais eficientes, através do uso da *etiqueta energia*, a ADEME e a EDF têm conduzido programas piloto de promoção de refrigeradores e freezers mais eficientes, envolvendo fabricantes, distribuidores e consumidores. Um exemplo clássico é o caso das comunidades urbanas de Lille e Dunkerque, na Região Nord-Pas de Calais, conforme descrito a seguir, segundo HEULARD & DUPRE (1997).

Conduzido no âmbito do acordo nacional ADEME/EDF, o programa foi promovido em parceria com o Conselho Regional Nord-Pas de Calais, Agência Regional de Energia e Comunidades Urbanas de Lille e Dunkerque, segundo a diretiva européia 94/2/CE, de 21/01/94, que obriga o uso de uma etiqueta informativa, destacando o consumo de energia dos refrigeradores e free-

zers. Foram três os principais atores envolvidos: consumidor, distribuidor e fabricante. Segundo os promotores, o papel dos distribuidores/vendedores foi essencial na promoção de aparelhos mais eficientes, através do uso da *etiqueta energia*. Este deve propor uma gama de aparelhos e explicar ao consumidor as características técnicas de cada um. A garantia de um estoque considerável de aparelhos eficientes é igualmente essencial.

Dentre outros aspectos, verificou-se que a formação dos vendedores, em termos de conhecimentos da *etiqueta energia*, foi essencial. Um segundo passo importante foi a companha de comunicação, através de jornais, cartazes e brochuras, com informações sobre a *etiquetagem de eletrodomésticos*, a qual foi intitulada "*Etiqueta Energia: escolher bem, para melhor consumir*".

Uma campanha de formação de vendedores foi conduzida, visando os seguintes aspectos: a) sensibilização sobre aspectos energéticos globais (meio ambiente, desenvolvimento, etc.); b) os papeis da *etiqueta*: energético e comercial; c) compreender e usar a *etiqueta*; d) noções de custos anuais e globais (tarifa, taxa de desconto, vida útil dos aparelhos, etc.).

Uma segunda campanha foi conduzida sobre a avaliação da formação dos vendedores, cujos resultados revelaram que 81% dos vendedores receberam informação sobre a *etiqueta*; 96% afirmaram que usavam regularmente o argumento *etiqueta*; 85% afirmaram que possuíam informação suficiente; e 69% disseram que não tinham problemas com a explicação aos clientes.

Quanto aos resultados quantitativos, analisando-se o período entre 1994 e 1997, verificou-se um aumento sensível, tanto da oferta quanto da venda de aparelhos mais eficientes. Entre 1994-1995, a classe A (mais eficiente), representava cerca de 1% apenas da parcela de mercado (volume de vendas). Em 1997, sua participação relativa subiu para 6,1%. A menos eficiente (G), cuja parcela era de 7%, reduziu-se a 1,8%. Entre 1994 e 1995, a classe que dominava o mercado era a D, com cerca de 29% do volume de vendas efetuadas; em 1997, seu índice foi reduzido a 21%, enquanto a classe C, que, em 1994, representava cerca de 26% do volume de vendas, subiu para 47%. Em média, o ganho de eficiência foi da ordem de 9%.

Uma pesquisa feita junto aos consumidores, antes da campanha, revelou que 63% dos consumidores afirmaram prestar atenção no consumo de energia de seus futuros aparelhos. Entretan-

to, 80% deles não tinham a menor idéia sobre o consumo de eletricidade de um refrigerador ou freezer. Outra pesquisa, feita também antes da campanha, revelou que o preço era o primeiro elemento a ser analisado pelo consumidor, na escolha de um novo aparelho. Em segundo lugar, estava o volume dos compartimentos, vindo o consumo de energia em terceiro lugar. O quarto critério analisado era a marca do aparelho.

Após a campanha, uma nova pesquisa foi conduzida, revelando que o consumo de energia aparecia em segundo lugar, imediatamente após o volume, ficando o preço em terceiro lugar. Na quarta posição, os consumidores indicaram a estética do aparelho. Outra pesquisa revelou que todos os consumidores declararam a etiqueta positiva; 79% declararam que compreendem facilmente a etiqueta, mas necessitam de informações adicionais, tais como relação volume/consumo de energia, transformação de kWh em dinheiro, preço de eletricidade e nível sonoro; 62% disseram que a decisão final, na escolha do aparelho, foi o consumo de energia.

Quanto aos vendedores, 92% disseram que a etiqueta influencia na decisão do consumidor e que houve um aumento crescente, por parte do consumidor, pelo interesse sobre o consumo de energia dos aparelhos. O resultado global foi uma redução da ordem de 7% no consumo de eletricidade destinado à refrigeração, comparando-se dois períodos equivalentes: um anterior ao programa (junho/94-junho/95) e outro após a implantação do programa (junho de/95-junho de/96).

Territórios Ultramarinos

Dentre as ações de GLD conduzidas nos departamentos e territórios ultramarinos, destacam-se os programas de iluminação eficiente, os quais têm sido citados em várias referências internacionais [MILLS, 1993]. Dentre esses, destaca-se aquele conduzido na Ilha da Martinica, em 1993, cujos principais aspectos serão abaixo analisados, segundo os dados e análises encontrados em várias referências [GOFFINET, 1995; DEBERGUE & LE SCOUR, 1997; CAURET, 1997; BENARD & ORMIERES, 1996; etc.].

O Caso da Ilha da Martinica: Com 107.000 consumidores residenciais (1993), a ilha da Martinica apresentava um potencial de conservação de 15 GWh de energia economizada (2% do con-

sumo total) e de 10 MW de potência evitada, através da difusão de lâmpadas fluorescentes compactas (LFC). Uma das principais barreiras para a difusão de LFC era o preço das lâmpadas, que variava entre 180 FF e 200 FF a unidade. Uma licitação foi lançada junto aos distribuidores locais, com a finalidade de difundir 300.000 LFC de 15 W e o preço final para o consumidor foi reduzido a 76 FF. A comunicação aos clientes e demais interessados foi feita através do envio direto aos consumidores de um *bônus de compra*, da comunicação aos clientes profissionais e através de campanhas de comunicação via imprensa (rádio, jornal, televisão, etc.). Os resultados foram surpreendentes: cerca de 350.000 unidades (50.000 acima da meta) foram distribuídas, num período de aproximadamente 30 dias (200.000 em apenas uma semana!). A finalidade maior era a redução da ponta do sistema, cujo índice foi estimado em 7 MW. As lâmpadas foram pré-financiadas pela EDF e os consumidores que adquiriram 2, 4 ou 6 lâmpadas pagaram através da própria fatura de eletricidade, em 6 vezes (sistema de *leasing*). O custo total do programa foi estimado em 6 milhões de francos franceses e financiado pela EDF e ADEME.

Outros Programas de Difusão de LFC: Vários outros programas similares foram conduzidos entre 1989 e 1996, totalizando aproximadamente 930.000 LFC vendidas, com taxas de participação girando entre 40% e 50% dos consumidores elegíveis. Conforme indicam os autores, embora tenha havido alguns problemas de ordem técnica ou administrativa, os resultados globais foram extremamente positivos e alentadores, servindo de exemplo ou referência para vários outras regiões e/ou situações similares. Ainda segundo os autores, o sucesso foi devido principalmente ao sistema de pré-financiamento e de *leasing* e à parceria com os fabricantes e distribuidores, o que permitiu reduzir o impacto do custo inicial para o consumidor (preço de compra das lâmpadas), principal obstáculo à difusão de LFC. Embora seja difícil uma avaliação precisa dos reais impactos desses programas[34], os autores indicam economias consideráveis, principalmente em termos de potência evitada, cujo índice foi estimado em 5,3% (7 MW/133 MW) na Ilha de Guadalupe. Em casos particulares, como na província de Saint Georges, na Guiana, as economias atingiram 10% da demanda máxima e 5% do consumo total. Em termos qualitativos, pesquisas *ex-post* indicaram um índice de satisfação do cliente da ordem de 90% e boa compreensão das informações a ele prestadas, particularmente em relação ao local de instalação das lâmpadas, às economias de eletri-

[34]Há outros mecanismos de DSM que atuam paralelamente; há pouco conhecimento sobre o perfil de demanda (carga e consumo) e uma forte dinâmica/evolução da demanda.

cidade e à vantagem relativa da vida útil.

2.5.6 O Caso Brasileiro

As primeiras ações institucionalizadas de GLD no Brasil tiveram início em meados dos anos oitenta, com a criação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), hoje chamado Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica. Até recentemente, suas ações se concentravam basicamente *a montante* do consumidor, no desenvolvimento de tecnologias mais eficientes, através de normalização, certificação e etiquetagem de aparelhos, ensaios e capacitação de laboratórios [PROCEL, 1998].

Embora fundamental, esse tipo de atuação se mostrou insuficiente, devido à falta de conhecimento da estrutura de uso final, tanto em termos tecnológicos como operacionais. Visando preencher esta lacuna, têm sido realizados levantamentos de campo, particularmente junto a consumidores residenciais. Aos poucos, as informações reunidas têm proporcionado a formação de bancos de dados sobre o uso de eletricidade no país. Neste sentido, têm sido fundamental o apoio de universidades e demais instituições de pesquisa[35], mediante convênios com a Eletrobrás/Procel.

Conforme relatório apresentado no Seminário Internacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - Efficientia 98, *as principais ações de GLD no setor residencial referem-se basicamente às atividades de etiquetagem/certificação de eletrodomésticos e projetos piloto, visando testar a receptividade e operacionalidade de alguns incentivos financeiros (desconto, financiamento e instalação direta) [....] Há também alguns projetos de maior escala, que fazem parte dos programas de gerenciamento de carga, no Vale do Jequitinhonha (CEMIG) e Fortaleza (COELCE)* [PROCEL, 1998].

[35]UNICAMP, COPPE/UFRJ, IEE/USP, PUC-RJ, etc.

Conforme sintetizadas num artigo publicado recentemente pelo ACEEE (*American Council for an Energy-Efficient Economy*), COPPE/UFRJ e UNICAMP [GELLER et al., 1997], as principais ações de GLD no setor residencial brasileiro podem ser resumidas da seguinte forma:

a) Refrigeração

Através de parcerias com o INMETRO e o CEPEL, o PROCEL tem atuado junto aos fabricantes de refrigeradores e freezers, através do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Equipamentos. Desse modo, estima-se que a eficiência energética média de um refrigerador típico brasileiro tenha aumentado cerca de 10% no final dos anos oitenta. Mais recentemente (meados dos anos noventa), tem sido negociado com os fabricantes um acordo voluntário de aumento da eficiência dos novos refrigeradores e freezers. Este acordo impõe padrões de eficiência mínima, isto é, índices máximos de consumo de energia, segundo o volume dos aparelhos. Antes da assinatura do acordo (1994), apenas metade dos aparelhos produzidos atendia os padrões de eficiência.

O Procel tem concedido também o chamado "Selo PROCEL de Economia de Energia" aos modelos mais eficientes. Projetos piloto tem sido implantados (Manaus – 1996 – e Rio – 1997), com resultados bastante satisfatórios. As estimativas são de que as ações conjuntas têm proporcionado ganhos de eficiência da ordem de 15% a 20%, o que significa uma economia de 2.560 GWh/ano (1% de todo o consumo nacional de energia elétrica).

b) Aquecimento de Água

Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, o aquecimento residencial de água é muito expressivo, não somente em termos de consumo de energia (cerca de 25-30%), mas, principalmente, em termos de demanda requerida. O equipamento mais comum é o chuveiro elétrico, encontrado em cerca de 85% dos domicílios da Região Sul/Sudeste, com uma potência nominal que varia entre 2 kW e 6 kW. Estimativas indicam que, considerando o fator de simultaneidade de operação (~1/8), cada aparelho contribui com cerca de 400-500 W para a demanda máxima coincidente.

Dada a inexistência de tarifas horo-sazonais para o setor residencial e o custo relativamente muito elevado de tecnologias alternativas, as opções de GLD tornam-se pouco atrativas para o consumidor. As melhores opções têm sido a implantação de limitadores de carga (através da instalação de um dispositivo) para o período de ponta, onde se oferece, como prêmio, um desconto na tarifa dos consumidores que se dispuserem a instalar o dispositivo.

Experiências recentes (1995/1996) da CEMIG (3.200 domicílios) têm demonstrado resultados satisfatórios, tanto em termos de aceitabilidade e interesse do consumidor quanto de rentabilidade para a concessionária de eletricidade. Encorajadas pelo Procel, tais experiências têm sido adotadas por outras concessionárias. No primeiro semestre de 1997, sete concessionárias iniciaram projetos similares, totalizando 40.000 unidades [PROCEL, 1998].

c) Iluminação

Grande parte dos programas brasileiros de GLD foi destinada à iluminação, que representa mais de 15% de todo o consumo nacional e cerca de 25% do consumo residencial, onde predomina o uso de lâmpadas incandescentes convencionais e há pouco interesse, por parte dos consumidores, em substituí-las por tecnologias mais eficientes. Dentre os vários mecanismos de incentivo a uma maior difusão de lâmpadas fluorescentes compactas (LFC), particularmente no setor residencial, destacam-se os chamados programas de descontos[36] (*rebate programs*), conforme mostram as experiências vividas nos Estados Unidos e Europa [MILLS, 1991].

À luz dessas experiências, uma primeira iniciativa no Brasil foi feita pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) [JANNUZZI & SANTOS, 1996], onde se testou três níveis de descontos, em três cidades com características sócio-econômicas similares: Americana (30%), Franca (60%) e Marília (70%). Os resultados mostraram que o nível de desconto utilizado é um elemento chave na promoção das lâmpadas: com descontos de 30%, foram vendidas 5.700 lâmpadas em 26 dias; com descontos de 60%, vendeu-se 11.000 unidades em 17 dias; e com descontos de 70%, 10.050 lâmpadas foram vendidas em apenas 9 dias. Dentre outras lições para experiências futuras, verificou-se que todos os programas foram viáveis, sob a ótica da companhia de eletricidade; mesmo

[36]Descontos oferecidos aos consumidores, pela companhia de eletricidade, no ato da compra das lâmpadas.

com descontos de 70%, os custos totais (incluindo também os custos administrativos) foram competitivos com as opções de suprimento.

2.5.7 Outras Experiências Internacionais

Apesar de fortemente concentrados nos EUA, os programas de GLD estão ganhando projeção em outras partes do mundo, particularmente nas chamadas economias emergentes, como no caso do Sudeste Asiático e da América Latina [SIOSHANSI, 1996]. Na Tailândia, a EGAT (companhia tailandeza) anunciou, em abril de 1995, a expansão de um programa cuja meta é reduzir a demanda em 1.400 MW até o ano 2000. Isto inclui 350 MW na iluminação; 50 MW na refrigeração; 370 MW em sistemas de ar condicionado, 125 MW em motores e 500 MW em gerenciamento de carga [BOYLE, 1996].

Na China, entre 1980 e 1985, o governo destinou cerca de 10% dos investimentos em energia para programas e medidas de eficiência energética e atualmente este índice gira em torno de 7-8%. Os objetivos foram reduzir de 7,5% para 4,8% o crescimento do consumo, apesar do PIB ter crescido 9,5% ao ano, nos anos oitenta. Grande atenção tem sido dada recentemente ao setor residencial, devido a crescente penetração de eletrodomésticos (em 1981, apenas 1% dos domicílios urbanos possuía refrigeradores; em 1993, este índice subiu para 57% [NADEL, 1995].

No México, estudos indicam grandes potenciais de economias e diversos projetos de GLD têm sido implementados, particularmente no setor residencial, que é responsável por cerca de 25% do consumo total de eletricidade e o grande responsável pela formação do pico da demanda, onde somente a iluminação representa cerca de 15% [FRIEDMANN, 1994]. Em 1995, foram investidos cerca de US$ 23 milhões em programas de substituição de lâmpadas, visando economizar 135 GWh de energia e reduzir 78 MW da demanda de pico [BANDALA, 1995]. Incluindo refrigeradores e condicionadores de ar, as economias poderiam atingir 10 TWh e 6,7 GW de capacidade instalada no ano 2000, o que significaria uma economia da ordem de US$ 18 bilhões.

Capítulo 3

Metodologia

3.1 Introdução

Um dos maiores obstáculos à avaliação das possibilidades e impactos de melhorias na eficiência do uso de eletricidade é a falta de conhecimento da estrutura de uso final, tanto em relação à tipologia de equipamentos quanto aos hábitos de uso e manutenção dos aparelhos. Conforme visto no capítulo anterior (Seção 2.4), há várias formas e métodos de simulação dos ganhos potenciais de eficiência. Embora haja um consenso em relação à necessidade de desagregação da demanda, as particularidades de cada caso, conjugadas com a falta de informações, têm limitado a aplicação das ferramentas e modelos ao contexto em que foram desenvolvidos.

Verificou-se, também, que há várias técnicas de levantamento de dados, porém, todas apresentam alguma falha ou limite. A aplicação de questionários a uma amostra de consumidores tem sido a técnica mais empregada. Embora se trate de um instrumento bastante prático, a imprecisão, tendenciosidade ou desconhecimento de algumas informações solicitadas, são problemas comuns na aplicação dessa técnica.

Outra técnica mais recente, visando superar esses entraves, é o monitoramento de aparelhos junto aos consumidores. Contudo, os altos custos operacionais, dentre outros inconvenientes menores, como a necessidade de instalação de dispositivos de medição nos aparelhos, o que requer certos cuidados por parte dos usuários, são obstáculos a esse tipo de levantamento de dados.

Dentre outras técnicas importantes, destacam-se os ensaios de laboratório, visando medir o desempenho e simular o uso cotidiano dos aparelhos. Embora restrita a poucos equipamentos, dentre os quais se destacam os refrigeradores e freezers, esta técnica tem auxiliado muito os trabalhos de reconstituição de demanda e avaliação dos ganhos potenciais de eficiência energética.

Conforme mencionado no primeiro capítulo, a pesquisa de campo realizada na região de estudo constitui o principal referencial, em termos de dados, para a reconstituição da demanda e simulação dos ganhos potenciais de eficiência. Devido, porém, aos problemas já mencionados e a necessidade de informações complementares, foi necessário recorrer a várias outras fontes, como indicado no decorrer dos próximos capítulos. Contudo, é importante relembrar a necessidade do levantamento de campo, sem o qual seria impossível a realização deste trabalho.

Verifica-se, portanto, que a precisão e a confiabilidade das simulações, tanto em termos de estrutura de uso final quanto de impactos da penetração de tecnologias mais eficientes, estão fortemente condicionadas à quantidade e à qualidade das informações processadas. Tão ou mais importantes são as ferramentas e métodos empregados.

Dentro dos limites e do escopo do trabalho, e à luz de estudos e experiências similares, conforme relatados no capítulo anterior, procurou-se desenvolver e aplicar uma metodologia coerente com o contexto analisado e os objetivos propostos. A finalidade é reunir informações e instrumentos que possibilitem um conhecimento razoável da estrutura de uso final, identifiquem as possibilidades e mecanismos de gerenciamento da demanda, comprovem a viabilidade técnica e econômica das medidas e demonstrem os benefícios do uso eficiente e racional de eletricidade.

Conforme descrito no primeiro capítulo, o trabalho consiste basicamente de um levantamento e análise de dados técnico-econômicos e operacionais sobre o uso doméstico de eletricidade, elaboração e análise da estrutura de uso final (reconstituição da demanda) e simulação dos impactos da penetração de tecnologias energeticamente mais eficientes.

Devido à grande quantidade de dados necessários à reconstituição da demanda e simulação dos ganhos potenciais de eficiência, foram desenvolvidas planilhas eletrônicas personalizadas,

visando facilitar o manuseio dos dados, a realização dos cálculos e a apresentação dos resultados. À medida que novas informações e experiências sejam adquiridas, espera-se incorporá-las ao modelo, tornando-o uma ferramenta de auxílio ao gerenciamento da demanda. Exemplos da estrutura dos módulos (planilhas) que constituem o modelo são apresentados no Anexo V.

3.2 Levantamento e Análise dos Dados

Como já mencionado, além da pesquisa de campo junto aos consumidores, foram levantadas informações técnico-econômicas junto aos fabricantes e distribuidores de equipamentos, institutos de pesquisa e laboratórios especializados. Entre os levantamentos, merece destaque a pesquisa de campo, onde o esforço conjunto de várias instituições e profissionais encorajou o desenvolvimento deste trabalho. Os demais levantamentos foram feitos pelo próprio autor, através de pesquisas de mercado e da busca contínua de informações, junto às mais diversas fontes.

3.2.1 Pesquisa de Campo junto aos Consumidores

a) Levantamento dos dados

A pesquisa de campo foi realizada mediante convênio entre o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (Procel), a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Universidade do Amazonas (UA), sob os auspícios financeiros do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

A coleta dos dados foi feita através da aplicação de um questionário padronizado (ver cópia anexa - Anexo IX) a uma amostra de consumidores[1], em cada um dos referidas centros urbanos da RA. A elaboração do questionário ficou a cargo do Núcleo de Pesquisas Ambientais (NEPAM/Unicamp) e a aplicação, a cargo do Departamento de Estatística da UA.

[1]O termo *consumidor* eqüivale a um *domicílio particular ligado à rede de energia elétrica.*

De modo a capturar os diferentes comportamentos de uma variável entre classes de consumidores, a amostragem foi feita de forma estratificada, segundo a faixa mensal de consumo do domicílio (quilowatts-hora por mês - kWh/mês). Convenientemente, foram definidos os seguintes estratos: até 100 kWh/mês, mais de 100 a 200 kWh/mês, mais de 200 a 500 kWh/mês, mais de 500 a 1.000 kWh/mês e mais de 1.000 kWh, os quais foram denominados F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente. Esses dados foram fornecidos pelo cadastro de consumidores das concessionárias locais de eletricidade (Eletronorte/Manaus, Ceron/Porto Velho e CEA/Macapá).

Devido às diferenças no tamanho de cada estrato, isto é, o número de consumidores em cada faixa de consumo, escolheu-se a técnica de amostragem *casual estratificada proporcional*[2], na qual o número de elementos sorteados (consumidores, neste caso) num estrato é proporcional ao número de elementos que compõem esse estrato. O tamanho da amostra foi definido pelo NEPAM/Unicamp, ficando assim distribuídos os consumidores amostrados em cada uma das três cidades investigadas: 463 em Manaus, 159 em Porto Velho e 150 em Macapá.

Uma vez definido o tamanho da amostra, o procedimento seguinte foi alocar a amostra dentro de cada estrato. Conhecendo-se, assim, o número de consumidores em cada estrato, gerou-se números aleatórios para o sorteio daqueles que fariam parte da amostra, ao quais foram aplicados o referido questionário. Foram excluídos da amostra, e substituídos por uma lista reserva, os seguintes casos: imóvel demolido, em ruínas ou em construção; endereço sorteado não correspondente a uma residência, mas a um estabelecimento comercial, instituição de caridade, hotel, hospital, escola, consultório, enfim, comércio, serviço ou indústria; residência de uso misto, ou seja, uma residência que funcionava como moradia e também algum tipo de negócio, mais de uma família residente no mesmo local e, finalmente, as residências ligadas clandestinamente à rede de energia elétrica.

b) Análise dos Dados

Inicialmente, através de técnicas estatísticas básicas, analisou-se o perfil sócio-econômico dos consumidores, o grau de difusão e a tipologia de equipamentos e os hábitos de uso e manu-

tenção dos aparelhos. Tanto nesta etapa quanto nas demais, a análise foi feita sempre de modo estratificado, procurando capturar os diferentes comportamentos de uma mesma variável em diferentes classes de consumidores (F1, F2, F3, F4 e F5). Nesta etapa, procurou-se também organizar os dados, de modo a facilitar o gerenciamento e análise dos mesmos. Em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel, os dados foram convenientemente organizados, sob a forma de banco de dados e tabelas, facilitando a consulta de informações e a análise exploratória das variáveis de interesse.

Uma vez identificadas as principais características dos elementos investigados (domicílio, moradores e equipamentos), analisou-se as possíveis relações entre elas, através da aplicação de técnicas estatísticas de correlação linear. Embora importante, esse tipo de análise é geralmente incapaz de extrair conclusões suficientes sobre as relações entre variáveis, modalidades[3] e grupos de variáveis. De fato, isto permite apenas avaliar o *grau de relacionamento linear* entre duas ou mais variáveis e não captura possíveis nuanças em determinados intervalos de valores (sub-amostras ou modalidades). Além disso, duas ou mais variáveis, linearmente relacionadas ou não, podem apresentar outras características em comum[4]. Pode haver, ainda, relações entre grupos de variáveis, como indicadores sócio-econômicos e hábitos de uso dos aparelhos, por exemplo. Isso pode ser medido e/ou visualizado graficamente, através da aplicação de técnicas de fatoração de dados, como a *Análise Fatorial de Correspondência* [LEBART et al., 1994].

Visando, assim, complementar a análise precedente e atender a esses propósitos, numa segunda etapa do tratamento estatístico, emprega-se métodos de análise e representação fatorial de dados. Isso permite reduzir a complexidade e as dimensões do banco de dados e extrair as relações mais importantes entre variáveis, modalidades e grupos de variáveis. Trata-se de uma ferramenta essencialmente geométrica, onde, a partir de uma *grande tabela* (banco de dados), produz-se imagens que revelam o essencial de suas estruturas internas [BRY, 1995].

---

[2]Cochran, W.G. *"Técnicas de Amostragem"*. Fundo de Cultura (trad.), Rio de Janeiro, 1965.
[3]Modalidades são decomposições de uma variável em duas ou mais variáveis, de modo a refinar a análise. Isso é particularmente importante quando uma variável apresenta desvio padrão elevado e, portanto, sua média pode ser pouco confiável ou representativa.
[4]O fato de duas variáveis não serem correlacionadas não significa necessariamente que elas sejam independentes; pode haver outro tipo de relação entre ambas, conforme salientado por Costa Neto (1975, pág.181), *in* Estatística - Editora Edgard Blücher Ltda.

Conforme indica o referido autor, existem vários métodos de análise fatorial, porém, o princípio geral, o qual ele chama de *fotografia* ou mesmo *radiografia*, é o mesmo. Além disso, embora envolvam laboriosos cálculos matriciais, o que requer o auxílio de um microcomputador, sua prática rigorosa não exige necessariamente um domínio de seus princípios teóricos. É necessário, contudo, uma sólida intuição espacial, de modo a visualizar geometricamente o comportamento dos indivíduos e/ou variáveis que constituem o conjunto de dados.

Dentre os vários métodos de análise fatorial existentes, escolheu-se a *Análise de Correspondência Múltipla* (ACM) [LEBART et al., 1994], que é uma generalização da análise de correspondência simples, porém, permite a desagregação de uma variável em duas ou mais, através da criação de modalidades. Uma das vantagens desse método é a simplicidade de suas regras de interpretação, onde é possível analisar simultaneamente os dois espaços descritivos de dados: o das variáveis – *campos* – e o dos indivíduos – *registros*.

Dentre outras vantagens desse método, destacam-se a facilidade de implementação e grande flexibilidade e a possibilidade de tratar simultaneamente variáveis quantitativas e qualitativas, as quais podem ser classificadas ainda como *ativas* ou *ilustrativas*, segundo os objetivos da análise. As ativas são aquelas mais diretamente ligadas a um dado aspecto que se pretende analisar, como a estrutura do uso residencial de eletricidade, por exemplo. Neste caso, a posse de equipamentos tende a ser mais relevante do que suas características técnicas e hábitos de uso, os quais são mais estáveis entre diferentes classes de consumidores, conforme será visto no próximo capítulo. As ilustrativas são fatores que, *a priori*, podem ser considerados secundários, como alguns indicadores sócio-econômicos e os hábitos de uso dos aparelhos, conforme analisado com maiores detalhes no próximo capítulo (Seção 4.5).

3.2.2 Levantamento de Outros Dados

Os dados mencionados na seção anterior foram levantados com o intuito de caracterizar o uso doméstico de eletricidade nos referidos centros urbanos e avaliar o potencial técnica e economicamente viável de melhorias na eficiência energética dos aparelhos. Para isso, além da caracterização dos principais condicionantes do uso doméstico de eletricidade, é necessário recons-

tituir a demanda, de modo a avaliar a contribuição de cada equipamento na composição do consumo final e/ou da carga do sistema elétrico local.

Apesar do amplo espectro de informações levantadas junto aos consumidores, verificou-se a falta de alguns dados necessários à reconstituição da demanda. Alguns por não terem sido contemplados pelo questionário aplicado; outros porque requerem trabalhos de medição e monitoramento de aparelhos junto aos consumidores locais, o que ainda não foi feito no contexto dessas cidades. Visando reduzir as incertezas associadas às estimativas, procurou-se, sempre que possível, levantar dados junto a institutos de pesquisa e laboratórios especializados (INMETRO, IPT, etc.), fabricantes de equipamentos e demais instituições que dispõem desse tipo de informação.

Além dos dados necessários à reconstituição da demanda, há necessidade de informações técnico-econômicas, para avaliar a eficiência energética e econômica dos aparelhos. Para isso, fez-se uma pesquisa de mercado junto aos principais fabricantes e distribuidores nacionais de equipamentos, o que permitiu comparar a eficiência técnico-econômica dos aparelhos em uso com aquela de aparelhos equivalentes e comercialmente disponíveis. Esses dados são apresentados nos Anexo III e IV e analisados no decorrer dos próximos capítulos.

3.3 Reconstituição da Demanda

3.3.1 Níveis de Desagregação

Conforme já mencionado, procura-se desagregar o máximo possível a demanda[5], de modo a conhecer melhor a estrutura de uso final e reduzir as incertezas sobre as estimativas. O primeiro nível de desagregação é dado pela própria metodologia de levantamento estratificado dos dados, segundo a faixa mensal de consumo do domicílio (F1, F2, F3, F4 e F5). Desse modo, a demanda final é obtida através da soma das demandas de cada estrato, conforme indica a Equação 3.3-1.

$$D_T = \Sigma D_{j\,(j=1,\,2,\ldots,5)} \qquad \text{(Equação 3.3-1)}$$

[5]Visando simplificar a terminologia empregada, o termo demanda corresponde tanto ao consumo quanto à carga.

onde D_T é a demanda total de cada cidade e D_j é a demanda da *j-ésima* classe de consumidor.

Em cada classe, a demanda é reconstituída por equipamento, como indica a Equação 3.3-2.

$$D_j = \Sigma D_{ij\ (i=1,\ 2,\ 3,\ \ldots,\ k)} \qquad \text{(Equação 3.3-2)}$$

onde D_{ij} é a demanda do *i-ésimo* equipamento pertencente à classe *j* e *k* é o número de equipamentos encontrados nessa classe de consumidor.

Seria possível, ainda, desagregar a demanda por aparelho, visto que um equipamento (refrigerador, por exemplo) é constituído de vários modelos de aparelhos, onde cada um apresenta características particulares (potência, tempo de uso, etc.). Contudo, isto seria complicado e inútil, pois o que interessa efetivamente são as características do equipamento num dado grupo de consumidores (classe); não as características individuais dos aparelhos que o constituem.

Outra subdivisão aparente da demanda é o agrupamento de equipamentos em categorias de uso final: *refrigeração, aquecimento de água, iluminação, climatização, limpeza, lazer, cocção, outros*. Na verdade, isso não constitui mais um nível de desagregação; pelo menos na fase de reconstituição da demanda, onde o que interessa é o equipamento e o subsetor a que ele pertence. Pois todo parâmetro utilizado na reconstituição da demanda será obtido através da média observada num conjunto de equipamentos pertencentes a um dado estrato/classe. Assim, a categoria de uso final a que ele pertence não exercerá nenhuma influência. Isto é conveniente, entretanto, na fase de levantamento e organização dos dados e de análise e apresentação dos resultados, visto que aparelhos pertencentes a uma mesma categoria de uso final tendem a apresentar características similares importantes.

Em resumo, a reconstituição da demanda é feita em dois níveis, a saber: i) *classe ou estrato de consumo* e ii) *equipamento*. Desse modo, cada classe de consumidor terá uma tipologia de equipamentos e hábitos de uso que irão determinar a sua estrutura de demanda.

3.3.2 Cálculo dos Parâmetros Necessários à Reconstituição da Demanda

Como já mencionado, a demanda será reconstituída com base na média dos parâmetros observados em cada classe (índice de posse, potência, tempo de uso, etc.). Assim, cada parâmetro terá um índice médio em cada classe e um índice médio geral. O primeiro refere-se à média aritmética dos valores observados em cada classe e o segundo representa a média geral das cinco classes amostradas. Contudo, este último índice é usado apenas na fase de análise dos dados, particularmente quando se compara dois equipamentos ou duas cidades, visto que a demanda total (D_T) é obtida pela soma das demandas individuais de cada classe (Equação 3.3-1).

A Tabela 3.3-1, abaixo, representa genericamente o índice médio de três parâmetros, em cada uma das cinco classes consideradas, assim como a média geral de cada parâmetro.

Tabela 3.3-1: Representação genérica dos parâmetros empregados na reconstituição da demanda.

	Índice de Posse (I)					Potência (P)					Tempo de Uso (T)				
	E_1	E_2	E_3	...	E_i	E_1	E_2	E_3	...	E_i	E_1	E_2	E_3	...	E_i
F1	I_{11}	I_{21}	I_{31}	...	I_{i1}	P_{11}	P_{21}	P_{31}	...	P_{i1}	T_{11}	T_{21}	T_{31}	...	T_{i1}
F2	I_{12}	I_{22}	I_{32}	...	I_{i2}	P_{12}	P_{22}	P_{32}	...	P_{i2}	T_{12}	T_{22}	T_{32}	...	T_{i2}
F3	I_{13}	I_{23}	I_{33}	...	I_{i3}	P_{13}	P_{23}	P_{33}	...	P_{i3}	T_{13}	T_{23}	T_{33}	...	T_{i3}
F4	I_{14}	I_{24}	I_{34}	...	I_{i4}	P_{14}	P_{24}	P_{34}	...	P_{i4}	T_{14}	T_{24}	T_{34}	...	T_{i4}
F5	I_{15}	I_{25}	I_{35}	...	I_{i5}	P_{15}	P_{25}	P_{35}	...	P_{i5}	T_{15}	T_{25}	T_{35}	...	T_{i5}
Total	I_{1t}	I_{2t}	I_{3t}	...	I_{it}	P_{1t}	P_{2t}	P_{3t}	...	P_{it}	T_{1t}	T_{2t}	T_{3t}	...	T_{it}

Na tabela acima, I_{i1} representa o índice de posse do *i-ésimo* equipamento pertencente a F1, enquanto I_{it} representa o índice de posse total desse equipamento, isto é, a média geral do equipamento para todos os consumidores. Evidentemente, a mesma observação é válida para os demais parâmetros. É fácil verificar que, embora se obtenha geralmente índices muito próximos, a média geral, sendo calculada com base no conjunto todo de dados, difere daquela que seria obtida através do índice médio observado em cada classe; isto é, $P_{it} \neq (P_{i1} + P_{i2} + P_{i3} + P_{i4} + P_{i5}) / 5$.

3.3.3 Reconstituição do Consumo de Eletricidade

O consumo de eletricidade de um equipamento é dado pelo produto da potência média efetivamente requerida (potência efetiva) e a duração do uso/funcionamento num dado intervalo de

tempo. Num dado grupo de consumidores (classe), onde há vários aparelhos que constituem o equipamento, o consumo é dado pelo produto de três fatores: número de aparelhos (N), potência (P) e tempo de uso (T). Simbolicamente, isso é representado pela Equação 3.3-3, a seguir:

$$C_{ij} = N_{ij} \times P_{ij} \times T_{ij} \qquad \text{(Equação 3.3-3)}$$

onde

C_{ij}: consumo de eletricidade do *i-ésimo* equipamento pertencente à *j-ésima* classe;

N_{ij}: número de aparelhos que constitui o referido equipamento;

P_{ij}: potência média do equipamento;

T_{ij}: duração do uso ou funcionamento do equipamento, num dado intervalo de tempo.

a) Número de aparelhos (N)

Refere-se simplesmente ao número de aparelhos amostrados em cada classe. A partir desse parâmetro, calcula-se o número médio de aparelhos por domicílio, convencionalmente denominado *índice de posse*. O índice de posse é obtido através da razão entre o número total de aparelhos amostrados numa determinada classe e o número de domicílios pertencentes à classe. A Equação 3.3-4, abaixo, representa genericamente esse parâmetro.

$$I_{ij} = N_{ij}/N_j \qquad \text{(Equação 3.3-4)}$$

onde I_{ij} é o índice de posse do *i-ésimo* equipamento pertencente à *j-ésima* classe; N_{ij} é o número de aparelhos que constituem esse equipamento; e N_j é o número de consumidores pertencentes à referida classe. A importância desse indicador aparece na fase de contabilização do parque de aparelhos em cada cidade, o que é feito pela simples extrapolação do índice médio observado em cada classe de consumidores.

b) Potência (P)

Conforme ilustrado na Tabela 3.3-1, a potência nominal do *i-ésimo* equipamento, pertencente à *j-ésima classe* (P_{ij}), será calculada pela seguinte equação:

$$P_{ij} = \Sigma P_{ijk} / N_{ij\ (k=1,2,3,\ldots,n)} \qquad \text{(Equação 3.3-5)}$$

onde P_{ijk} representa a potência do *k-ésimo* aparelho, o qual irá constituir, juntamente com os demais (*n-1*), a potência do *i-ésimo* equipamento pertencente à *j-ésima* classe e N_{ij}, o número de aparelhos que constituem o referido equipamento.

Em outras palavras, a potência de um equipamento, numa determinada classe, é dada pela razão entre a soma dos índices individuais de cada aparelho e o número total de aparelhos amostrados naquela classe[6]. De modo análogo, calcula-se os demais parâmetros que serão usados na estimativa do consumo de eletricidade e da curva de carga cotidiana de cada equipamento.

Contudo, a *potência nominal* nem sempre é representativa daquela efetivamente requerida num dado instante ou intervalo de tempo, a qual será denominada, doravante, *potência efetiva*. Na prática, a potência efetiva deve ser entendida como o *consumo médio horário* (Wh/h) de um ciclo padrão de funcionamento do aparelho[7]. Há equipamentos (lâmpadas, televisor, som, etc.) cujo consumo médio horário pode ser deduzido pela potência nominal do aparelho. Uma vez ligado, o aparelho passa a dissipar uma potência igual ou muito próxima daquela indicada pelo fabricante (potência nominal). Há outros (ferro elétrico, forno de microondas, lavadora de roupas, etc.) cuja potência efetiva depende do ciclo de operação e/ou de outras condições operacionais.

Neste caso, é necessário algum tipo de medição/monitoramento, de modo a obter o consumo médio horário de um ciclo padrão de funcionamento do aparelho (potência efetiva). Na impossibilidade de monitoramento de aparelhos junto aos consumidores, pode-se fazer estimativas a partir de ensaios de laboratórios, que simulam o uso cotidiano do aparelho, ou através de dados experimentais obtidos em outras regiões ou setores. Tomando-se um conjunto de equipamentos com a mesma tipologia (refrigerador de uma porta, por exemplo), pode-se estabelecer uma relação entre o *consumo de energia* e a *potência nominal*, o que pode ser transferido a outras regiões

---

[6]É importante verificar se o número de aparelhos amostrados é igual ao número de aparelhos cuja informação foi levantada. Caso não seja, é necessário considerar apenas aqueles aparelhos cujo parâmetro foi levantado.

[7]Entenda-se por *ciclo padrão de funcionamento* aquele que melhor representa o consumo médio ou habitual do equipamento.

e setores; desde que apresentem, é claro, uma tipologia de equipamentos similar àquela em que os dados foram experimentados[8].

Em alguns casos, o termo *potência efetiva* é empregado nem tanto pelo fato de a potência requerida num dado intervalo de tempo variar muito, mas por não se conhecer o tempo efetivo de funcionamento do aparelho, durante esse intervalo. Um exemplo típico é o caso do refrigerador, o qual é usado 24 horas por dia[9], porém, seu tempo efetivo de funcionamento, controlado por um termostato, tende a ser muito inferior e depende dos hábitos do(s) usuário(s) e das condições operacionais do aparelho. Contudo, conhecendo-se a potência nominal do aparelho e o seu consumo de energia, num dado intervalo de tempo, pode-se estimar o tempo efetivo de funcionamento do aparelho, durante esse intervalo. De modo análogo, estima-se o *consumo médio horário*, que, conforme definido anteriormente, nada mais é do que a *potência efetiva*.

Na prática, para incorporar esse aspecto à expressão analítica do consumo (Equação 3.3-3), basta multiplicar o termo P_{ij} (potência nominal) por um fator F_i ($0 < F_i \leq 1$), o qual será considerado invariável entre as classes, devido à falta de informações à respeito de sua variabilidade. Desse modo, em lugar da Equação 3.3-3, usa-se a seguinte equação:

$$C_{ij} = N_{ij} \times P_{ij} \times F_i \times T_{ij} \qquad \text{(Equação 3.3-6)}$$

onde F_i representa a relação entre a potência efetiva do aparelho e sua potência nominal.

Ainda em relação à potência, outro aspecto a ser considerado é o consumo de energia no modo *standby*, no caso de alguns equipamentos eletrônicos. Embora a potência requerida nessa modalidade operacional seja normalmente muito reduzida, isso pode significar um consumo adicional de energia bastante significativo, devido ao tempo em que o aparelho permanece nesse estado. Para incorporar isso às estimativas de demanda, são necessários pelo menos dois fatores: a potência requerida no modo *standby* (P_S) e o número de aparelhos que são afetados por essa

[8]O que foi feito, aliás, já que não se dispunha desse tipo de informação, no contexto das cidades analisadas.
[9]O termo *usado* refere-se ao fato de que o aparelho, mesmo desligado, mantém sua função de conservação do material condicionado (alimentos, essencialmente).

modalidade operacional (N_S). O tempo em que o aparelho permanece nessa modalidade (T_S) pode ser deduzido a partir do tempo médio de uso no modo ativo, o qual será visto no próximo item. Igualmente, por falta de informações, considera-se P_S e N_S invariáveis entre as classes.

Assim, a expressão para o cálculo do consumo de cada equipamento passa a ser a seguinte:

$$C_{ij} = N_{ij} \times P_{ij} \times F_i \times T_{ij} + P_{Si} \times N_{Si} \times T_{Sij} \qquad \text{(Equação 3.3-7)}$$

c) Tempo de uso (T)

Inicialmente, é interessante diferenciar o tempo de uso entre dias úteis (segunda a sexta) e fins de semana/feriados. Há, também, aparelhos que não são usados todos os dias da semana ou do ano. Assim, o tempo médio de uso diário (T_M) pode ser estimado da seguinte forma:

$$T_M = \{[(T_u \times N_u) + (T_f \times N_f)] / (N_u + N_f)\} \times \{N_a / (N_u + N_f)\} \qquad \text{(Equação 3.3-8a)}$$

onde

T_u: tempo médio diário de uso nos dias úteis;

T_f: tempo médio diário de uso nos fins de semana e feriados;

N_u: número de dias úteis no ano;

N_f: número de fins de semana e feriados no ano;

N_a: número de dias do ano em que o aparelho é usado.

ou, de maneira mais simplificada, isto é, considerando $N_u + N_f = 365$,

$$T_M = \{[(T_u \times N_u) + (T_f \times N_f)] / (365)^2\} \times N_a \qquad \text{(Equação 3.3-8b)}$$

De modo mais simplificado ainda, pode-se usar a seguinte expressão para o cálculo do tempo médio de uso diário:

$$T_M = \{[(T_u \times 5) + (T_f \times 2)] / 49\} \times N_s \qquad \text{(Equação 3.3-8c)}$$

onde N_s é o número de dias por semana em que o equipamento é usado.

Há, também, casos em que há fortes sazonalidades no uso de certos equipamentos, ou seja variações entre diferentes épocas do ano, principalmente devido ao clima. Embora dificilmente o consumidor saiba indicá-las com precisão razoável, isso pode ser feito através do monitoramento de aparelhos, em diferentes épocas do ano. Desse modo, o consumo pode ser ponderado por um coeficiente de sazonalidade (Z), conforme indicado a seguir:

$$Z = T_A / (\sum_{m=1}^{12} T_m) \times 12 \qquad \text{(Equação 3.3-9)}$$

onde T_A é o tempo médio anual de uso e T_m o tempo médio de uso no mês *m*.

Devido à falta de informações e às características climáticas da região de estudo, caracterizada por fracas sazonalidades, esse parâmetro foi ignorado na reconstituição da demanda.

d) Expressão geral para o cálculo do consumo de eletricidade

Do exposto acima, a expressão geral para o cálculo do consumo mensal de eletricidade de um equipamento qualquer é dada pela Equação 3.3-10, abaixo.

$$C_{ij} = [(N_{ij} \times P_{ij} \times F_i \times T_{Mij}) + (P_{Si} \times N_{Si} \times T_{Sij})] \times 30 / 10^3 \qquad \text{(Equação 3.3-10)}$$

onde

C_{ij}: consumo de eletricidade do equipamento *i*, pertencente ao subsetor *j* [kWh/mês];

N_{ij}: número de aparelhos que constituem o referido equipamento [adimensional];

P_{ij}: potência nominal do equipamento [W];

F_i: fator de ajuste da potência requerida (potência efetiva/potência nominal) [$0<F_i \leq 1$];

T_{Mij}: tempo médio de uso diário do equipamento [h];

P_{Si}: potência requerida no modo *standby* [W];

N_{Si}: número de aparelhos que são afetados pelo modo *standby* [adimensional];

T_{Sij}: tempo diário em que os aparelhos permanecem em *standby* [h];

3.3.4 Estimativa da Curva de Carga

A potência requerida por um ou mais equipamentos, num dado instante ou intervalo de tempo, é usualmente denominada *carga* ou *demanda*. A sua representação gráfica é denominada *curva de carga*. Devido às variações horárias que se observa normalmente ao longo do dia, e os impactos que isso causa ao sistema elétrico, costuma-se construir curvas de carga cotidianas, as quais representam analiticamente a demanda de um dado equipamento, setor de atividade, etc., ao longo das 24 horas do dia. De modo similar, analisa-se as sazonalidades da demanda.

Sem o intuito de analisar agora esses aspectos, procura-se aqui descrever a metodologia utilizada na estimativa da curva de carga cotidiana dos diversos equipamentos que constituem a demanda residencial. A finalidade é descrever genericamente os procedimentos adotados, de modo que eles sirvam também de suporte a outros trabalhos similares. Assim, detalhes específicos de um dado equipamento ou classe de consumidores serão analisados no capítulo correspondente à elaboração e análise da estrutura de uso final (Capítulo 5 – Seção 5.3).

a) Parâmetros necessários à elaboração da curva de carga

Como descrito, um equipamento é constituído de vários aparelhos, os quais pertencem a um dado grupo de consumidores (classe). Desse modo, a soma da potência individual de cada aparelho, dividida pelo número de aparelhos que constituem o equipamento, fornece a sua potência média. Assim, esse parâmetro já foi definido e caracterizado na fase de reconstituição do consumo e será igualmente usado na estimativa da curva de carga.

O problema a ser tratado aqui se resume, portanto, em saber qual a parcela de aparelhos em uso num dado instante ou intervalo de tempo. É fácil imaginar que se trata de um problema complexo, devido à aleatoriedade associada ao uso dos aparelhos. Quando se considera um único aparelho, sua curva de carga tende a apresentar um comportamento muito pouco previsível, particularmente quando o tempo de uso é muito curto. Por mais longa que fosse uma série de medições, seria difícil prever, com confiança razoável, a ocorrência do uso, num dado instante do dia, ainda que esse consumidor possuísse hábitos bastante rígidos.

Por outro lado, quando se tem um número suficientemente grande de aparelhos, pode-se prever a ocorrência do uso, através de cálculos probabilísticos. Para isso, seria necessário conhecer o tempo de uso diário do aparelho e definir um intervalo de tempo em que se deseja estimar a ocorrência do uso. Evidentemente, quanto maior o tempo de uso, maior a probabilidade de ocorrência do uso. O mesmo é válido para o intervalo de previsão. No entanto, precisão e confiança caminham em sentidos opostos.

Visando, assim, garantir a confiabilidade dos resultados, as estimativas foram feitas com base em intervalos horários, nos quais os usuários declararam o uso habitual dos aparelhos. Portanto, as estimativas se referem à *demanda média horária*.

b) Fator de simultaneidade do uso

Com base no tempo diário de uso e nos referidos intervalos horários, estimou-se o *fator de simultaneidade* ou *coincidência do uso* (F_C); isto é, a porcentagem de aparelhos cujo uso coincide num dado instante ou intervalo de tempo. Devido às variações entre dias úteis e fins de semana e feriados, considera-se dois índices para cada caso.

Seja, então, T_M o tempo médio de uso diário do equipamento e T_N o tempo definido pela soma dos intervalos horários em que uso foi declarado pelo usuário. Convenientemente, T_M foi denominado *tempo efetivo* e T_N, *tempo nominal*. Desse modo, a seguinte expressão foi usada para o cálculo do fator de simultaneidade do uso:

$$F_{Cijh} = (N_{ijh} / N_{ij}) \times (T_{Mij} / T_{Nij}) \qquad \text{(Equação 3.3-11)}$$

onde

F_{Cijh} : fator de coincidência do uso do equipamento *i*, pertencente à classe *j*, durante o intervalo horário *h* (h = 1, 2, 3, ..., 24);

N_{ijh} : número de aparelhos que constituem o referido equipamento e cujo uso habitual foi declarado no intervalo *h*.

N_{ij} : número de aparelhos que constituem o equipamento *i*, pertencente à classe *j*.

Nem todos os equipamentos foram investigados em relação à ocorrência do uso num dado intervalo horário. A maioria não é, de fato, muito importante em termos de demanda; há outros, porém, cuja demanda é bastante significativa, particularmente no horário de pico do sistema. Dentre os últimos, destacam-se o ventilador e as lâmpadas.

Para aqueles equipamentos, cuja ocorrência do uso horário não foi investigada junto ao consumidor, estimou-se o fator de coincidência do uso com base em equipamentos similares e/ou levantamentos feitos em outras localidades. Detalhes sobre isso são apresentados no capítulo correspondente (Capítulo 5), porém, os procedimentos básicos são os seguintes:

Em alguns casos, foi levantado o tempo médio de uso dos aparelhos em cada um dos três períodos do dia: manhã, tarde e noite. Pôde-se, assim, estimar o F_C de um equipamento, com base nessa informação e na similaridade entre esse equipamento e um outro, cujo F_C já tenha sido previamente calculado. Este é o caso do ventilador e do ar condicionado, por exemplo.

Procedimentos análogos foram adotados em relação a equipamentos cuja informação era desconhecida, porém, o seu uso pode ser relacionado ao uso de outro, cujo F_C é conhecido. Dentre esses, destacam-se a lavadora de roupa (F_C conhecido) e a secadora de roupa (F_C desconhecido), o televisor (F_C conhecido) e o vídeo cassete (F_C desconhecido).

Quanto aos equipamentos destinados à cocção ou serviços auxiliares, cujos intervalos horários não foram levantados, admitiu-se que o uso ocorre somente nos períodos de refeição, a saber: 07:30 às 08:30 h, 11:00 às 13:00 h e das 19:00 às 21:00 horas. Assim, T_N é igual a 5 h.

Para equipamentos de uso profissional, como a máquina de costura e o microcomputador, por exemplo, a ocorrência foi restrita ao horário comercial. Portanto, T_N é igual a 8 h. Quanto aos demais, não havendo nenhuma das informações acima mencionadas, a ocorrência do uso foi distribuída uniformemente ao longo das 24 horas do dia.

É importante ressaltar que, com exceção do ventilador e das lâmpadas, todos os demais equipamentos, cujas informações sobre os intervalos de ocorrência do uso não foram levantadas,

são muito pouco significativos em termos de demanda. As referidas considerações foram feitas, contudo, de modo que esses aparelhos não ficassem de fora na reconstituição da demanda.

c) Expressão para o cálculo da demanda média horária

Segundo os parâmetros e procedimentos descritos anteriormente, a demanda média horária (D_{Mijh}) do equipamento *i*, pertencente à classe *j*, no intervalo horário *h*, é dada pela seguinte equação:

$$D_{Mijh} = (N_{ij} \times P_{ij} \times F_i) \times [(N_{ijh} / N_{ij}) \times (T_{Mij} / T_{Nij})] + (P_{Si} \times N_{Sih}) \qquad \text{(Equação 3.3-12)}$$

onde

N_{ij}: número de aparelhos que constituem o equipamento *i*, pertencente à classe *j*;

P_{ij}: potência nominal do referido equipamento [W];

F_i: fator de ajuste da potência requerida (potência efetiva/potência nominal) [$0<F_i \leq 1$];

N_{ijh}: número de aparelhos em uso no intervalo horário *h* [h = 1, 2, ..., 24];

T_{Mij}: tempo médio diário de uso do equipamento - *tempo efetivo* [h];

T_{Nij}: soma dos intervalos horários em que o uso foi declarado - *tempo nominal* [h];

P_{Si}: potência requerida no modo *standby* [W];

N_{Si}: número de aparelhos que são afetados pelo modo *standby*, no intervalo horário *h*.

3.4 Simulação e Análise dos Impactos da Difusão de Tecnologias Eficientes

Conforme mencionado, esta etapa constitui a última fase do trabalho e é sustentada pelas anteriores, desde os fundamentos teóricos e as evidências empíricas mencionadas no Capítulo 2, até os resultados obtidos nos capítulos subseqüentes. Em outras palavras, as simulações foram feitas com base nos princípios de que devem ser buscadas as oportunidades tecnicamente viáveis e economicamente justificáveis de melhorias na eficiência energética do uso final de eletricidade, tanto em termos de energia economizada (kWh) quanto de potência evitada/reduzida (kW).

Dois capítulos constituem esta fase: Capítulos 6 e 7. No primeiro, procurou-se definir os critérios e parâmetros empregados nas simulações do ganho potencial de eficiência energética, cujos impactos foram avaliados através da comparação entre a eficiência média dos aparelhos em uso, no ano em que foram feitos os levantamentos de campo (1996), com aquela de aparelhos tecnicamente equivalentes[10], energeticamente mais eficientes[11] e comercialmente disponíveis.

No Capítulo 7, foram feitas previsões da demanda futura, visando igualmente avaliar o impacto da difusão de tecnologias energeticamente mais eficientes. Contudo, os impactos são avaliados ao longo do tempo, à medida que novos aparelhos vão sendo adquiridos, em razão do crescimento do mercado consumidor e do sucateamento e reposição de aparelhos.

Em ambos os casos (Capítulos 6 e 7), procura-se avaliar o ganho potencial de eficiência, tanto em termos de energia economizada quanto de potência reduzida/evitada, particularmente no horário de pico do sistema. A diferença é que o primeiro se refere apenas ao ano em que foram feitos os levantamentos de campo (1996), o qual servirá de base para as projeções, ao passo que o segundo contempla três horizontes, conforme definido na última seção deste capítulo.

Desse modo, na primeira fase, o termo *ganho potencial* deve ser entendido como a possibilidade (técnica ou economicamente viável, conforme o caso analisado) de substituição imediata de todos os aparelhos cuja eficiência seja inferior àquela de equipamentos tecnicamente equivalentes, comercialmente disponíveis e energeticamente mais eficientes. Tratam-se, portanto, de *cenários hipotéticos*, pois a aquisição das tecnologias técnica ou economicamente viáveis, somente ocorrerá após o sucateamento daquelas atualmente em uso. Isto porque, embora possível, dificilmente ocorre o sucateamento de um aparelho antes do final de sua vida útil, o que significaria a inclusão do seu valor residual nos custos de substituição. Isto certamente inviabilizaria tal

---

[10]Entenda-se por *tecnicamente equivalentes* aparelhos com a mesma capacidade em termos de serviço prestado ao usuário, como o volume útil dos refrigeradores e a temperatura de resfriamento dos compartimentos, por exemplo.

[11]Energeticamente mais eficiente significa menor potência requerida e/ou consumo de eletricidade. É importante lembrar que os termos *potência requerida* e *consumo de energia* podem ou não ser equivalentes, dependendo do equipamento e do intervalo de tempo considerado. Dois aparelhos podem apresentar a mesma potência, mas consumir diferentes quantidades de energia, para a execução de uma mesma tarefa, em função do tempo de funcionamento. Um exemplo clássico é o *condicionamento* (refrigeração, aquecimento, etc.) de um mesmo ambiente ou material, onde o tempo de operação pode ser reduzido em função de um melhor isolamento térmico.

substituição, a menos que se trate de um aparelho cuja vida útil esteja praticamente esgotada e, portanto, seu valor residual seria muito baixo.

Contudo, os ganhos potenciais, ainda que hipotéticos, servem de referencial para as projeções de demanda, onde a aquisição das tecnologias que passarem nos *testes de viabilidade* ocorrerá gradualmente, à medida que o parque de aparelhos se renova, em função do sucateamento e reposição de aparelhos e da expansão do mercado consumidor (crescimento do número de domicílios e/ou aumento no índice de posse).

Na primeira etapa, três cenários são considerados (*técnico*, *econômico* e *de mercado*), cujos potenciais são avaliados com base na estrutura de uso final elaborada no Capítulo 5. Na próxima fase, considera-se ainda um cenário adicional (*cenário tendencial*), o qual servirá de referência para a avaliação dos impactos da difusão de tecnologias eficientes.

A seguir, apresenta-se a definição dos cenários técnico, econômico e de mercado e os procedimentos necessários à estimativa dos respectivos ganhos potenciais de eficiência. As hipóteses sobre o cenário tendencial e a metodologia empregada nas projeções da demanda são apresentadas no item subseqüente.

3.4.1 Levantamento do Ganho Potencial de Eficiência

Há várias formas e critérios de mensuração dos ganhos potenciais de eficiência energética, segundo os objetivos do estudo e o contexto a ser investigado. Há contudo, um certo consenso em relação à terminologia e as definições empregadas. Conforme indica a literatura[12], pelo menos três cenários ou potenciais são considerados: *Técnico*, *Econômico* e *de Mercado*. A seguir, procura-se definir cada um deles, segundo as referidas fontes consultadas e o contexto analisado. Descreve-se, também, os critérios e procedimentos empregados nas simulações.

[12]JANNUZZI & SWISHER, 1997; SCHAEFFER et al, 1998; PROCEL, 1998; JOCHEM et al., 1999.

a) Potencial Técnico

Neste cenário, procurou-se avaliar o impacto de uma substituição imediata de todos os aparelhos em uso, no ano em que foram feitos os levantamentos (1996), cuja eficiência era inferior àquela de um aparelho equivalente, comercialmente disponível e energeticamente mais eficiente. Conforme mencionado, trata-se de um cenário hipotético, mas também importante, pois fornece uma idéia do *ganho potencial máximo de eficiência*; ou seja, indica um *limite técnico* para as melhorias na eficiência energética do uso residencial de eletricidade nessas cidades.

Neste cenário, a única alteração em relação aos dados levantados e os resultados obtidos é a *eficiência energética* do equipamento. Ou seja, todos os demais parâmetros, inclusive os hábitos de uso, foram mantidos inalterados. Assim, embora se tenha mencionado o termo *limite técnico* para a melhoria da eficiência energética do uso doméstico de eletricidade, ele se restringe, na verdade, unicamente ao aspecto *tecnológico*. Há, portanto, um potencial relativo à *mudança de hábitos*, cuja mensuração é ainda mais difícil, conforme analisado no próximo capítulo.

Para o levantamento do potencial técnico, foram adotados os seguintes procedimentos:

a) Escolha e definição de um critério de eficiência energética;
b) Estimativa de um índice médio de eficiência dos aparelhos em uso, segundo esse critério;
c) Comparação desse índice com aquele do modelo mais eficiente encontrado no mercado;
d) Recálculo dos dados relativos à potência média dos aparelhos, segundo a diferença observada entre os referidos índices;
e) Reexecução dos módulos (ferramenta computacional) de reconstituição da demanda.

O potencial técnico nada mais é do que a diferença entre o consumo (ou carga) estimado(a) a partir dos novos índices de potência - os quais se referem ao modelo mais eficiente encontrado no mercado - e aquele(a) referente aos equipamentos em uso, conforme a metodologia descrita anteriormente e os resultados apresentados no Capítulos 5.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Portanto, no que diz respeito aos cálculos, os procedimentos são análogos àqueles mencionados na seção anterior. Uma vez modificados os dados de entrada, o modelo refaz automaticamente os cálculos de consumo e demanda. O ganho potencial de eficiência corresponde à diferença entre os resultados do *cenário técnico* e aqueles previamente calculados (isto é, durante a reconstituição do consumo/demanda - Capítulo 5).

Quanto aos critérios de avaliação da eficiência energética dos aparelhos, estes variam muito de acordo com a tipologia do equipamento analisado. Portanto, serão definidos e aplicados oportunamente, no decorrer do capítulo correspondente - Capítulo 6.

b) Potencial Econômico

Normalmente, no ato da compra de um novo aparelho, um modelo *eficiente* custa mais caro do que um modelo *convencional*. Sendo, porém, mais eficiente, o maior custo inicial tende a ser compensado, ao longo de sua vida útil, pelas economias de energia proporcionadas. Desse modo, a viabilidade econômica de aquisição de um modelo em detrimento de outro deve ser avaliada em termos dos *custos* e *benefícios* por ela proporcionados.

O primeiro passo neste sentido é a definição dos custos e benefícios, o que depende da perspectiva do investidor. Do ponto de vista do *consumidor*, os custos se resumem basicamente na diferença entre o preço do modelo eficiente e o preço do modelo convencional; os benefícios são as economias de energia proporcionadas pela escolha do modelo mais eficiente[13].

Sob a ótica do *setor elétrico*, a escolha do modelo eficiente pode proporcionar, além das economias de energia[14], reduções na carga de pico do sistema, o que tende a evitar, reduzir ou

---

[13]Na verdade, há casos em que ocorrerão naturalmente custos e/ou benefícios adicionais, porém, normalmente são pouco relevantes e, além disso, podem ser compensados entre si. Um exemplo possivelmente interessante é a substituição de lâmpadas incandescentes convencionais por fluorescentes compactas. Em grande escala, os gastos operacionais com a troca de lâmpadas serão reduzidos drasticamente, pois, após a substituição, as lâmpadas passarão a ser trocadas a cada 8.000 h de uso, ao passo que antes a troca ocorria a cada 1.000 horas. Uma desvantagem potencial, particularmente quando se trata de fluorescentes convencionais, seria a demora da luz.

[14]O que poderá ser bom, indiferente ou ruim, de acordo com a situação técnico-econômica do sistema. Reduzir o consumo de energia significa reduzir as vendas de energia e, conseqüentemente, a receita ou arrecadações do setor elétrico. Contudo, se a tarifa de fornecimento for inferior ao custo marginal correspondente, reduzir o consumo signi-

postergar investimentos na expansão de sua capacidade. Normalmente, a instalação adicional de uma ou mais unidades geradoras, além de reforços nas linhas de transmissão e distribuição, para suprimento de energia durante um período muito curto (horário de pico), tende a custar mais caro do que a expansão *regular* do sistema. Portanto, a escolha do modelo eficiente pode ser duplamente benéfica ao setor elétrico, reduzindo déficits e evitando ou postergando a sua expansão.

Sob uma *perspectiva econômica global*, isto é, do ponto de vista da *sociedade*, a escolha do modelo eficiente reduz impactos ambientais, estimula o desenvolvimento tecnológico e disponibiliza recursos para alocação em outras áreas, dentre outras vantagens adicionais. No entanto, a mensuração desses aspectos tende a ser complexa e controvertida, devido à existência de uma infinidade de fatores "imponderáveis" e as diferentes perspectivas dos atores envolvidos. Nem por isso deve ser menosprezada; ao contrário, deve ser um estímulo ao esforço colaborativo das diversas áreas do conhecimento humano, em prol de um objetivo comum.

Uma vez que as simulações feitas nesta etapa, baseiam-se exclusivamente em parâmetros técnico-econômicos e, portanto, mensuráveis, elas não contemplarão os referidos benefícios adicionais. No entanto, eles servirão de estímulo à superação de barreiras à difusão de tecnologias mais eficientes, conforme analisado no Capítulo 2 e reavaliado no próximo item, segundo o contexto sócio-econômico das cidades analisadas (cenário de mercado).

Visando simplificar os procedimentos e cálculos e evitar o conflito de interesses, o levantamento do potencial econômico é feito com base na perspectiva do consumidor. As possíveis vantagens e, eventualmente, desvantagens para o setor elétrico, assim como o seu papel na promoção de tecnologias mais eficientes, serão igualmente analisados no próximo item[15].

---

fica também reduzir prejuízos, pois, quanto maior o volume de vendas, maior o déficit do setor. Se a tarifa for igual ao custo marginal, não haverá vantagens nem desvantagens. Portanto, a aquisição do modelo eficiente será prejudicial ao setor elétrico somente quando o custo marginal for inferior a tarifa de fornecimento.

[15]JOCHEM et al. (1999) sugerem a divisão do potencial econômico em dois níveis, segundo a perspectiva dos investidores: *potencial microeconômico* e *potencial macroeconômico*. O primeiro é calculado com base na perspectiva de um investidor individual, como o consumidor ou o setor elétrico, por exemplo, conforme mencionado acima. No segundo, procura-se combinar diferentes perspectivas e instrumentos políticos, na tentativa de maximizar as economias de energia, sob uma perspectiva econômica global.

Para a formalização do *teste de viabilidade econômica*, sejam A e B dois equipamentos tecnicamente equivalentes, porém, A mais barato e menos eficiente que B. Sejam P_A e P_B os respectivos preços de aquisição e C_A e C_B os gastos com energia elétrica, já devidamente atualizados, em função do tempo e dos juros cobrados pelo mercado. Sendo B mais eficiente, o que está em teste é a viabilidade econômica de sua aquisição, em detrimento da aquisição de A. Assim, para que tal aquisição passe no teste e, portanto, seja economicamente viável, basta que a seguinte desigualdade seja verificada:

$C_A - C_B > P_B - P_A$ ou, alternativamente, $P_B + C_B < P_A + C_A$

Para atualização dos gastos anuais com energia elétrica, pode-se utilizar o método do Valor Presente, o qual permite transformá-los num valor atual equivalente àquele do ato da aquisição do aparelho. Este valor, o qual dependerá do tempo de uso do aparelho e da taxa de juros cobrada pelo mercado (taxa de desconto), poderá ser, conforme indicado pela expressão acima, adicionado ao preço de compra do equipamento. A soma dos dois fornecerá, portanto, o *custo total equivalente* desse equipamento para o consumidor.

Uma desvantagem desse método é que ele depende da taxa de desconto utilizada, a qual está sujeita à perspectiva do investidor. Para fugir desse inconveniente, utilizou-se como critério de decisão a Taxa Interna de Retorno, a qual fornece resultados equivalentes e não depende da taxa de desconto. Contudo, o método do Valor Presente foi usado para comparar os custos finais equivalentes de duas ou mais tecnologias.

Quanto ao preço dos equipamentos, eles foram levantados com base no preço médio dos principais distribuidores nacionais (Ponto Frio, Carrefour, Casas Bahia, Brasimac, etc.). Para isso, foram feitas pesquisas de mercado, através de consultas on-line (Internet, fax, telefone, etc.) e junto a estabelecimentos comercias de Campinas[16]. Os dados são apresentados no Anexo IV.

[16]Embora desejável, um levantamento dos preços junto aos mercados locais (Manaus, P.Velho e Macapá) seria um tanto complicado no contexto deste trabalho.

Para análise dos gastos com energia elétrica, tomou-se como referência a tarifa média residencial da CERON - Centrais Elétricas de Rondônia - referente ao mês de setembro de 1999[17].

A vida útil ou durabilidade econômica dos aparelhos foi considerada igual a 15 anos, conforme sugere a literatura [GELLER, 1991; JANNUZZI et al., 1993; SCHAEFFER et al., 1998]. Evidentemente, isto varia entre equipamentos e tecnologias, porém, de modo pouco significativo, no que diz respeito aos principais equipamentos (refrigerador, freezer, condicionador de ar, televisor, conjunto de som, máquina de lavar roupa e similares).

c) Potencial de Mercado

Conforme já mencionado, a aquisição de uma tecnologia mais eficiente tende a proporcionar, além de economias de energia, *benefícios adicionais*, como a redução de carga no horário de pico, redução de impactos ambientais, etc. De modo análogo, tende a apresentar *custos adicionais*, devido à necessidade de interferência de mecanismos institucionais e econômicos, visando a sua viabilização. Tais custos se referem ao planejamento, implantação e monitoramento de programas e medidas de promoção de tecnologias mais eficientes.

Tanto os custos quanto os benefícios adicionais deveriam ser avaliados sob uma perspectiva econômica global, pois atingem diferentes atores e segmentos da sociedade. Idealmente, o investimento de cada ator ou segmento envolvido deveria ser proporcional aos benefícios recebidos. Na prática, porém, a mensuração desses aspectos tende a ser complexa e controvertida, devido à existência de uma infinidade de fatores e as diferentes perspectivas dos atores envolvidos. Desse modo, por mais completa e sofisticada que seja a análise, as estimativas sobre o ganho potencial de eficiência flutuarão em torno de um valor real desconhecido.

Sem a pretensão de fornecer números cabalísticos, nesta etapa, procurou-se estimar um ganho *potencial mais realístico*, do ponto de vista do *mercado local*, onde foram considerados, ainda que implicitamente, todos os custos e benefícios proporcionados pela aquisição de uma tecnologia mais eficiente. Em outras palavras, o *Potencial de Mercado* corresponde às economias

[17]Tarifa regulada pela ANEEL, segundo a Resolução 161/99.

proporcionadas pela aquisição de aparelhos eficientes, *na proporção das motivações e percepções do consumidor*, conforme definição do Procel [PROCEL, 1998].

É importante ressaltar que, embora o potencial econômico também tenha sido estimado sob a ótica do consumidor, ele considera uma situação ideal (isto é, um *mercado perfeito*), onde todas as opções economicamente atrativas seriam absorvidas pelo mercado consumidor. Esta situação é apenas hipotética, pois, na prática, há barreiras e falhas de mercado (ver Capítulo 2, Seção 2.3) que dificultam a difusão de tecnologias eficientes (ainda que economicamente atrativas).

Contudo, a aquisição de um aparelho mais eficiente pode proporcionar benefícios a outros atores, como o setor elétrico, por exemplo. Portanto, esses entraves podem ser parcialmente superados, através da intervenção desses atores junto ao mercado consumidor. Um exemplo é a transferência de recursos destinados à expansão da capacidade do sistema elétrico para a implantação de medidas de eficiência energética, as quais evitariam ou reduziriam a necessidade de investimentos na expansão do sistema. É sob essa ótica que se analisa o *potencial de mercado*.

Em resumo, o *ganho potencial de mercado* estará tão próximo do *ganho potencial econômico* quanto maior e mais eficaz for a intervenção dos diversos agentes promotores da difusão de tecnologias mais eficientes. A ponderação desses aspectos, assim como os resultados decorrentes, são apresentados no Capítulo 6 (Seção 6.4), tomando-se como base experiências vividas em contextos similares ou satisfatoriamente comparáveis, conforme analisado no Capítulo 2, particularmente na Seção 2.5.

3.4.2 Projeções da Demanda e Impactos da Difusão de Tecnologias Eficientes

a) Parâmetros Necessários

Os ganhos de eficiência mencionados anteriormente são apenas hipotéticos, pois admitem que todo aparelho, cuja viabilidade foi comprovada, seria imediatamente absorvido pelo mercado consumidor. Na prática, porém, a difusão potencial ocorre gradualmente, ao longo do tempo, à medida que o parque de aparelhos aumenta e se renova, em função do crescimento do mercado

consumidor e do sucateamento de aparelhos. Para avaliar essa difusão gradual, técnica e economicamente comprovada, de aparelhos eficientes, foram considerados os seguintes parâmetros:

a) Taxa de crescimento do número de consumidores (i. é, domicílios eletrificados);
b) Taxa de crescimento do índice de posse de aparelhos e níveis de saturação;
a) Idade dos aparelhos em uso e vida útil ou durabilidade.

Esses parâmetros foram determinados com base nas informações levantadas pela pesquisa de campo, dados fornecidos pelas concessionárias locais de eletricidade e outras fontes consultadas, conforme apresentado no capítulo correspondente às projeções da demanda - Capítulo 7.

Uma vez determinados esses parâmetros, foram definidos horizontes de projeção e elaborados cenários alternativos, de modo a simular o comportamento futuro da demanda e os possíveis impactos da difusão de tecnologias mais eficientes, conforme descrito nos próximos itens.

b) Cenários de Projeção da Demanda

Cenário Tendencial: neste cenário, procurou-se extrapolar para o futuro a tendência observada no passado. Como não se dispõe de dados históricos sobre a eficiência energética dos equipamentos, no contexto das cidades analisadas, considera-se um aumento "natural" de 1% ao ano, conforme indicam estudos similares [CCE, 1993]. Ou seja, admite-se que haverá naturalmente uma redução de 1% ao ano no consumo específico dos aparelhos, o que será refletido diretamente na potência nominal, visto que os demais parâmetros são considerados inalterados.

Cenário Técnico: neste cenário, admite-se que todos os equipamentos adquiridos ao longo do horizonte de projeção (crescimento + reposição do estoque) terão um índice de eficiência igual ao modelo mais eficiente encontrado no mercado. Trata-se, portanto, de um cenário de eficiência máxima, onde todas as possibilidades tecnicamente viáveis de substituição entre tecnologias são consideradas, conforme discutido na seção anterior. De modo similar ao cenário tendencial, considera-se um aumento "natural" de 1% ao ano na eficiência média dos aparelhos comercialmente disponíveis.

Cenário Econômico: conforme mencionado anteriormente, considera-se apenas a penetração de tecnologias economicamente viáveis, sob a ótica do consumidor. Os critérios e procedimentos adotados são, portanto, similares àqueles descritos na seção anterior. A diferença é que a penetração de tecnologias mais eficientes ocorre gradualmente, ao longo do tempo.

Cenário de Mercado: neste cenário, procura-se estimar um ganho potencial mais realístico, sob a perspectiva do mercado local, onde se procura compensar os custos adicionais da introdução de tecnologias mais eficientes com os benefícios proporcionados a toda a sociedade. Em outras palavras, procura-se contornar as barreiras impostas à eficiência energética, através da interferência no mercado consumidor.

c) Horizontes de Projeção

Os horizontes de projeção considerados foram os anos 2001, 2006 e 2011. Os motivos para a escolha desses anos são os seguintes: a) o *ano base*, isto é, aquele em que os dados foram levantados, é 1996; b) a vida útil dos equipamentos foi estimada em *15 anos*; c) os dados referentes à idade dos aparelhos indicam apenas a faixa de idade a que eles pertencem, isto é, foram levantadas as seguintes faixas: $0 \leq idade \leq 5$ *anos*; $5 < idade \leq 10$; e $idade > 10$ *anos*. Sendo assim, não se conhece a idade exata dos aparelhos. Sabe-se, porém, que todos aqueles com idade maior que 10 anos deverão ser substituídos até o ano 2001 (vida útil igual a 15 anos); aqueles com idade entre 5 e 10 anos deverão ser substituídos até 2006 e os demais serão substituídos até o ano 2011, quando todos os aparelhos existentes em 1996 deverão ter sido sucateados e, portanto, repostos.

A Figura 3.4-1, abaixo, ilustra o que deverá ocorrer com a demanda/consumo, em cada um dos três horizontes de projeção e cenários considerados.

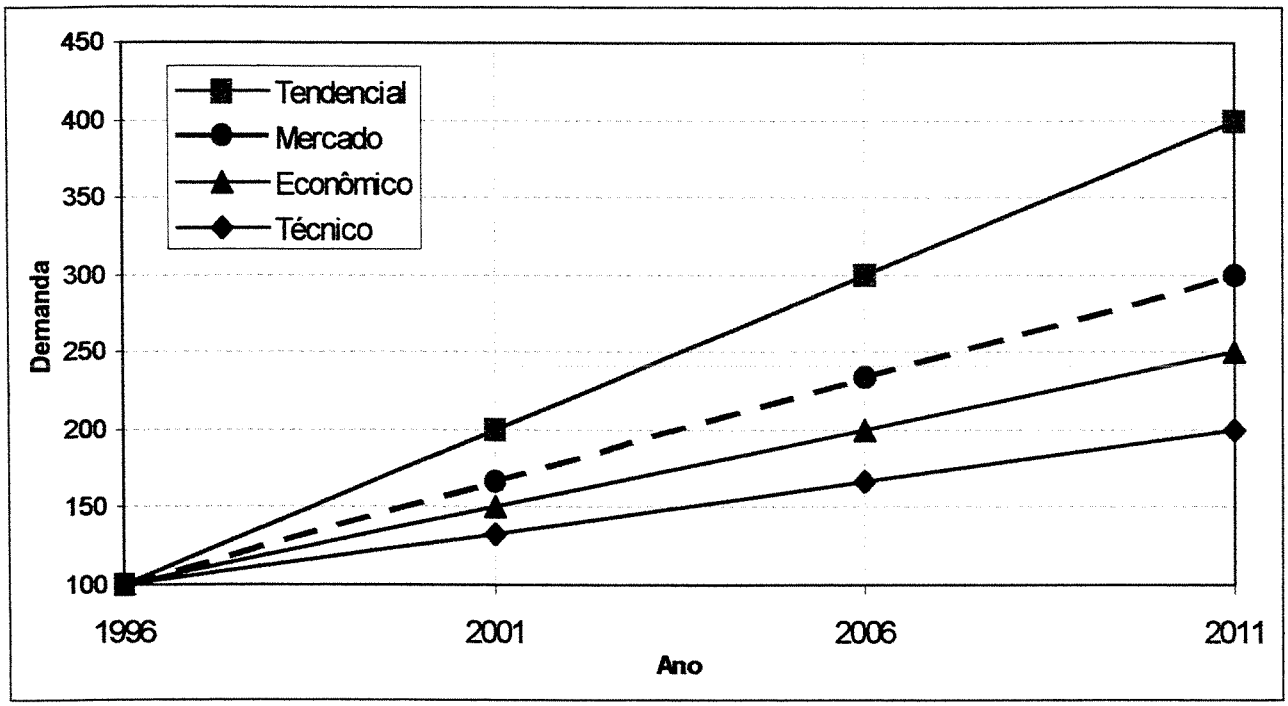


Figura 3.4-1: Ilustração dos cenários hipotéticos de projeção da demanda.

A distância entre o cenário tendencial e o técnico indica o ganho máximo de eficiência, decorrente da penetração gradual de tecnologias energeticamente mais eficientes. A distância entre o tendencial e o econômico indica o ganho de eficiência, proporcionado pela penetração gradual de tecnologias economicamente viáveis, sob a ótica do consumidor. A interpretação das curvas referentes aos cenários tendencial e de mercado é similar ao caso anterior, porém, a distância entre elas é menor, devido à presença de barreiras institucionais e de mercado. Quanto maior e mais eficaz for a intervenção dos diversos agentes promotores da eficiência energética, menor a distância entre as referidas curvas.

Capítulo 4

Apresentação e Análise dos Resultados da Pesquisa de Campo

4.1 Introdução

Conforme descrito no capítulo anterior, apresenta-se neste capítulo os resultados da pesquisa de campo e analisa-se os condicionantes do uso doméstico de eletricidade. A finalidade é caracterizar o perfil sócio-econômico dos consumidores, o grau de difusão e a tipologia de equipamentos e os hábitos de uso e manutenção dos aparelhos. Visando extrair as relações mais importantes entre os referidos indicadores, foram aplicadas técnicas estatísticas de correlação e métodos fatoriais de análise e representação de dados.

Como já mencionado, os dados foram levantados de forma estratificada e proporcional, segundo o estrato mensal de consumo de eletricidade do domicílio. Foi selecionado aleatoriamente um número de consumidores em cada estrato, totalizando 463 em Manaus, 159 em Porto Velho e 150 em Macapá, conforme apresentado na Tabela 4.1-1, abaixo.

Tabela 4.1-1: Distribuição dos consumidores amostrados em cada cidade.

Estrato Mensal de Consumo	Classe	Manaus		Porto Velho		Macapá	
		Unidades	(%)	Unidades	(%)	Unidades	(%)
De 0 a 100 kWh	F1	111	24,0	12	7,5	16	10,7
De 101 a 200 kWh	F2	161	34,8	78	49,1	54	36,0
De 201 a 500 kWh	F3	130	28,1	52	32,7	57	38,0
De 501 a 1000 kWh	F4	46	9,9	13	8,2	19	12,7
Acima de 1000 kWh	F5	15	3,2	4	2,5	4	2,7
Total	-	463	100,0	159	100,0	150	100

Comparando-se as três cidades, observa-se grandes variações na distribuição relativa dos consumidores. Contudo, esses dados não refletem fielmente a estrutura de consumo, devido aos seguintes fatores: a) desatualização do cadastro de consumidores das concessionárias; b) ausência de medidores numa parcela considerável de consumidores, particularmente nas cidades de Macapá (45%) e Porto Velho (50%); c) existência de um número significativo de consumidores clandestinos, isto é, ligados de maneira irregular à rede.

Desse modo, embora as pesquisas tenham sido feitas para representar o universo de consumidores em cada uma das referidas classes, é necessário prudência na análise e extrapolação dos resultados; particularmente quando se trata de equipamentos pouco difundidos. Todos os responsáveis pelo trabalho de campo estavam cientes disso e procuraram, na medida do possível, contornar todo tipo de problema que pudesse comprometer os resultados obtidos[1].

4.2 Caracterização dos Domicílios e Consumidores Amostrados

4.2.1 Características Sócio-Econômicas do Consumidor

A Tabela 4.2-1, abaixo, apresenta a distribuição relativa da população amostrada, em cada uma das cidades investigadas, estratificada de acordo com a faixa etária.

Tabela 4.2-1: Distribuição relativa da população amostrada segundo a faixa etária.

Faixa Etária	Manaus (%)	Porto Velho (%)	Macapá (%)
De 0 a 15 anos	35,8	36,4	32,0
De 16 a 30 anos	28,1	33,3	31,4
De 31 a 50 anos	25,6	19,3	23,2
De 51 a 65 anos	6,7	7,7	7,4
Acima de 65 anos	3,6	3,3	6,0

Conforme se observa, cerca de 32% a 36% da população possuíam idade inferior a 15 anos; 28% a 33%, entre 15 e 30 anos e 19% a 26% possuíam idade entre 30 e 50 anos. Entre 50 e 65 anos, os índices giram em torno de 7% e, acima de 65 anos, variam entre 3% e 6% da população. Os dados indicam também pequenas oscilações entre as cidades, com exceção da faixa de idade

[1]Nos casos em que a incoerência entre os dados fornecidos pelas concessionárias e o que se verificava na realidade era visível, o consumidor sorteado era substituído por uma lista reserva.

superior a 65 anos, cujo índice observado em Macapá é cerca de duas vezes superior o das demais cidades.

Quanto ao número de moradores por domicílio, os índices variam entre 4,4 (Manaus) e 5,4 (Macapá). Conforme indicam também os censos demográficos (IBGE), embora se observe uma redução significativa nos últimos anos[2], esses índices continuam bastante superiores à média nacional (3,9 em 1996). Esse indicador é muito importante para as projeções do número de consumidores (domicílios eletrificados), conforme analisado no Capítulo 7.

Em relação à escolaridade, levantou-se o maior grau de instrução observado no domicílio. Conforme mostra a Tabela 4.2-2, abaixo, havia ainda um percentual significativo de residências cujos moradores eram analfabetos ou não haviam concluído o *primário*. Em cerca de 15% dos domicílios amostrados, o maior grau de instrução observado foi primário completo. Os índices variam entre 20% e 24% para *ginásio*, entre 13% e 19% para *superior* e giram em torno de 42% para *colegial*. Observando-se os valores extremos, nota-se que os melhores índices pertenciam a Macapá, ocorrendo o inverso com Manaus.

Tabela 4.2-2: Distribuição dos consumidores amostrados segundo o grau de instrução (%).

Grau de Instrução	Manaus	Porto Velho	Macapá
Analfabeto ou Primário Incompleto	5,2	3,1	2,7
Primário Completo	15,3	14,5	16,7
Ginásio	24,0	22,0	20,0
Colegial	42,1	43,4	41,3
Superior	13,2	16,4	19,3
Sem Resposta	0,2	0,6	0,0
Total	100,0	100,0	100,0

Nota: os dados se referem ao maior grau de instrução escolar observado no domicílio.

4.2.1 Características do Domicílio

Dentre as principais características domiciliares levantadas pela pesquisa, destacam-se as seguintes: *tipo de construção*, *condição de ocupação* e *número de cômodos*. Quanto ao tipo e material de construção da moradia, observa-se (Tabela 4.2-3) que havia ainda um percentual considerável de residências construídas de madeira, particularmente na cidade de Porto Velho, cujo

índice era de 50%. A parcela representada por *outro* refere-se à combinação entre madeira e alvenaria e apresenta um índice considerável em Macapá; cerca de 4 vezes maior que aqueles das outras cidades. Apenas em Manaus se observa uma parcela significativa de apartamentos.

Tabela 4.2-3: Distribuição relativa dos domicílios segundo o tipo/material de construção (%).

Tipo de Domicílio	Manaus	Porto Velho	Macapá
Alvenaria	61,6	47,2	48,7
Madeira	31,1	49,7	42,0
Apartamento	4,8	0,6	0,0
Outro	2,4	2,5	9,3
Sem Resposta	0,2	0,0	0,0
Total	100,0	100,0	100,0

Quanto às condições de ocupação do domicílio, nota-se (Tabela 4.2-4) que cerca de 80% dos consumidores eram proprietários. O maior índice de locatários é observado na cidade de Porto Velho (15%), e o menor (9%) em Macapá, onde se observa também um índice considerável de domicílios cujos moradores não eram proprietários nem locatários, representados por *outros*.

Tabela 4.2-4: Distribuição dos consumidores segundo a condição de ocupação do domicílio (%).

Condição de Ocupação	Manaus	Porto Velho	Macapá
Proprietário	83,6	81,1	83,3
Locatário	13,0	15,1	9,3
Outro	3,5	3,8	7,4
Total	100,0	100,0	100,0

O número médio de cômodos[3] por residência era de 4,4 em Manaus, 5,0 em Porto Velho e 5,2 em Macapá. Há, porém, grandes dispersões em torno destes índices, conforme se pode observar graficamente na Figura 4.2-1, a seguir.

[2]Para detalhes ver Seção 7.2 do Capítulo 7 (Figura 7.2-2).
[3]Excluindo-se banheiros, corredores, garagens, varandas e outras peças "não-habitáveis".

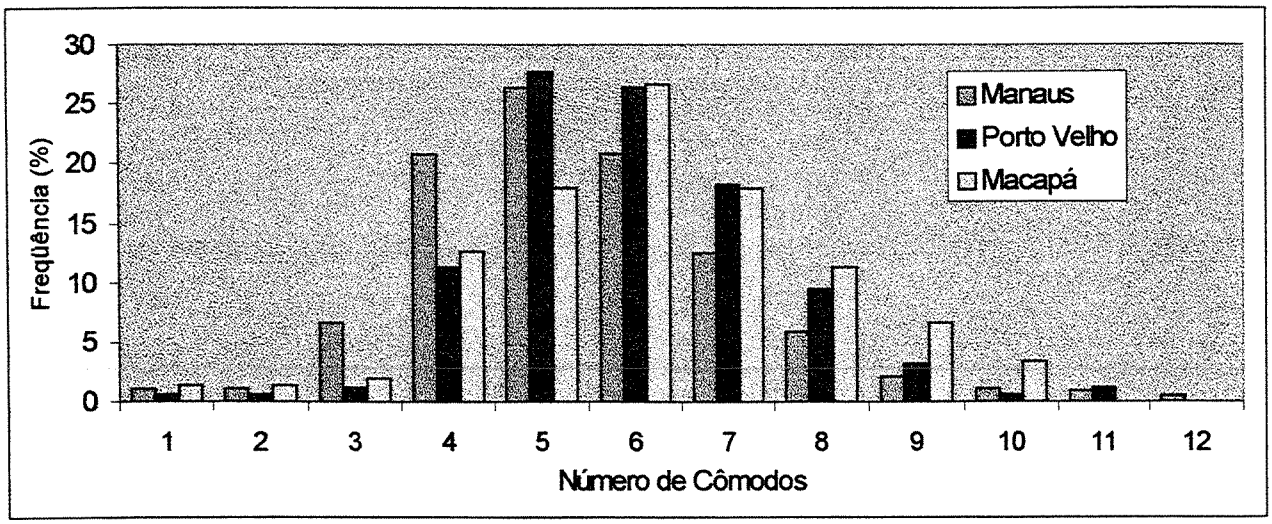


Figura 4.2-1: Distribuição dos consumidores segundo o número de cômodos do domicílio.

A Tabela 4.2-5 apresenta maiores informações em relação aos cômodos do domicílio. Conforme se observa, há algumas diferenças importantes entre as três cidades. Dentre essas, verifica-se que, enquanto apenas 3% das residências de Porto Velho não possuíam banheiro individual, os índices eram de 10,4% e 22,6% em Manaus e Macapá, respectivamente. Para os demais cômodos mais importantes (sala, quarto e cozinha), observa-se a mesma tendência. Porto Velho e Macapá se destacam em termos de residências com três ou mais quartos.

Tabela 4.2-5: Distribuição dos Domicílios por Tipo de Cômodo (%).

	Manaus				Porto Velho				Macapá			
	0	1	2	3 ou +	0	1	2	3 ou +	0	1	2	3 ou +
Quarto	3,7	27,7	40,6	28,1	0,6	13,8	40,3	45,3	7,6	13,2	25,2	54,1
Sala	3,9	88,1	6,9	1,1	1,9	85,5	10,7	1,9	8,8	79,3	11,3	0,6
Cozinha	6,7	92,0	1,3	0,0	1,9	95,6	2,5	0,0	8,2	89,3	2,5	0,0
Banheiro	10,4	67,8	15,3	6,5	3,1	72,3	18,2	6,3	22,6	60,4	14,5	2,5
Varanda	65,0	33,9	0,9	0,2	41,5	58,5	0,0	0,0	35,2	64,8	0,0	0,0
Corredor	67,4	30,0	2,4	0,2	81,8	17,6	0,6	0,0	76,7	20,8	2,5	0,0
Área Serviço	72,4	27,7	0,0	0,0	63,5	35,2	1,3	0,0	61,6	38,4	0,0	0,0
Garagem	76,0	24,0	0,0	0,0	72,3	27,0	0,6	0,0	76,1	23,3	0,6	0,0
Copa	89,2	10,8	0,0	0,0	94,3	5,7	0,0	0,0	93,7	6,3	0,0	0,0

4.2.3 Consumo de Eletricidade

A Figura 4.2-2, a seguir, apresenta as curvas de concentração do consumo de eletricidade nessas cidades. Para interpretação do gráfico, os consumidores estão representados no eixo das

abscissas, ordenados de forma crescente em função do consumo, o qual está representado no eixo das coordenadas (ambas as variáveis em porcentagem). A linha diagonal indica uma distribuição ótima do consumo, onde cada índice do eixo das abscissas corresponde a um índice igual no eixo das coordenadas. Desse modo, a distância entre um ponto qualquer de uma das três curvas e o ponto correspondente à diagonal indica o afastamento do índice em relação ao ponto ideal/ótimo.

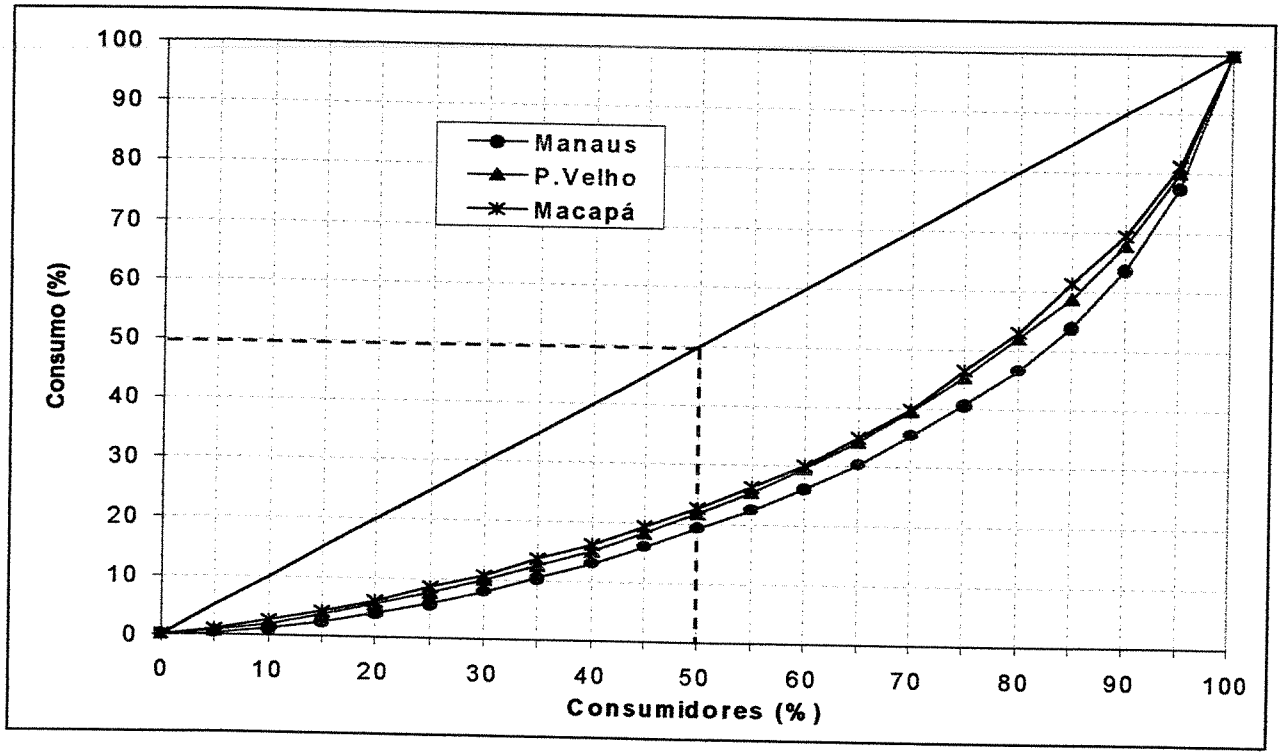


Figura 4.2-2: Curvas de concentração/distribuição do consumo de eletricidade[4].

Observa, assim, que Manaus apresenta a pior distribuição do consumo. Conforme ilustrado pela linha grossa tracejada, 50% dos "mais pobres" (menor estrato de consumo) consomem apenas 20% de todo o consumo. Por outro lado, apenas 5% dos "mais ricos" (maior estrato de consumo), consomem mais que 20% do consumo. Ou seja, uma metade da população sobrevive com 20% de toda a energia elétrica destinada ao setor residencial e a outra fica com o restante (80%)[5].

[4]Valores crescentes em função do extrato mensal de consumo do domicílio.
[5]As implicações dessa concentração do consumo, assim como da concentração de aparelhos (Seção 4.3.7), são abordadas no final deste capítulo, na síntese dos principais resultados e conclusões.

4.3 Difusão e Tipologia de Equipamentos

Nesta seção, analisa-se a posse de equipamentos eletrodomésticos e suas características técnicas e operacionais, segundo a referida estratificação dos consumidores. A finalidade é caracterizar o parque de equipamentos eletrodomésticos e identificar os parâmetros que serão usados posteriormente na reconstituição da demanda. Devido à similaridade de alguns equipamentos, a análise é feita por uso final, visando uma melhor apresentação e síntese dos resultados.

4.3.1 Refrigeração

A Tabela 4.3-1 apresenta as principais características dos refrigeradores amostrados.

Tabela 4.3-1: Principais características dos refrigeradores amostrados.

Cidade	Manaus						Porto Velho						Macapá					
Classe	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Posse (*)	0,88	0,99	1,02	1,07	1,27	0,99	0,92	0,97	1,27	1,39	1,50	1,11	1,19	1,04	1,16	1,00	1,00	1,09
Gel 1P (%)	96	93	87	71	58	88	100	96	82	72	100	89	90	93	89	95	100	92
Gel 2P (%)	4	5	6	16	26	7	0	1	15	22	0	9	11	7	9	5	0	8
Duplex (%)	1	3	5	10	16	4	0	3	3	6	0	3	0	0	2	0	0	1
Volume (l)	289	292	303	316	320	298	281	285	310	311	282	292	296	297	290	290	250	292
Potênc.(W)	129	132	134	138	140	133	114	133	137	137	133	133	134	135	147	135	120	139
Idade <= 5	50	53	47	55	68	52	36	53	41	56	83	49	79	61	73	74	100	70
5<Ida<=10	36	37	39	41	26	37	27	34	45	33	17	37	16	32	18	26	0	23
Idade > 10	14	10	14	4	6	11	37	13	14	11	0	14	5	7	9	0	0	7

*Número de aparelhos por domicílio.

Quanto à posse, nota-se índices que variam entre 0,99 aparelho por domicílio (Manaus) e 1,11 (Porto Velho). Com exceção de Macapá, observa-se um índice ligeiramente superior em consumidores de maior estrato de consumo. Os valores atípicos em Macapá são indícios de algum tipo de "problema" com a amostra, como analisado posteriormente. Em relação ao tipo de aparelhos, observa-se que cerca de 90% dos refrigeradores eram constituídos de uma única porta, 7% a 8% eram aparelhos de duas portas e os índices relativos ao *duplex* (refrigerador-freezer), variam entre 0,6% (Macapá) e 4,4% (Manaus). Quanto ao volume, os índices médios giram em torno de 290 litros e tendem a aumentar à medida que aumenta a faixa mensal de consumo. A potência nominal média varia entre 130 W e 140 W e vale a mesma observação feita em relação ao volume. Os dados indicam também que cerca de 50% dos refrigeradores amostrados em Ma-

naus e Porto Velho possuíam idade igual ou inferior a cinco anos, 37% deles apresentavam idade entre 5 e 10 anos e cerca de 10% a 13% tinham mais de 10 anos. A cidade de Macapá apresenta novamente índices atípicos em relação às demais: 70%, 23% e 5%, respectivamente.

Quanto à marca dos aparelhos (Tabela 4.3-2), destaca-se a Consul, cujos índices relativos ao total de aparelhos amostrados variam entre 41% (Manaus) e 54% (Macapá). O segundo lugar, cujos índices variam significativamente entre as cidades, é disputado entre a Brastemp e a Prosdócimo. De um modo geral, não se observa muita diferença entre as marcas, no que diz respeito à idade dos aparelhos ou outra característica relevante, como a relação *potência/volume*, a qual pode ser um indicador da eficiência energética dos aparelhos, conforme analisado no Capítulo 7.

Tabela 4.3-2: Distribuição relativa dos refrigeradores segundo a marca (%).

Cidade	CONSUL	BRASTEMP	PROSDOCIMO	CLIMAX	Outra	Total
Manaus	40,70	28,20	19,80	4,70	6,60	100,00
Porto Velho	42,70	19,30	32,00	3,30	2,70	100,00
Macapá	54,20	15,50	23,20	4,20	2,80	100,00

A Tabela 4.3-3, abaixo, apresenta as principais características dos freezers amostrados. Conforme se observa, o índice de posse varia entre 0,22 aparelho por domicílio (Manaus) e 0,41(Macapá). De forma similar à geladeira, observa-se que a difusão dos aparelhos é bastante superior nas classes mais elevadas, com exceção da cidade de Macapá, onde ocorre exatamente o inverso. Quanto ao tipo, os aparelhos se dividem em *horizontais* e *verticais*, com índices médios muito próximos de 50%; observa-se, porém, fortes variações entre as classes. Em Manaus e Porto Velho, os aparelhos horizontais são mais encontrados nas classes mais baixas; em Macapá, ocorre novamente o inverso.

O volume médio dos aparelhos varia entre 260 e 290 litros e não se observa variações significativas entre as classes. Quanto à potência nominal, os índices médios variam entre 161 W (Macapá) e 282 W (Manaus) e, embora varie bastante entre as classes, não se observa nenhuma tendência. Os dados indicam também que cerca de 70% a 75% dos aparelhos amostrados possuíam idade igual ou inferior a cinco anos e 21% a 28% possuíam entre cinco e dez anos. Apenas em Manaus se observa um índice significativo de aparelhos com idade superior a dez anos (6%).

Tabela 4.3-3: Principais características dos aparelhos de freezer amostrados.

Cidade	Manaus						Porto Velho						Macapá					
Classe	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Posse	0,10	0,13	0,27	0,43	0,87	0,22	-	0,08	0,38	0,77	1,00	0,25	0,50	0,46	0,44	0,16	0,25	0,41
Horiz. (%)	74	52	54	55	31	53	-	83	55	20	50	50	25	44	48	100	100	47
Vertic.(%)	36	48	46	45	69	48	-	17	45	80	50	50	75	56	52	-	-	53
Volume(l)	323	315	266	275	248	282	-	216	285	248	257	263	250	277	254	236	248	262
Potênc.(W)	286	231	171	195	172	201	-	143	189	151	141	168	136	173	159	148	175	161
Idade <= 5	64	62	80	70	69	71	-	67	60	80	100	70	75	64	88	67	100	76
5<Idad<10	27	24	17	25	31	23	-	33	35	20	-	28	25	28	12	33	-	21
Idade > 10	9	14	3	5	0	6	-	-	5	-	-	3	-	8	-	-	-	3

Quanto à marca dos aparelhos (Tabela 4.3-4), as três mencionadas anteriormente lideram o mercado, porém, o destaque vai para a Prosdócimo, cuja parcela de mercado varia entre 36% (Manaus) e 48% (Macapá). Em segundo lugar vem a Consul, com índices que variam entre 25% (Macapá) e 46% (Porto Velho). Ao contrário dos refrigeradores, verifica-se grandes variações entre as referidas marcas, no que diz respeito à relação potência/volume dos aparelhos; os índices médios variam entre 0,56 Watt por litro (Brastemp) e 0,71 Watt por litro (Prosdócimo).

Tabela 4.3-4: Distribuição relativa dos freezers segundo a marca dos aparelhos (%).

Cidade	PROSDOCIMO	CONSUL	BRASTEMP	Outra	Total
Manaus	35,87	33,70	13,04	17,39	100,00
Porto Velho	35,90	46,15	12,82	5,13	100,00
Macapá	48,33	25,00	18,33	8,33	100,00

4.3.2 Climatização

A Tabela 4.3-5 apresenta as principais características do ar condicionado. Os dados indicam que o índice de posse varia entre 0,36 aparelho por domicílio, na cidade de Porto Velho, e 0,43 em Manaus. De forma ainda mais acentuada que o freezer, o ar condicionado apresenta forte concentração nas classes de consumidores mais elevadas. A potência média dos aparelhos varia entre 1.230 W (Porto Velho) e 1.347 W (Macapá), com tendências de maiores índices em classes de maior estrato de consumo. Quanto à localização dos aparelhos no domicílio, verifica-se que quase todos estão instalados no(s) quarto(s), indicando que o uso desse equipamento ocorre com muito

maior freqüência à noite, conforme será visto posteriormente. O tempo médio de uso diário[6] varia entre 6,8 horas (Manaus) e 9,5 horas (Macapá).

Tabela 4.3-5: Principais características dos condicionadores de ar amostrados.

Cidade	Manaus						Porto Velho						Macapá					
Classe	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Posse[1]	0,10	0,16	0,48	1,43	2,47	0,43	-	-	0,42	1,77	3,00	0,36	0,13	0,09	0,47	0,84	3,25	0,42
Potên.[2]	1336	1307	1297	1288	1379	1308	-	-	1219	1221	1263	1229	1200	1278	1352	1347	1388	1347
Quarto[3]	100	96	100	98,5	97,3	98,5	-	-	90,9	95,7	100	94,7	100	100	96,3	100	92,3	96,8
Uso[4]	7,5	5,1	6,16	7,1	9,8	6,8	-	-	5,3	8,4	8,1	6,7	12,7	9,8	8,4	10,4	11,5	9,5

1) aparelho por domicílio; 2) potência nominal (W); 3) local de instalação (%); 4) horas de uso diário.

Quanto ao ventilador/circulador de ar, observa-se (Tabela 4.3-6) uma melhor distribuição dos índices entre as classes de consumidores. O índice de posse varia entre 1,73 aparelho por domicílio em Manaus e Macapá, e 1,84 em Porto Velho. Quanto ao tipo de aparelho, destacam-se os modelos *de mesa* e *de pé*, com índices que variam entre 37% e 56% do total de aparelhos amostrados. A potência média dos aparelhos não apresenta variações significativas entre classes de consumidores, porém, observa-se um índice bastante inferior na cidade de Porto Velho (69 Watts, contra 93 W e 99 W, em Manaus e Macapá, respectivamente). Em relação ao tempo de uso, os índices médios giram em torno de 6 horas por dia, com pequenas variações entre classes.

Tabela 4.3-6: Principais características do ventilador/circulador de ar.

Cidade	Manaus						Porto Velho						Macapá					
Classe	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Posse	1,35	1,7	1,96	1,89	2,27	1,73	0,83	1,4	2,6	2,08	2,75	1,84	1,5	1,5	1,74	2,58	1,5	1,73
Potência	83	94	94	96	111	93	53	65	72	74	66	69	95	96	96	112	102	99
Mesa (%)	37	43	36	30	21	37	50	66	57	33	27	57	33	43	44	45	17	43
Teto (%)	2	3	8	15	12	6	0	2	5	7	64	6	0	1	4	16	0	5
Pé (%)	61	54	56	55	68	56	50	32	38	59	9	37	67	56	52	39	83	53
Uso (h/dia)	5,5	6,1	6,0	4,7	4,9	5,7	5,1	5,4	7,1	6,5	1,2	6,0	5,5	5,8	6,3	5,8	4,2	5,9

4.3.3 Iluminação

Conforme mostra a Tabela 4.3-7, embora predomine a iluminação incandescente, há uma difusão relativamente elevada da tecnologia fluorescente, particularmente nas cidades de Manaus e Macapá, cuja participação relativa é de 45% e 42%, respectivamente. Quanto à distribuição

[6]O que não pode ser confundido com o tempo efetivo de funcionamento dos aparelhos, uma vez que ocorrem desli-

entre as classes, observa-se que a iluminação fluorescente apresenta maior participação nas classes mais elevadas, conforme se poderia esperar. O índice de posse varia entre 3,4 e 5,7 lâmpadas por domicílio, para as incandescentes, e entre 1,7 e 3,1, para as fluorescentes. Este índice varia substancialmente entre as classes, com notável elevação nas duas últimas.

Tabela 4.3-7: Principais características das lâmpadas amostradas.

Cidade⇒	Manaus						Porto Velho						Macapá					
Classe⇒	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Lâmpadas Incandescentes																		
20 W (%)	0,7	1,6	4,9	0,0	0,0	2,0	9,3	0,5	0,0	5,1	0,0	3,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2
40 W (%)	37,3	28,8	38,8	39,7	38,3	35,8	23,3	19,2	15,5	27,3	43,5	18,0	36,8	47,2	57,3	15,5	61,0	46,4
50 W (%)	4,9	1,1	3,4	4,1	0,0	2,9	0,0	1,3	1,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,8	3,1	0,0	0,8
60 W (%)	55,4	65,9	50,6	54,1	60,0	57,2	65,1	71,8	81,4	67,7	43,5	73,0	45,6	42,7	36,0	76,3	39,0	45,1
100 W (%)	1,7	2,7	2,1	1,7	1,7	2,1	2,3	7,2	1,9	0,0	13,0	4,6	17,5	9,5	5,9	5,2	0,0	7,6
150 W (%)	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lâmp/Dom.	2,6	2,8	3,6	5,3	8,0	3,4	3,6	5,0	6,2	7,6	11,5	5,7	3,6	3,7	4,4	5,1	10,3	4,3
Total (%)[1]	65,4	58,1	51,8	49,1	45,8	54,6	79,6	87,6	70,0	65,1	80,7	77,1	68,7	68,6	56,3	46,2	49,4	58,0
LPADN[2]	11,7	10,8	9,6	5,9	5,0	9,2	11,5	15,3	10,1	7,9	5,3	11,6	24,5	16,8	14,9	9,4	8,4	14,7
Potência(W)	52,5	54,6	50,8	52,7	53,0	52,6	49,8	57,7	59,1	52,5	47,8	56,7	59,6	54,2	50,8	58,7	47,8	53,6
Lâmpadas Fluorescentes*																		
Lâmp/Dom.	1,4	2,0	3,3	5,5	9,5	2,8	0,9	0,7	2,7	4,1	2,8	1,7	1,6	1,7	3,4	5,9	10,5	3,1
TUBO20W							100	29,1	50,7	58,5	0,0	47,8	19,2	14,3	24,0	24,8	64,3	25,6
TUBO40W							0,0	54,5	31,2	15,1	100	34,3	80,8	82,4	73,0	63,7	35,7	69,7
TUBOQQ?							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	2,6	11,5	0,0	4,5
COMPACTA							0,0	14,5	17,4	15,1	0,0	14,9	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,2
CIRCULAR							0,0	1,8	0,7	11,3	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Potência(W)							20	34	38	23	40	27	24	23	25	23	33	27
Total (%)[1]	34,6	41,9	48,2	50,9	54,2	45,4	20,4	12,4	30,0	34,9	19,3	22,9	31,3	31,4	43,7	53,8	50,6	42,0

*Não foram levantadas informações sobre o tipo e a potência das lâmpadas fluorescentes em Manaus.
1: Em relação ao total de lâmpadas existentes no domicílio.
2: Percentual de lâmpadas que permanecem acesas durante a noite toda.

Na iluminação incandescente, predominam as lâmpadas de 60 W e 40 W, respectivamente, cujos índices totalizam mais de 90% do total de lâmpadas instaladas no domicílio. Quanto à potência, os índices médios giram em torno de 55 W. Tanto em relação ao tipo de lâmpadas quanto à potência, não se observa grandes variações entre as classes de consumidores.

Quanto ao tipo e à potência das lâmpadas fluorescentes, não foram levantadas informações na cidade de Manaus. Nas demais cidades, predominam as tubulares (20 W e 40W), principalmente em Macapá, cuja parcela é da ordem de 90%. Em Porto Velho, nota-se um índice significativo de fluorescentes compactas (15%). Quanto à potência, os índices médios (média ponderada) observados nas duas referidas cidades são idênticos e iguais a 27 W, embora apresentem cer-

gamentos automáticos, de modo similar ao refrigerador, por exemplo.

tas diferenças em relação à tipologia de lâmpadas. Nota-se também grandes variações entre as classes, cujos índices variam entre 20 W e 40 W (F1 e F5, Porto Velho).

Um detalhe importante, particularmente na reconstituição do consumo, é verificado em relação à porcentagem de lâmpadas que permanecem acesas durante a noite. Os índices médios variam entre 9,2% (Manaus) e 15% em Macapá. Nota-se também valores muito maiores em classes mais baixas, como o caso de F1 em Macapá, cujo índice atinge 25%.

4.3.4 Lazer

Nesta categoria de uso final, destacam-se o televisor, o aparelho de som e o vídeo cassete. A Tabela 4.3-8 apresenta as principais características do televisor.

Tabela 4.3-8: Principais características dos televisores amostrados.

Cidade	Manaus						Porto Velho						Macapá					
Classe	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Posse	0,98	1,14	1,48	1,87	2,80	1,32	0,75	1,05	1,88	2,23	2,25	1,43	1,13	1,13	1,42	2,00	3,50	1,41
TV Cores(%)	71,6	85,3	88,0	98,8	97,6	86,5	55,6	81,7	95,9	100	100	89,9	77,8	90,2	97,5	97,4	100	93,9
TV P&B (%)	28,4	14,7	12,0	1,2	2,4	13,5	44,4	18,3	4,1	0,0	0,0	10,1	22,2	9,8	2,5	2,6	0,0	6,1
Potência	73,0	79,5	82,0	88,6	84,4	79,9	67,4	75,4	66,0	72,8	71,4	70,6	66,4	71,9	71,1	70,9	77,9	71,3
Uso (h/dia)	4,7	5,4	5,0	4,9	6,5	5,1	5,5	5,5	5,7	5,3	5,3	5,5	5,6	5,5	5,3	6,1	5,4	5,4
Idade <=5a	54,1	57,1	56,8	57,0	64,3	56,9	66,7	63,4	57,1	62,1	55,6	60,4	66,7	75,4	71,6	68,4	71,4	71,7
5<Idad<=10	30,3	33,2	34,9	36,0	33,3	33,6	33,3	34,1	38,8	31,0	44,4	36,1	27,8	21,3	25,9	31,6	28,6	25,9
Idade >10a	15,6	9,7	8,3	7,0	2,4	9,5	0,0	2,5	4,1	6,9	0,0	3,5	5,5	3,3	2,5	0,0	0,0	2,4

De forma similar ao ventilador, este equipamento apresenta um elevado grau de difusão, com índice de posse que varia entre 1,32 e 1,41 aparelho por domicílio. No que concerne à difusão entre as classes, embora se verifique índices mais estáveis que os equipamentos analisados anteriormente, nota-se o destaque das classes mais elevadas. Quanto ao tipo de aparelho, predominam os coloridos, com índices que variam entre 87% e 94%, entre as três cidades. Evidentemente, estes variam substancialmente entre as classes, sendo que os televisores em P&B somente apresentam ocorrência significativa nas duas ou três primeiras classes. A potência média dos aparelhos varia entre 71 W e 80 W, sem qualquer tendência de aumento ou redução entre as classes. Os dados indicam também que 57% a 72% dos aparelhos possuem idade igual ou inferior a cinco anos e 26% a 36%, entre 5 e 10 anos. Somente na cidade de Manaus é significativa a presença de aparelhos com mais de dez anos de idade (8%).

A Tabela 4.3.9 apresenta informações sobre o conjunto de som e o vídeo cassete. Nota-se, assim, que o índice médio de posse varia entre 0,60 e 0,65 aparelho por domicílio, entre as cidades. A potência média dos aparelhos é da ordem de 100 W, com pequenas variações entre as classes. O tempo médio de uso dos aparelhos varia entre duas e três horas por dia, aproximadamente. Quanto ao vídeo cassete, o índice de posse varia entre 0,17 (Macapá) e 0,26 (Manaus) e a potência nominal gira em torno de 25 Watts.

Tabela 4.3-9: Principais caraterísticas do conjunto de som e do vídeo cassete.

Cidade	Manaus						Porto Velho						Macapá					
Classe	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Som–Posse	0,48	0,60	0,70	0,87	1,27	0,65	0,33	0,55	0,85	0,69	1,00	0,65	0,63	0,44	0,63	0,74	1,50	0,60
Som–Poten.	92	100	99	107	111	100	70	97	90	118	111	96	105	98	89	111	125	99
Som–(h/dia)	2,9	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8	2,0	2,3	2,3	1,1	1,0	2,1	2,8	2,7	2,6	2,4	2,5	2,6
VK7–Posse	0,12	0,11	0,40	0,50	1,00	0,26	0,00	0,04	0,33	0,46	1,00	0,19	0,19	0,07	0,16	0,42	0,50	0,17
VK7–Poten.	22	23	21	22	20	22	0	21	22	28	27	24	27	24	26	21	50	26

4.3.5 Limpeza e Serviços Auxiliares

Dentre os equipamentos destinados à limpeza e serviços auxiliares, destacam-se a máquina de lavar roupa e o ferro de passar. Embora pouco difundidos, verifica-se a ocorrência da secadora de roupa, máquina de lavar louça e do aspirador de pó. A Tabela 4.3-10 apresenta as principais características dos aparelhos amostrados. Conforme se observa, a máquina de lavar roupa apresenta um índice de posse bastante expressivo em Porto Velho e Macapá (média de 0,65 e 0,67 aparelho por domicílio, respectivamente). Embora se observe índices consideráveis nas classes mais baixas, nota-se também maiores índices nas classes mais elevadas. Quanto à idade dos aparelhos, 70% a 90% deles possuíam idade igual ou inferior a cinco anos e 12% a 28%, entre cinco e dez anos. Os aparelhos mais recentes são mais encontrados em Macapá e Porto Velho.

O ferro de passar apresenta um índice de posse que varia entre 0,87 e 0,91 aparelho por domicílio, com poucas variações entre as classes. A potência média varia entre 1010 W e 1070 W e também não apresenta variações significativas entre as classes. Os demais equipamentos só apresentam índice de posse significativo nas duas ou três últimas classes.

Tabela 4.3-10: Principais características dos equipamentos destinados à limpeza.

Cidade⇒	Manaus						Porto Velho						Macapá					
Classe⇒	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Máquina de Lavar Roupa																		
Posse	0,14	0,24	0,30	0,63	0,93	0,29	0,25	0,55	0,85	0,77	0,75	0,65	0,56	0,59	0,77	0,63	1,00	0,67
Potência	459	459	385	442	381	426	222	302	331	380	585	328	305	296	372	354	463	344
Idade <= 5	73,3	65,8	66,7	79,3	64,3	69,6	1000	81,4	79,5	70,0	66,7	79,6	77,8	100	84,1	100	50,0	89,1
5<Idad<=10	26,7	28,9	33,3	17,2	35,7	28,1	0,0	16,3	11,4	30,0	33,3	15,5	22,2	0,0	15,9	0,0	50,0	10,9
Idade >10 a	0,0	5,3	0,0	3,4	0,0	2,2	0,0	2,3	9,1	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferro de Passar Roupa																		
Posse	0,78	0,88	0,93	0,91	1,00	0,88	0,50	0,90	0,98	1,00	1,00	0,91	0,75	0,78	0,95	0,95	1,00	0,87
Potência	1021	1009	1005	1017	967	1010	1017	996	1031	1023	1050	1013	1067	1055	1086	1056	1050	1069
Secadora de Roupa																		
Posse	0,01	0,01	0,02	0,09	0,07	0,02	0,00	0,01	0,02	0,08	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,25	0,01
Potência	1400	1400	1250	1550	1400	1433	-	1400	1450	1400	-	1417	-	-	1100	-	1100	1100
Máquina de Lavar Louça																		
Posse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Potência	0	0	0	0	1370	1370	0	0	0	0	1370	1370	0	0	0	0	1370	1370
Aspirador de Pó																		
Posse	0,00	0,01	0,02	0,07	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,01
Potência	-	750	850	867	1000	850	-	-	-	1000	-	1000	-	-	-	-	750	750

4.3.6 Outros Equipamentos

A Tabela 4.3-11, a seguir, apresenta o índice de posse dos demais equipamentos encontrados. Conforme se observa, poucos dentre eles (três ou quatro) apresentam índices significativos, com destaque para o liqüidificador, cujo índice médio varia de 0,79 a 0,86 aparelho por domicílio. A grande maioria dos demais apresenta difusão significativa somente nas últimas classes. O aparelho de fax e a secretária eletrônica foram encontrados somente em Manaus.

Merece destaque o chuveiro elétrico, cujo índice de posse, na cidade Porto Velho, é cerca de três vezes superior aos das outras cidades. Sem procurar investigar as causas dessa diferença, acredita-se que isso seja devido à influência cultural da Região Sul do Brasil, na colonização/urbanização da cidade de Porto Velho. Tendo em vista a relevância desse equipamento, em termos de potência instalada, isso influirá na composição da estrutura final de demanda/consumo, conforme apresentado no próximo capítulo.

Tabela 4.3-11: Índice de posse dos demais equipamentos amostrados.

	Manaus						Porto Velho						Macapá					
	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Liqüidificad.	0,68	0,75	0,86	0,93	0,93	0,79	0,42	0,85	0,96	0,92	1,00	0,86	0,69	0,80	0,84	0,84	1,25	0,82
Rádio	0,18	0,25	0,28	0,17	0,33	0,24	0,25	0,15	0,19	0,08	0,25	0,17	0,31	0,31	0,21	0,42	0,50	0,29
Máq.Costura	0,14	0,20	0,22	0,37	0,13	0,21	0,00	0,14	0,23	0,00	0,00	0,14	0,00	0,09	0,12	0,26	1,00	0,14
Batedeira	0,07	0,13	0,18	0,26	0,47	0,15	0,00	0,18	0,29	0,23	0,25	0,21	0,06	0,07	0,19	0,21	0,25	0,14
Espr. Frutas	0,05	0,09	0,15	0,41	0,47	0,14	0,00	0,15	0,37	0,23	0,75	0,23	0,13	0,06	0,16	0,47	0,75	0,17
Sec.Cabelo	0,06	0,08	0,16	0,17	0,53	0,12	0,00	0,06	0,10	0,15	0,50	0,09	0,00	0,09	0,12	0,26	0,75	0,13
Chuveiro	0,01	0,02	0,08	0,30	0,27	0,07	0,00	0,06	0,25	1,31	2,00	0,27	0,00	0,02	0,05	0,21	1,25	0,09
Microondas	0,00	0,01	0,08	0,17	0,40	0,06	0,00	0,01	0,06	0,31	0,75	0,07	0,00	0,02	0,02	0,11	0,25	0,03
Bebedouro	0,03	0,04	0,08	0,11	0,20	0,06	0,00	0,00	0,06	0,31	0,50	0,06	0,00	0,00	0,02	0,16	0,50	0,04
Enceradeira	0,02	0,02	0,07	0,07	0,00	0,04	0,00	0,06	0,12	0,15	0,25	0,09	0,13	0,11	0,11	0,05	0,00	0,10
Forno	0,03	0,01	0,01	0,02	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
Microcomp.	0,00	0,01	0,00	0,13	0,27	0,02	0,00	0,01	0,04	0,15	0,25	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,01
Motor	0,00	0,01	0,01	0,00	0,07	0,01	0,00	0,03	0,10	0,08	0,50	0,06	0,19	0,00	0,02	0,11	0,50	0,05
Apar.de Fax	0,00	0,00	0,02	0,02	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sec.Eletrôn.	0,00	0,01	0,01	0,02	0,13	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.3.7 Análise Comparativa do Grau de Difusão dos Equipamentos

A Tabela 4.3-12 permite uma comparação entre os índices de posse dos principais equipamentos analisados anteriormente.

Tabela 4.3-12: Índice de posse dos principais equipamentos amostrados.

Cidade	M	A	N	A	U	S	P.	V	E	L	H	O	M	A	C	A	P	Á
Classe	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Lâmpad	4,0	4,8	6,9	10,8	17,5	6,20	4,5	5,7	8,9	11,7	14,3	7,40	5,2	5,4	7,8	11,0	20,8	7,40
Ventilad	1,35	1,70	1,96	1,89	2,27	1,73	0,83	1,40	2,60	2,08	2,75	1,84	1,50	1,50	1,74	2,58	1,50	1,73
Televisor	0,98	1,14	1,48	1,87	2,80	1,32	0,75	1,05	1,88	2,23	2,25	1,43	1,13	1,13	1,42	2,00	3,50	1,41
Gelad.	0,88	0,99	1,02	1,07	1,27	0,99	0,92	0,97	1,27	1,39	1,50	1,11	1,19	1,04	1,16	1,00	1,00	1,09
Ferro	0,78	0,88	0,93	0,91	1,00	0,88	0,50	0,90	0,98	1,00	1,00	0,91	0,75	0,78	0,95	0,95	1,00	0,87
Som	0,48	0,60	0,70	0,87	1,27	0,65	0,33	0,55	0,85	0,69	1,00	0,65	0,63	0,44	0,63	0,74	1,50	0,60
Ar Cond.	0,10	0,16	0,48	1,43	2,47	0,43	0,00	0,00	0,42	1,77	3,00	0,36	0,13	0,09	0,47	0,84	3,25	0,42
L-Roupa	0,14	0,24	0,30	0,63	0,93	0,29	0,25	0,55	0,85	0,77	0,75	0,65	0,56	0,59	0,77	0,63	1,00	0,67
Freezer	0,10	0,13	0,27	0,43	0,87	0,22	0,00	0,08	0,38	0,77	1,00	0,25	0,50	0,46	0,44	0,16	0,25	0,41
Chuveiro	0,01	0,02	0,08	0,30	0,27	0,07	0,00	0,06	0,25	1,31	2,00	0,27	0,00	0,02	0,05	0,21	1,25	0,09

Inicialmente, observa-se que, com exceção das lâmpadas, o equipamento de maior difusão é o ventilador, cujo índice médio varia de 1,73 a 1,84 aparelho por domicílio (entre as três cidades), e de 0,83 (F1 – Porto Velho) a 2,58 (F4 – Macapá), entre as classes de consumidores. Em segundo lugar, vem o televisor, com índices que variam de 1,32 a 1,43, entre as cidades, e de 0,75 a 3,5, entre as classes. Em seguida, vem o refrigerador, com índices de 0,99-1,11 e 0,88-1,50, respectivamente. O ar condicionado e o freezer aparecem em 7° e 9° lugares, com índices médios que variam entre 0,36 e 0,43 e 0,22 e 0,41, respectivamente.

As tendências entre as classes podem ser observadas com auxílio da Figura 4.3-1, abaixo.

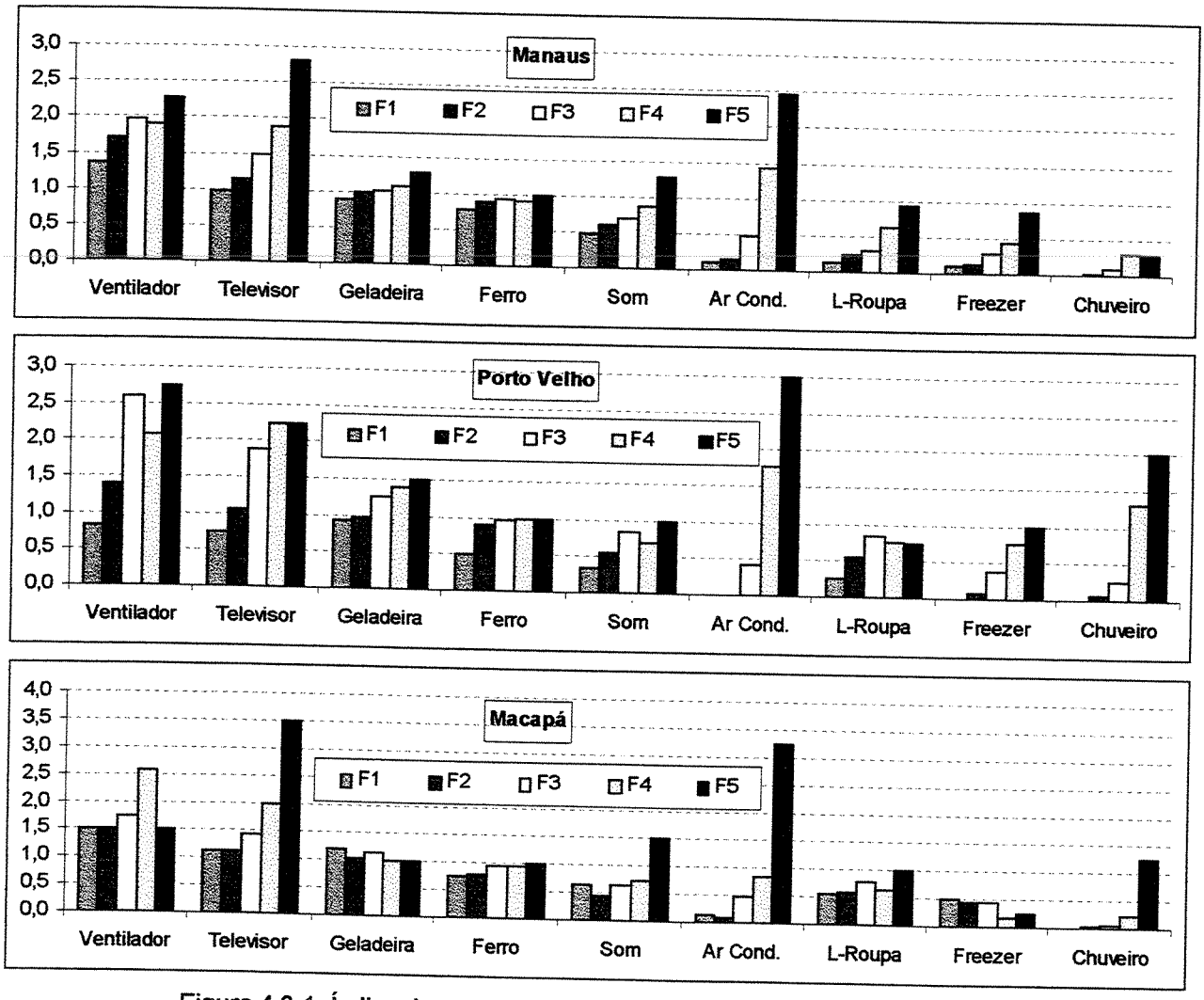


Figura 4.3-1: Índice de posse dos principais eletrodomésticos amostrados.

Conforme se observa, de modo geral, as classes mais elevadas apresentam os maiores índices, com destaque para o ar condicionado, o televisor e o ventilador. Dentre os casos atípicos, isto é, onde classes mais baixas apresentam maior índice de posse, destaca-se o caso dos refrigeradores e freezers na cidade de Macapá. O caso mais atípico é o do freezer, onde o índice de posse da classe mais baixa (F1) é exatamente o dobro daquele observado na classe mais elevada (F1 = 0,5 e F5 = 0,25)! Em relação ao maior índice médio, outras fontes confirmam o destaque de Macapá, conforme analisado no próximo item. Quanto às variações entre classes, é provável que seja devido ao número reduzido de consumidores amostrados, conforme analisado, com maiores deta-

lhes, na próxima seção. Outro caso interessante é o da lavadora de roupa, cujos índices observados em Macapá e Porto Velho eram quase duas vezes superiores àqueles de Manaus.

O índice de posse analisado até agora se refere ao número médio de aparelhos por domicílio. Assim, um valor elevado não significa necessariamente que o aparelho esteja próximo a atingir seu grau de saturação. Uma vez que o consumo de eletricidade do domicílio depende muito do índice de posse de aparelhos, a concentração do consumo está fortemente relacionada à concentração dos aparelhos, conforme mostra a Tabela 4.3-13, abaixo. Em relação ao ventilador, por exemplo, embora se observe 1,84 aparelho por domicílio, na cidade de Porto Velho, em cerca de 10% dos domicílios amostrados nesta cidade não foi verificada a presença desse equipamento. Em compensação, 26% das residências amostradas possuíam 3 ou mais aparelhos. Desse modo, sua classificação em termos de *grau de difusão* passa do primeiro para o terceiro lugar, ficando o televisor com o primeiro lugar e a geladeira com o segundo.

Tabela 4.3-13: Grau de difusão dos principais eletrodomésticos amostrados (% de residências).

	Manaus			Porto Velho			Macapá		
	1 ou +	2 ou +	3 ou +	1 ou +	2 ou +	3 ou +	1 ou +	2 ou +	3 ou +
[01] Televisor	93,3	20,5	8,4	96,2	32,7	11,3	97,3	32,7	6,77
[02] Geladeira	92,4	5,0	0,4	96,2	14,5	0,6	96,0	12,0	1,3
[03] Ventilador	92,2	35,6	18,4	90,6	54,1	26,4	93,3	54,7	16,0
[04] Ferro Elétrico	88,1	0,0	0,0	90,1	0,0	0,0	87,0	0,0	0,0
[05] Conjunto de Som	59,8	4,8	0,0	62,3	3,1	0,0	51,3	6,6	1,3
[06] Lava-Roupas	28,9	0,2	0,0	64,2	0,6	0,0	65,3	2,0	0,0
[07] Ar Condicionado	28,7	7,3	3,0	19,5	10,1	5,0	24,0	11,3	4,7
[08] Vídeo Cassete	24,4	1,5	0,0	20,1	1,3	0,0	20,0	2,6	0,0
[09] Freezer	20,5	1,3	0,0	24,5	0,6	0,0	40,0	1,3	0,0

Entre os equipamentos mais sujeitos à concentração de aparelhos, destacam-se o televisor, o ar condicionado e o ventilador. Naturalmente, equipamentos como o ferro e lavadora de roupa não apresentam concentração, devido à finalidade desses aparelhos no domicílio. A Figura 4.3-2 apresenta as curvas de concentração de aparelhos, para as lâmpadas e os principais equipamentos.

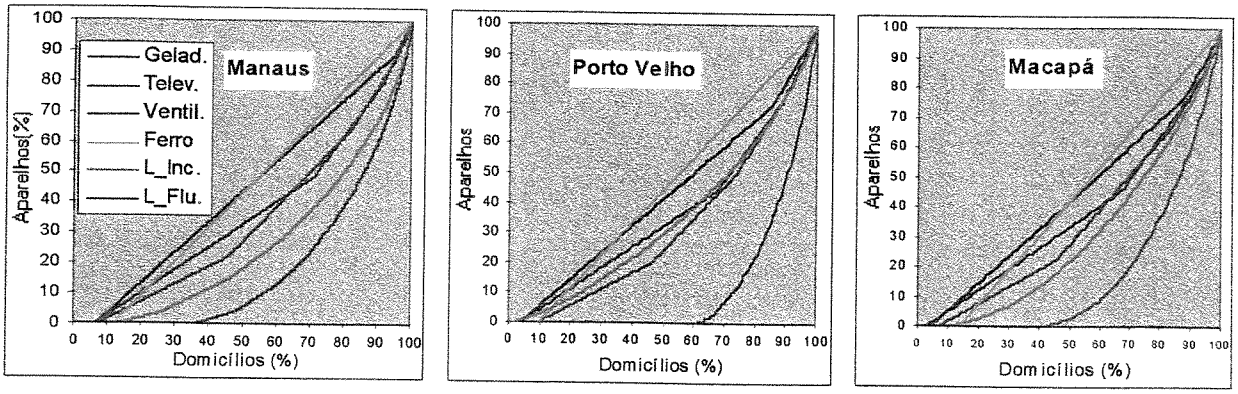


Figura 4.3-2: Distribuição relativa dos aparelhos entre os domicílios amostrados[7].

Conforme se observa, depois das lâmpadas, a maior concentração de aparelhos é relativa ao ventilador, onde cerca de 40% dos aparelhos estavam concentrados em apenas 20% dos domicílios. Em segundo lugar vem o televisor, com índices pouco melhores. Quanto à iluminação, observa-se uma forte concentração das lâmpadas fluorescentes, particularmente em Porto Velho, onde 50% delas estavam concentrados em apenas 10% dos domicílios. Em relação às incandescentes, observa-se maior concentração na cidade de Manaus, onde 20% dos domicílios detinham 50% das lâmpadas.

4.3.8 Comparação com Outros Levantamentos

Infelizmente, há pouca informação sobre posse de eletrodomésticos nessas cidades. Através de consultas ao IBGE, constatou-se que os dados mais recentes foram levantados pelo Censo Demográfico de 1991. Segundo informações obtidas junto à instituição, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) não foi feita em alguns anos e regiões por falta de verbas. Há, contudo, informações da Gazeta Mercantil (Atlas do Mercado Brasileiro, 1998) sobre a posse de eletrodomésticos nos estados brasileiros. A Tabela 4.3-14, a seguir, apresenta informações sobre o índice de posse de quatro dos mais importantes equipamentos, nos três estados em que foram feitos os levantamentos de campo.

[7]Como há domicílios em que não se observa a ocorrência de certos equipamentos, para interpretação dos resultados, é preciso considerar as escalas em ordem inversa, i. é, tomar como origem a extremidade superior direita do gráfico.

Tabela 4.3-14: Posse de eletrodomésticos em três estados da Amazônia (% de residências).

Eletrodoméstico	Amazonas	Rondônia	Amapá
Televisor	90,7	85,6	84,5
Geladeira	85,7	85,6	81,3
Lavadora de Roupa	23,6	40,6	52,8
Freezer	22,7	15,3	31,6

Fonte: Gazeta Mercantil, 1998.

Inicialmente, os dados confirmam que, de fato, há muito mais freezers no Amapá, do que nos demais estados, conforme indicado pelas pesquisas de campo. Lembrando que os dados se referem aos estados e não às capitais, onde é geralmente maior o índice de posse, verifica-se uma coerência razoável entre as duas fontes (Tabelas 4.3-13 e 4.3-14).

Outra análise comparativa pode ser feita entre os resultados da pesquisa de campo e informações levantadas em outras cidades e/ou regiões do país. Os dados mais completos e recentes sobre posse de eletrodomésticos e outros bens duráveis são aqueles levantados pela Pesquisa de Orçamento Familiar/IBGE (POF), os quais se referem às principais regiões metropolitanas do país e aos anos de 1987 e 1996 [IBGE, 1996]. Esses dados permitem avaliar a porcentagem de famílias que possuem um dado eletrodoméstico. Uma vez que o número de famílias tende a ser maior do que o número de domicílios[8], os dados levantados pelo IBGE tendem a ser ligeiramente inferiores àqueles levantados pelas referidas pesquisas de campo. Com as devidas ressalvas, pode-se comparar os dados, tomando-se como base o ano de 1996.

A Figura 4.3-3 apresenta o índice de posse de refrigeradores e freezers, em diferentes regiões metropolitanas e capitais brasileiras, segundo os dados levantados pela POF e aqueles das referidas pesquisas de campo (Manaus, Porto Velho e Macapá). Lembrando que os dados da pesquisa de campo tendem a apresentar índices ligeiramente superiores aos demais, conforme notificado anteriormente, observa-se uma coerência satisfatória entre as fontes.

[8]Um domicílio pode conter duas ou mais famílias e um aparelho pertencente a esse domicílio pode pertencer apenas a uma das famílias.

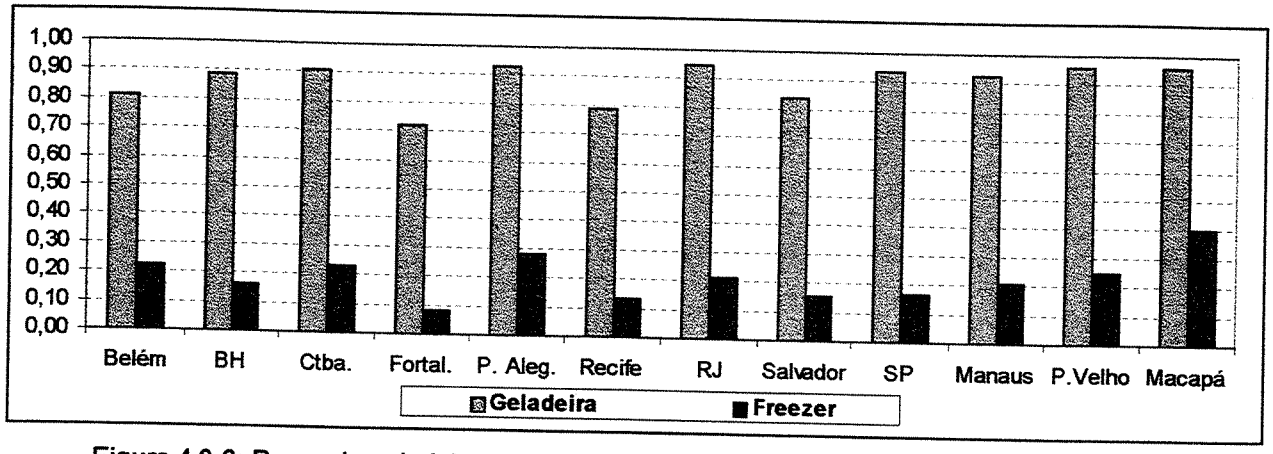


Figura 4.3-3: Posse de geladeiras e freezers em algumas capitais brasileiras[9] [IBGE, 1996].

A Figura 4.3-4 mostra os dados relativos à climatização (ar condicionado e ventilador). Devido à influência do clima no índice de posse desses equipamentos e às diferenças regionais no poder aquisitivo da população, fica um tanto difícil comparar os dados.

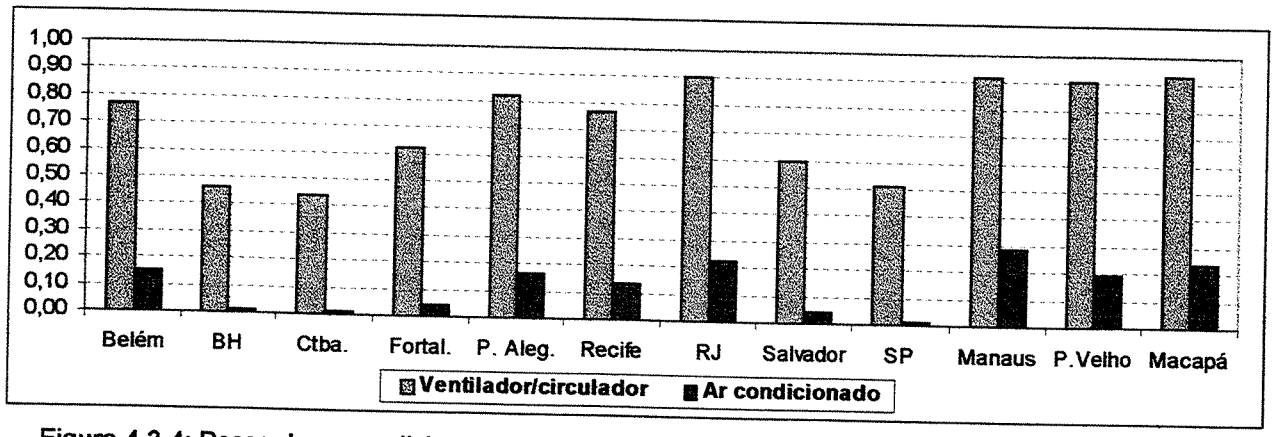


Figura 4.3-4: Posse de ar condicionado e ventiladores em algumas capitais brasileiras [IBGE, 1996].

A seguir, a Figura 4.3-5 apresenta os dados relativos ao televisor, ao aparelho de som e ao vídeo cassete. Observa-se agora maior similaridade entre os dados da POF e os da pesquisa de campo.

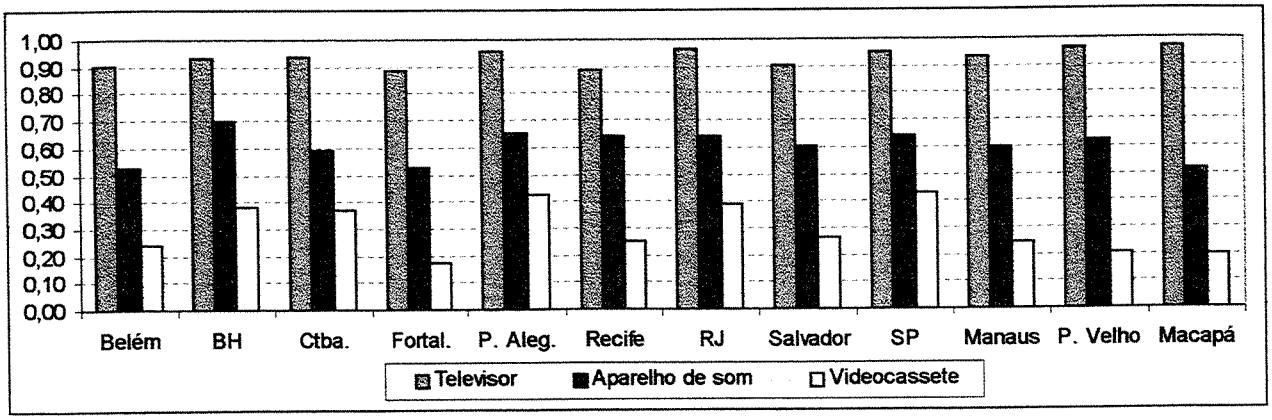


Figura 4.3-5: Posse de televisor, som e vídeo cassete em algumas capitais brasileiras [IBGE, 1996].

Quanto aos equipamentos de limpeza e serviços auxiliares, os dados são apresentados na Figura 4.3-6. Conforme se observa, com exceção da máquina de lavar roupa, cujos índices são maiores nas cidades de Porto Velho e Macapá, os demais equipamentos apresentam índices inferiores nas três referidas cidades amostradas. Observa-se também índices bem menores nas cidades das regiões Norte e NE.

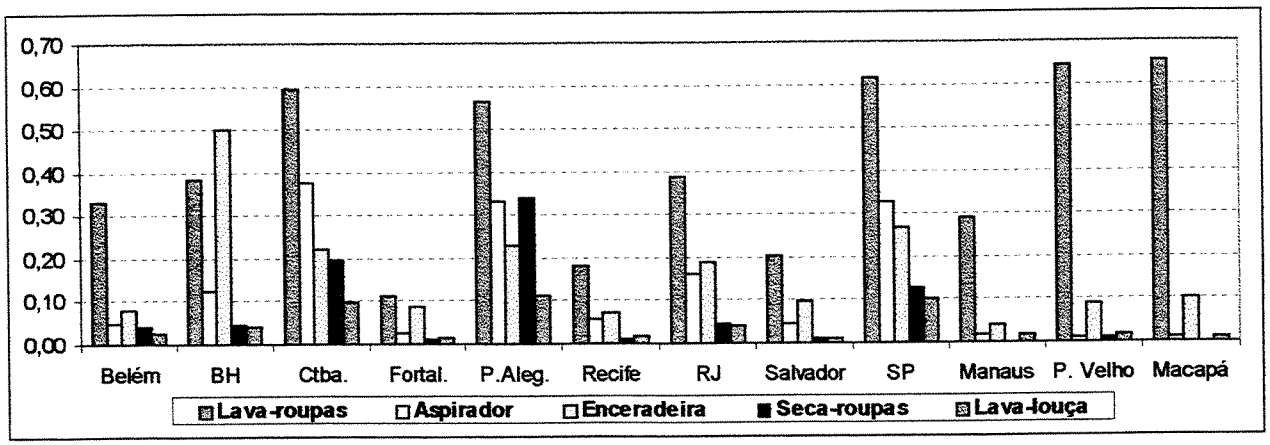


Figura 4.3-6: Posse de eletrodomésticos destinados à limpeza em algumas capitais brasileiras [IBGE, 1996].

Outros equipamentos estão representados na Figura 4.3-7, abaixo. Nota-se que, com exceção do liqüidificador, os demais equipamentos apresentam menor índice de posse nas cidades das regiões Norte e Nordeste, inclusive Manaus, Porto Velho e Macapá.

[9]Porcentagem de famílias/domicílios que possuíam os referidos equipamentos em 1996.

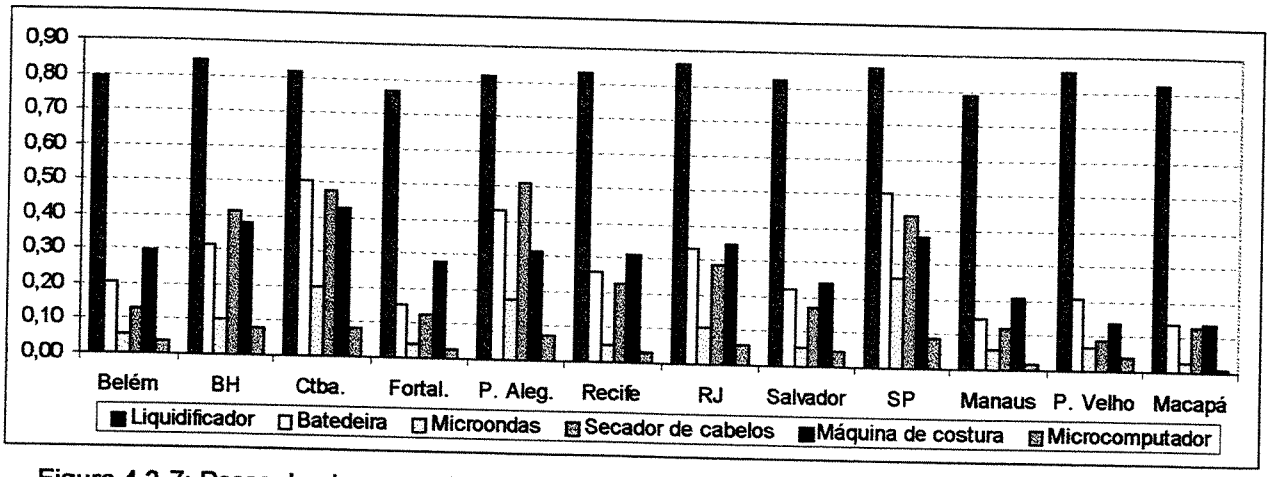


Figura 4.3-7: Posse de alguns equipamentos elétricos em algumas capitais brasileiras [IBGE, 1996].

Em resumo, pode-se concluir que, de um modo geral, há uma coerência razoável entre os dados da pesquisa de campo e aqueles indicados pelo IBGE (POF). Com exceção do freezer, na cidade de Macapá, cujo índice de posse é cerca de duas a três vezes superior àqueles observados nas demais cidades, os demais podem ser devidos ao clima, no caso do ar condicionado e do ventilador, e/ou à existência de *zona franca* nessas cidades, como o caso de Manaus, por exemplo.

Os dados mostram também a presença significativa de certos equipamentos que, até muito recentemente, eram muito pouco encontrados no Brasil. Dentre esses, destacam-se o forno de microondas (25% dos domicílios paulistanos já o possuíam), o microcomputador (8% a 10%) e a secadora de roupas, que era encontrada em mais de 30% dos domicílios porto-alegrenses.

Para compreender melhor o fenômeno da difusão de eletrodomésticos no país, suas causas e conseqüências, seria interessante uma análise da evolução histórica (no tempo e no espaço) da posse e tipologia de aparelhos, juntamente com indicadores sócio-econômicos e climáticos[10].

4.4 Hábitos de Uso e Manutenção dos Aparelhos

Nesta seção, analisa-se os hábitos de uso e manutenção dos principais equipamentos amostrados, visando identificar possíveis pontos de desperdício de energia, devido ao uso e/ou manutenção inadequada dos aparelhos. Os índices apresentados referem-se ao total de equipamentos

[10]Conforme trabalho proposto pelos autores.

recenseados ou, eventualmente, ao total de equipamentos cujas informações foram obtidas e não em relação ao número de domicílios amostrados. Desse modo, alguns índices podem ser pouco significativos, devido à irrelevância do equipamento (baixo índice de posse) ou à falta de informação necessária à caracterização dos aparelhos.

4.4.1 Refrigeração

A Tabela 4.4-1, abaixo, apresenta dados sobre a periodicidade com que é feito o abastecimento de alimentos na geladeira e no freezer. Observa-se que, de um modo geral, predomina a opção *mensal*, porém há algumas diferenças entre as três cidades, com destaque para Porto Velho, onde 47% a 57% dos consumidores indicaram que o abastecimento é feito semanalmente, enquanto nas demais cidades esse índice varia entre 34% e 38%.

Tabela 4.4-1: Periodicidade com que é feito o abastecimento dos aparelhos de refrigeração (%).

Equipamento	Refrigerador			Freezer		
Cidade	Manaus	Porto Velho	Macapá	Manaus	Porto Velho	Macapá
Mensal	39,8	34,3	49,3	46,8	22,9	47,2
Quinzenal	23,4	14,3	17,2	15,6	20,0	18,9
Semanal	34,8	47,1	33,6	37,7	57,1	32,1
Outro	2,0	4,3	0,0	0,0	0,0	1,9

Quanto ao degelo dos aparelhos (Tabela 4.4-2), em Manaus, cerca de 38% dos consumidores declararam que o degelo do refrigerador é feito semanalmente, contra um índice de 54% nas outras cidades. A segunda opção mais declarada foi *quinzenal*, com índices que giram em torno de 25%. Em relação ao freezer, predominam as opções *mensal* (34% 44%) e *quinzenal* (19% 27%). Observa-se também valores significativos para a opção *semestral* (entre 10% e 15%). Na cidade de Manaus, destacam-se os equipamentos dotados de dispositivo automático de degelo, cujos índices são de 11,4% e 17,8%, para refrigeradores e freezers, respectivamente.

Tabela 4.4-2: Periodicidade do degelo dos equipamentos de refrigeração (%).

Equipamento	Refrigerador			Congelador/Freezer		
Cidade	Manaus	Porto Velho	Macapá	Manaus	Porto Velho	Macapá
Automático	11,4	2,6	3,5	17,8	7,7	7,1
Semestral	4,2	2,6	1,4	10,0	15,4	10,7
Mensal	18,2	14,4	13,9	40,0	43,6	33,9
Quinzenal	27,3	24,8	26,4	18,9	20,5	26,8
Semanal	36,7	53,6	53,5	13,3	12,8	21,4
"Outra""	2,1	2,0	1,4	-	-	-

A Tabela 4.4-3, abaixo, apresenta informações sobre as condições da borracha de isolamento da porta da geladeira e da posição do termostato. Conforme se observa, com exceção de Macapá, havia um percentual significativo de aparelhos cuja borracha de vedação da porta não se encontrava em bom estado. Quanto à posição do termostato, 56% a 67% dos consumidores indicaram que o mesmo permanece normalmente na posição *mínimo*; apenas em Macapá se observa um índice considerável de aparelhos cujo termostato permanece na posição *máximo*; 23% a 38% dos consumidores disseram que o termostato permanece normalmente na posição *médio*.

Tabela 4.4-3: Estado da borracha da porta da geladeira e posição do termostato (%).

Borracha	Manaus	Porto Velho	Macapá	Termostato	Manaus	Porto Velho	Macapá
Boa	92,2	90,0	99,3	Mínimo	56,5	60,8	66,9
Ruim	7,3	9,3	0,7	Médio	37,6	35,3	22,5
Não Sabe	0,5	0,7	0,0	Máximo	5,8	3,9	10,6

4.4.2 Climatização

Conforme mostra a Tabela 4.4-4, cerca de 95% dos consumidores amostrados declararam que possuem o hábito de desligar seus aparelhos de ar condicionado e ventiladores, quando ausentes do local climatizado. Quanto àqueles que não possuem o referido hábito, os maiores índices são observados nas cidades de Manaus (cerca de 4%).

Tabela 4.4-4: Desligamento dos aparelhos quando ausente do local condicionado (%).

Equipamento	Ar Condicionado			Ventilador/Circulador de Ar		
Cidade	Manaus	Porto Velho	Macapá	Manaus	Porto Velho	Macapá
Sim	95,5	96,8	97,2	93,9	94,4	96,3
Não	3,8	3,2	2,8	4,0	2,1	2,9
Às vezes	0,8	0,0	0,0	1,4	2,8	0,7

A Tabela 4.4-5, abaixo, apresenta informações sobre o posicionamento dos condicionadores de ar em relação ao teto e à proteção dos raios solares. Conforme se observa, há uma parcela considerável de aparelhos que não estavam protegidos dos raios solares e se encontravam mal posicionados em relação ao teto. Novamente, estes índices são bem maiores na cidade de Manaus (18% e 36%, respectivamente).

Tabela 4.4-5: Posicionamento dos aparelhos de ar condicionado em relação à proteção dos raios solares e à proximidade com o teto (%)

	Parcela de Aparelhos Protegidos dos Raios Solares			Aparelhos Instalados Próximos ao Teto		
	Manaus	Porto Velho	Macapá	Manaus	Porto Velho	Macapá
Sim	81,7	86,2	97,0	64,4	80,6	72,2
Não	18,3	13,8	3,0	35,6	19,4	27,8

Em relação à periodicidade com que é feita a limpeza do filtro de ar dos condicionadores (Tabela 4.4-6), as opções variam substancialmente entre as cidades, com destaque para Manaus, onde 28% dos consumidores indicaram que a limpeza é feita semestralmente, enquanto nas demais os índices variam entre 3,2% (Porto Velho) e 8,3% apenas. Em Porto Velho, predominam as opções *trimestral* e *semanal*, ambas com um índice de 26%. Em Macapá, cerca de 40% dos usuários declararam que a limpeza é feita mensalmente e 22% disseram que é feita semanalmente. Em Manaus e Macapá, cerca de 6% dos entrevistados disseram que não sabiam com que periodicidade era feita a limpeza do filtro de ar.

Tabela 4.4-6: Periodicidade com que é feita a limpeza do filtro dos aparelhos de ar condicionado (%).

Periodicidade	Manaus	Porto Velho	Macapá
Anual	6,8	0,0	0,0
Semestral	28,0	3,2	8,3
Trimestral	25,8	25,8	16,7
Mensal	-	22,6	38,9
Quinzenal	-	16,1	5,6
Semanal	-	25,8	22,2
Outra*	33,3	0,0	2,8
Nunca	-	3,2	0,0
Não Sabe	6,1	3,2	5,6

*Em Manaus não foram discriminadas as opções declaradas em "outra".

Embora não tenha sido registrado muitas ocorrências para as opções *nunca* e *não sabe*, as diferenças observadas entre as cidades e a porcentagem elevada de consumidores que declararam fazer a limpeza do filtro de ar semanalmente, sugere as seguintes hipóteses: a) ou as informações

são *tendenciosas*; b) ou os consumidores não possuem informações corretas sobre a periodicidade com que deve ser feita a limpeza do filtro de ar dos aparelhos.

4.4.3 Outros Usos Finais/Equipamentos

Dentre outros equipamentos que são fortemente influenciados pelo comportamento dos usuários, destaca-se o ferro de passar roupa. A Tabela 4.4-7, abaixo, apresenta informações sobre os hábitos de uso desse equipamento. Conforme se observa, os índices variam bastante entre as cidades. Cerca de 67% dos usuários entrevistados em Manaus declararam possuir o hábito de acumular roupas para passar; nas duas outras cidades, os índices giram em torno de 50%, apenas. Quanto ao ajuste da temperatura do aparelhos, segundo o tipo de tecido a ser passado, novamente o percentual de entrevistados que indicou possuir o hábito é maior na cidade de Manaus (86%, contra 72% a 76% nas demais cidades). Em nenhuma das cidades foi significativa a parcela de entrevistados que demonstraram dúvidas em relação aos referidos hábitos.

Tabela 4.4-7: Hábitos de uso do ferro elétrico (%).

	Acumulação de Roupas p/ Passar			Ajuste da Temperatura Conforme o Tecido		
	Manaus	Porto Velho	Macapá	Manaus	Porto Velho	Macapá
Sim	66,6	47,8	50,7	86,3	71,7	76,0
Não	28,7	40,3	33,3	9,7	15,7	8,0
Às Vezes	3,2	1,3	0,7	3,0	1,3	0,0
Não Sabe	1,5	0,0	0,7	1,0	0,6	1,3

4.4.4 Análise dos Resultados

Inicialmente, é importante lembrar a tendenciosidade desse tipo de informação, onde maus hábitos e outros aspectos negativos (falta de manutenção adequada dos aparelhos) tendem a ser omitidos ou amenizados por parte dos entrevistados. Por exemplo, cerca de 92% dos entrevistados indicaram que as lâmpadas são desligadas, quando se ausentam do local por longo tempo.

Além do viés da informação, não é fácil avaliar satisfatoriamente o impacto de maus hábitos de uso e manutenção dos aparelhos. Contudo, não se deve deixar de fazê-lo, sempre que possível. Também não se deve negar a importância de campanhas educativas, a exemplo do que tem

ocorrido em outras áreas, como o trânsito, por exemplo. Numa sociedade em plena evolução, é preciso lembrar sempre a necessidade de mudança de hábitos e paradigmas. E isso deve iniciar dentro de casa, nas escolas, fábricas, etc.; pois, em geral, é muito mais fácil aprender a fazer certo do que corrigir o erro mais tarde.

Voltando aos hábitos de uso e manutenção dos equipamentos, a questão do degelo dos aparelhos de refrigeração é particularmente importante, conforme indicam trabalhos de monitoramento. Segundo os resultados da Campanha CIEL [CCE, 1995], mencionada no Capítulo 2 (Seção 2.4.2), mantendo constante a temperatura interior e as demais condições operacionais, um refrigerador com o evaporador coberto por uma camada de gelo com 5 cm de espessura gasta duas vezes mais energia do que após o degelo.

De modo similar, a limpeza do filtro de ar dos aparelhos de ar condicionado é fundamental para o bom desempenho energético e durabilidade do aparelho. Também a instalação adequada, evitando os raios solares e o afastamento em relação ao teto, são fatores importantes.

Enfim, de modo geral, tanto o consumo de energia quanto a durabilidade dos aparelhos, estão condicionados aos hábitos de uso e manutenção, incluindo a instalação ou posicionamento, de acordo com as características físicas e/ou climáticas do ambiente operacional, e a adequação dos aparelhos às necessidades e características dos usuários.

4.5 Análise Estatística dos Condicionantes da Demanda

Embora fundamental, a análise feita até então está longe de ser exaustiva e não permite muito mais que uma simples caracterização dos diversos fatores que, de uma forma ou de outra, condicionam o uso residencial de eletricidade. Verificou-se, contudo, algumas tendências e possíveis correlações entre indicadores, como a posse de aparelhos e o estrato de consumo do domicílio, o que não deixa de ser lógico e intuitivo. Notou-se, também, o comportamento atípico de alguns indicadores, particularmente na cidade de Macapá, o que pode ter sido decorrência de algum tipo de viés ou "problema" com a amostra.

Recapitulando, foram analisadas as principais características sócio-econômicas dos consumidores, incluindo as características físicas do domicílio, o grau de difusão dos eletrodomésticos e suas características técnico-operacionais e os hábitos de uso e manutenção dos aparelhos. São três, portanto, os principais grupos de variáveis supostamente condicionantes do uso doméstico de eletricidade: *indicadores sócio-econômicos, posse e tipologia de equipamentos* e *hábitos de uso e manutenção dos aparelhos.*

Com a dupla finalidade de testar algumas hipóteses que podem ser formuladas a partir de evidências empíricas e/ou de uma análise prévia dos dados e tirar o máximo proveito das informações levantadas, nesta seção, procura-se melhor evidenciar a importância de alguns fatores ligados ao uso residencial de eletricidade, suas inter-relações, tendências e eventuais viéses. Para isso, utiliza-se, inicialmente (Seção 4.5.1) técnicas estatísticas de correlação e, posteriormente, métodos mais "sofisticados" de análise e representação de dados (análise fatorial de correspondência), cuja metodologia e procedimentos básicos foram descritos no capítulo anterior.

4.5.1 Análise de Correlação

Várias são as hipóteses a serem formuladas a respeito do comportamento entre os diversos indicadores levantados pela pesquisa. Algumas delas são muito evidentes e podem ser percebidas através de uma simples análise descritiva dos dados, conforme feito nas seções precedentes. Confirmou-se, por exemplo, que o estrato de consumo de eletricidade está fortemente relacionado ao índice de posse de certos equipamentos. A presença de alguns equipamentos relativamente bem difundidos (como o ar condicionado, 0,43 aparelho/domicílio, em Manaus) só foi verificada, de forma significativa, em domicílios com estrato de consumo superior a 300 kWh. Em outros casos (como o ventilador, por exemplo), embora se observe a presença do equipamento em todas as classes, o índice de posse de aparelhos tende a ser bem maior em classes de consumo mais elevado. Há outros casos, como o refrigerador, por exemplo, em que não se observa muita diferença entre os dois indicadores.

Desse modo, verifica-se três categorias de equipamentos mais importantes: a) índice médio de posse variando entre 0,30 e 0,60 aparelho por domicílio (ar condicionado, lava-roupa, som,

etc.) e grandes variações entre classes de consumidores; b) alto índice de posse, isto é, média superior a 1 aparelho por domicílio (ventilador, televisor e lâmpadas) e variações moderadas entre as classes; c) índice de posse próximo ao seu nível de saturação (1 aparelho por domicílio – refrigerador e ferro de passar) e pequenas variações entre as classes.

Esse tipo de análise sugere três hipóteses, em termos de correlação estatística: a) uma *forte correlação* entre o consumo de eletricidade e o índice de posse de aparelhos pertencentes à primeira categoria de equipamentos; b) uma *correlação moderada* em relação à segunda categoria e c) uma *correlação muito fraca* entre o consumo e o índice de posse da terceira categoria.

Conforme indica a estatística básica, a correlação linear entre duas variáveis pode ser avaliada facilmente através de um coeficiente, denominado *coeficiente de correlação*. Sua interpretação é simples e a significância estatística do valor obtido pode ser avaliada através de um *coeficiente de significância*, também denominado *valor-teste*[11].

Para testar as três referidas hipóteses, a Tabela 4.5-1, abaixo, apresenta o coeficiente de correlação e o respectivo teste de significância estatística (valor-teste) entre o consumo de eletricidade do domicílio e o índice de posse de alguns dos principais equipamentos. De um modo geral, as três hipóteses são confirmadas pelos resultados.

No primeiro grupo, destaca-se o ar condicionado, o qual apresenta o maior coeficiente de correlação, em todos os casos analisados. Nota-se, porém, o comportamento atípico de alguns eletrodomésticos (lavadora de roupa, freezer e som) que, segundo as hipóteses consideradas, estariam nesta categoria de equipamentos. Contudo, esses casos são verificados apenas em Porto Velho e, principalmente, em Macapá, sugerindo menor confiabilidade nos dados referentes a estas duas cidades, conforme suspeito anteriormente.

Tabela 4.5-1: Coeficiente de correlação (R) e valor teste (t) entre o consumo de eletricidade do domicílio e o índice de posse de equipamentos eletrodomésticos.

	Manaus		Porto Velho		Macapá	
	R	t	R	T	R	t
Ar Condicionado	0,70	18,56	0,70	10,96	0,65	9,41
Televisor	0,52	12,49	0,38	5,00	0,49	6,63
Lâmpadas Fluorescentes	0,48	11,38	0,38	4,99	0,46	6,02
Lâmpadas Incandescentes	0,39	8,74	0,38	4,98	0,30	3,83
Lavadora de Roupas	0,39	8,84	*0,14*	*1,80*	*0,10*	*1,28*
Freezer	0,36	8,12	0,49	6,78	-0,17	-2,14
Aparelho de Som	0,30	6,64	*0,14*	*1,83*	0,21	2,60
Chuveiro Elétrico	0,26	5,75	0,64	9,65	0,57	8,00
Refrigerador	0,20	4,41	0,33	4,36	*-0,03*	*-0,31*
Liqüidificador	0,19	4,25	0,16	2,06	0,20	2,50
Ventilador	0,18	3,82	0,23	2,97	*0,12*	*1,49*
Ferro de Passar	0,13	2,15	0,16	2,03	0,19	2,41
Rádio	*0,03*	*0,54*	*-0,06*	*-0,74*	*0,03*	*0,42*

Nota: Os valores grifados (itálico/azul) não são estatisticamente significativos, ao nível de 5% de significância.

Na segunda categoria de equipamentos, destacam-se o televisor e as lâmpadas, cujos coeficientes são moderados e significativos nas três cidades. Observa-se, porém, um comportamento mais atípico do ventilador, em relação à hipótese levantada anteriormente. Isto pode ser explicado pela presença de outros fatores condicionantes do consumo, como o tempo de uso dos aparelhos.

No terceiro grupo, destaca-se o ferro de passar roupa, cujos coeficientes são poucos significativos, em todos os casos. Quanto ao refrigerador, confirma-se o seu comportamento atípico na cidade de Macapá, cujo coeficiente é negativo, sugerindo que há uma relação de oposição entre o consumo de eletricidade e a posse desse equipamento, o que é logicamente incorreto.

Dos 13 equipamentos considerados, o único que não apresentou nenhuma correlação significativa com o consumo de eletricidade foi o rádio, sugerindo que de fato se trata de um equipamento pouco relevante em termos de consumo de eletricidade e não apresenta variações significativas no índice de posse, entre diferentes classes de consumidores.

Os resultados dessa correlação entre consumo de eletricidade e posse de aparelhos, confirmam, portanto, as hipóteses levantadas, o caso atípico dos refrigeradores e freezers na cidade de Macapá e a expressividade do chuveiro elétrico na cidade de Porto Velho. Uma análise mais acurada de tais aspectos é dificultada pelo baixo grau de confiabilidade nos índices de consumo de

[11]Para os interessados em maiores detalhes, ver, por exemplo, COSTA NETO (1975).

eletricidade e, sobretudo, pelas diferenças no tamanho das amostras. Contudo, o caso de Manaus será melhor explorado na próxima seção.

Outra hipótese a ser testada é a correlação entre consumo de eletricidade e alguns indicadores sócio-econômicos e demográficos. A Tabela 4.5-2 apresenta os referidos parâmetros de análise, considerando cinco indicadores (número de cômodos do domicílio, posse de automóvel, empregada doméstica, grau de instrução, número de pessoas empregadas e número de moradores).

Tabela 4.5-2: Coeficiente de correlação (R) e valor teste (t) entre consumo de eletricidade e alguns indicadores sócio-econômicos.

	Manaus		Porto Velho		Macapá	
	R	t	R	t	R	t
Número de Cômodos	0,60	14,9	0,61	8,99	0,61	8,61
Posse de Automóvel	0,57	13,8	0,55	7,83	-0,08	-1,00
Empregada Doméstica	0,56	13,7	0,45	6,08	-0,10	-1,19
Grau de Instrução	0,40	9,35	0,26	2,41	0,33	4,28
Número de Empregados	0,24	5,36	0,19	2,36	0,34	4,31
Número de Moradores	0,07	1,57	0,06	0,71	0,10	1,22

Os resultados confirmam a correlação entre o consumo de eletricidade e algumas características domiciliares, particularmente daquelas mais ligadas ao poder aquisitivo dos moradores, como o número de cômodos do domicílio e a posse de automóvel.

Comparando-se os resultados entre as três cidades, nota-se, novamente, uma sensível redução nos índices relativos a Porto Velho e um comportamento bastante atípico de dois indicadores na cidade de Macapá (posse de automóvel e de empregada doméstica); o que reforça ainda mais a hipótese (senão tese) de que deve ter havido algum tipo de problema com os dados levantados nesta cidade. Sem a pretensão de identificar o problema, tampouco atribuí-lo aos responsáveis pelo trabalho de campo, acredita-se que o tamanho reduzido da amostra, conjugado com a referida precariedade do cadastro de consumidores, possam ter sido a causa do problema. Por estas e outras razões, uma análise mais aprofundada do comportamento de alguns fatores supostamente condicionantes do uso residencial de eletricidade (próxima seção) será feita considerando-se apenas os dados relativos à cidade de Manaus.

Antes, porém, de forma similar ao que foi feito anteriormente com o consumo de eletricidade, a Tabela 4.5-3 apresenta o coeficiente de correlação entre a posse de alguns eletrodomésticos e os referidos indicadores sócio-econômicos, segundo os dados levantados em Manaus.

Tabela 4.5-3: Coeficiente de correlação (R) e teste de significância (t) entre variáveis sócio-econômicas e posse de equipamentos eletrodomésticos – cidade de Manaus.

Equipamentos	Número de Moradores		Grau de Instrução		Número de Cômodos		Número de Empregados		Empregada Doméstica		Posse de Automóvel	
	R	t	R	t	R	t	R	t	R	t	R	t
Ar Condicionado	-0,01	-0,2	0,45	10,5	0,62	15,6	0,23	5,0	0,57	13,8	0,61	15,4
Televisor	0,14	3,0	0,42	9,6	0,60	14,8	0,27	6,0	0,40	9,2	0,41	9,4
Lâmp. Fluorescentes	0,10	2,2	0,14	3,1	0,58	14,2	0,23	5,1	0,36	8,1	0,43	9,9
Lâmp. Incandescentes	-0,02	-0,4	0,40	9,0	0,46	10,6	0,07	1,6	0,33	7,4	0,32	7,1
Lavadora de Roupa	0,01	0,2	0,27	6,0	0,42	9,7	0,18	4,0	0,30	6,7	0,29	6,4
Ventilador	0,25	5,6	0,23	5,1	0,40	9,1	0,21	4,7	0,08	1,7	0,03	0,7
Aparelho de Som	0,06	1,3	0,30	6,8	0,38	8,7	0,16	3,4	0,25	5,5	0,27	5,9
Freezer	0,08	1,8	0,29	6,5	0,34	7,5	0,10	2,2	0,26	5,8	0,25	5,4
Liqüidificador	0,05	1,1	0,31	6,8	0,29	6,4	0,12	2,6	0,13	2,9	0,15	3,2
Chuveiro Elétrico	-0,06	-1,3	0,21	4,6	0,26	5,8	0,05	1,2	0,35	8,0	0,23	5,1
Refrigerador	0,07	1,5	0,01	0,3	0,23	5,1	0,03	0,7	0,14	3,1	0,16	3,4
Rádio	0,07	1,5	0,29	6,4	0,01	0,3	0,13	2,9	0,04	0,8	-0,01	-0,2

Conforme se poderia esperar, os equipamentos de maior correlação com o consumo de eletricidade são aqueles de maior correlação com os indicadores sócio-econômicos. Equipamentos como a geladeira, ferro de passar, chuveiro elétrico e rádio apresentam baixa correlação com os indicadores. Com exceção do número de moradores, todos os demais indicadores analisados apresentam uma correlação razoável com a grande maioria dos equipamentos. Dentre esses, merecem destaque o número de cômodos e o grau de instrução dos moradores, o qual se refere ao maior grau de instrução verificado no domicílio. Quanto às demais cidades, os resultados não revelam nenhuma novidade; apenas confirmam o que foi verificado anteriormente, sugerindo maior confiabilidade nos resultados relativos à cidade de Manaus.

A Tabela 4.5-4, a seguir, apresenta o coeficiente de correlação entre os diferentes equipamentos acima analisados. Conforme mostram os dados, observa-se pouca correlação entre os referidos equipamentos. Os maiores índices referem-se ao cruzamento das variáveis ar condicionado e televisor, entre si e com os demais equipamentos considerados. Não se observa nenhuma tendência clara de substituição (oposição) entre equipamentos. Isto será melhor analisado, contudo, na próxima seção, onde se usa técnicas mais sofisticadas de análise e representação de dados.

Tabela 4.5-4: Coeficiente de correlação entre o índice de posse de diferentes equipamentos eletrodomésticos – cidade de Manaus.

Equipamento	Cód.	CH	AR	VE	GE	FR	LR	TV	SO	LQ	RA	LI	LF
Chuveiro	(CH)	1,00											
Ar Condicionado	(AR)	0,34	1,00										
Ventilador	(VE)	0,08	0,03	1,00									
Geladeira	(GE)	0,09	0,21	0,23	1,00								
Freezer	(FR)	0,25	0,32	0,16	**-0,03**	1,00							
Lava Roupa	(LR)	0,13	0,41	0,18	0,22	0,18	1,00						
Televisor	(TV)	0,33	0,55	0,39	0,29	0,38	0,39	1,00					
Som	(SO)	0,10	0,29	0,29	0,21	0,24	0,26	0,40	1,00				
Liqüidificador	(LQ)	0,10	0,18	0,23	0,17	0,16	0,20	0,28	0,24	1,00			
Rádio	(RA)	0,04	0,00	0,13	0,03	0,01	0,08	0,07	**-0,09**	0,03	1,00		
Lâmp.Incandes.	(LI)	0,35	0,47	0,09	0,17	0,21	0,20	0,33	0,22	0,16	0,01	1,00	
Lâmp.Fluoresc.	(LF)	0,14	0,48	0,30	0,10	0,26	0,33	0,42	0,27	0,17	0,01	**-0,09**	1,00

4.5.2 Análise Fatorial de Correspondência

a) Considerações Iniciais

Como já mencionado, embora importante, uma análise de correlação permite apenas avaliar o grau de relação ou dependência linear entre duas ou mais variáveis ou amostras e não captura possíveis nuanças em determinados intervalos de valores (sub-amostras). Além disso, duas variáveis, linearmente relacionadas ou não, podem apresentar outras características importantes. Observou-se, por exemplo, um fraco indício de substituição entre geladeiras e freezers (Tabela 4.5-4). Pode-se questionar, entretanto, se de fato não há uma substituição significativa entre esses dois equipamentos. Ou seja, se não há freezers substituindo geladeiras (o inverso é muito comum). O mesmo raciocínio pode ser feito para vários outros equipamentos, como o rádio e o som, o ar condicionado e o ventilador e as lâmpadas incandescentes e fluorescentes. De forma similar, pode-se, também, explorar melhor a relação entre posse de equipamentos e indicadores sócio-econômicos, conforme visto anteriormente (Tabela 4.5-3).

Outro aspecto importante é que, por mais detalhada que seja uma análise descritiva elementar de um conjunto de dados relativamente complexo, torna-se difícil uma visão conjunta dos dados, devido à presença de um grande número de variáveis e dimensões. Visando atender aos propósitos de *refinamento* e *visão conjunta* do universo de informações, cuja finalidade maior é extrair o máximo possível de informações sobre o uso doméstico de eletricidade nestas cidades,

nesta seção, emprega-se métodos fatoriais de análise e representação de dados, cuja metodologia foi descrita no capítulo anterior.

Dentre os vários métodos de análise fatorial existentes, escolheu-se a *análise de correspondência múltipla* (ACM) [LEBART et al., 1994], que é uma generalização da análise de correspondência simples, porém, permite a desagregação de uma variável em duas ou mais, através da criação de modalidades. Uma das vantagens desse método é a simplicidade de suas regras de interpretação, onde é possível analisar simultaneamente os dois espaços descritivos de dados (o das variáveis – *campos* – e o dos indivíduos – *registros*)[12].

b) Codificação e Apresentação das Variáveis e Modalidades

Como já mencionado, numa ACM pode-se tratar simultaneamente variáveis quantitativas e qualitativas, as quais podem ser classificadas ainda como ativas ou ilustrativas. As ativas são aquelas mais diretamente ligadas àquilo que se pretende analisar, como o consumo ou a estrutura do uso residencial de eletricidade, por exemplo. Neste caso, a posse de equipamentos tende a ser mais importante que as características técnicas e operacionais (hábitos de uso e manutenção) dos aparelhos, as quais são mais estáveis entre as classes de consumidores, conforme observado anteriormente. As ilustrativas são, portanto, fatores que, *a priori*, podem ser considerados secundários, como alguns indicadores sócio-econômicos e hábitos de uso e manutenção dos aparelhos.

A Tabela 4.5-5 apresenta uma relação, codificação e breve descrição das principais variáveis e modalidades consideradas na análise. Maiores detalhes sobre esses e outros aspectos são apresentados no decorrer das etapas que compõem esta seção.

Quanto às variáveis ativas (posse de equipamentos), algumas foram decomposta em apenas duas modalidades (presença ou ausência do equipamento), porque não se observa uma ocorrência significativa de dois ou mais aparelhos numa mesma residência. Onde ocorre o inverso, o número de modalidades varia entre 3 e 5, de acordo com o equipamento correspondente. No caso das variáveis ilustrativas, com exceção do número de cômodos e de moradores, onde o critério em-

[12]O software estatístico empregado foi o **SPAD.N Intégré – Version PC** [CISIA, 1993].

pregado é análogo àquele aplicado às ativas, o número de modalidades varia de acordo com o número de opções registradas em cada uma delas (níveis de instrução, por exemplo).

Tabela 4.5-5: Relação, codificação e descrição das principais variáveis e modalidades utilizadas na ACM.

Variável (Código)	Modalidades	Descrição
VARIÁVEIS ATIVAS (Posse de Aparelhos)		
Ar Condicionado (AR)	3	No. de aparelhos de ar condicionado (0, 1, 2 ou mais)
Ferro (FE)	2	Presença (1) ou ausência (0) de ferro de passar roupa
Freezer (FR)	2	Presença (1) ou ausência (0) de freezer
Geladeira (GE)	3	No. de refrigeradores (0, 1, 2 ou mais)
Lâmp. Fluores. (LF)	4	No. de lâmpadas fluorescentes (0, 1-2, 3-4, 5 ou mais)
Lâmp. Incand. (FI)	5	No. de lâmpadas incandescentes (0, 1-2, 3-4, 5-6, 7 ou mais)
Lava-Roupa (LR)	2	Presença (1) ou ausência (0) de máquina de lavar roupa
Rádio (RA)	2	Presença (1) ou ausência (0) de rádio
Som (SO)	3	No. de aparelhos de som (0, 1, 2 ou mais)
Televisor (TV)	3	No. de aparelhos de televisor (0, 1, 2 ou mais)
Ventilador (VE)	4	No. de ventiladores (0, 1, 2-3, 4 ou mais)
Total	33	
VARIÁVEIS ILUSTRATIVAS (Indicadores Sócio-Econômicos)		
Estrato (ESTR)	5	Estrato de consumo mensal de eletricidade
Instrução (INST)	6	Maior grau de instrução observado no domicílio
Domicílio (DOMI)	6	Tipo de material de construção do domicílio
Propriedade (PROP)	5	Condição de ocupação do domicílio
Cômodos (COMO)	5	Número de cômodos do domicílio
Moradores (MORA)	4	Número de moradores no domicílio
Empregados (EMPR)	3	Número de empregados
Total	34	

Nota: detalhes sobre as modalidades das variáveis ilustrativas foram vistos nas seções precedentes.

c) Apresentação e Análise dos Resultados

Um dos primeiros resultados de uma ACM é o cruzamento entre todas as modalidades das variáveis ativas consideradas (chamada "Tabela de Burt"), que neste caso é de 33, totalizando, portanto, 1.089 (33 x 33) cruzamentos. Visando simplificar os resultados, a Tabela 4.5-6 apenas duas modalidades para cada variável: ausência (0) ou presença (1) do equipamento. O Anexo II apresenta uma tabela com todos os cruzamentos possíveis. Para interpretação dos resultados, é necessário tomar como referência as linhas da tabela; os índices são expressos em porcentagem. Assim, por exemplo, 98% dos que possuem ar condicionado possuem TV (note-se que o inverso não é verdadeiro!), 95,3% possuem geladeira, etc. Os dados permitem, portanto, avaliar o perfil de diferentes grupos de consumidores, em termos de posse de equipamentos; isto é, o perfil dos consumidores que possuem ou não um dado equipamento em relação aos demais equipamentos.

Tabela 4.5-6: Resultados da ACM (*Tabela de Burt* – Perfil Linha) - Cruzamento entre modalidades ativas (0 = ausência; 1 = presença do equipamento) [%].

	FE0	FE1	FR0	FR1	LR0	LR1	AR0	AR1	VE0	VE1	LF0	LF1	LI0	LI1	GE0	GE1	TV0	TV1	SO0	SO1	RA0	RA1
FE0	12,1	0,0	91,1	8,9	94,6	5,4	91,1	8,9	19,6	80,3	57,1	42,9	17,9	82,2	17,9	82,1	25,0	75,0	53,6	46,5	91,1	8,9
FE1	0,0	87,9	77,9	22,1	67,8	32,2	68,6	31,5	5,9	94,1	33,4	66,5	12,0	87,9	5,4	94,6	4,2	95,8	38,3	61,7	74,2	25,8
FR0	13,9	86,1	79,5	0,0	74,5	25,5	76,6	23,3	7,3	92,7	39,9	60,1	12,8	87,2	5,2	94,8	7,6	92,4	45,1	54,9	76,4	23,6
FR1	5,3	94,7	0,0	20,5	57,9	42,1	50,5	49,5	8,4	91,5	22,1	77,9	12,6	87,4	13,7	86,3	3,2	96,8	21,1	78,9	75,8	24,2
LR0	16,1	83,9	83,3	16,7	71,1	0,0	81,2	18,9	9,1	90,9	43,5	56,6	11,6	88,5	9,4	90,5	8,8	91,1	47,7	52,2	78,4	21,6
LR1	2,2	97,8	70,1	29,9	0,0	28,9	47,0	53,0	3,7	96,3	18,7	81,4	15,7	84,3	0,7	99,3	1,5	98,5	21,6	78,4	70,9	29,1
AR0	15,5	84,5	85,5	14,5	80,9	19,1	71,3	0,0	5,8	94,3	42,7	57,3	10,9	89,0	8,5	91,5	9,1	91,0	48,2	51,8	75,5	24,5
AR1	5,9	94,1	72,9	27,1	57,6	42,4	0,0	28,8	14,1	85,9	22,4	77,6	20,0	80,0	4,7	95,3	1,2	98,8	27,1	72,9	80,0	20,0
VE0	31,4	68,6	77,1	22,9	85,7	14,3	54,3	45,7	7,6	0,0	54,3	45,7	11,4	88,5	25,7	74,3	22,9	77,2	62,9	37,2	77,1	22,9
VE1	18,1	81,9	84,7	15,3	80,2	19,8	74,0	26,0	0,0	92,5	47,5	52,5	12,4	87,6	6,2	93,8	9,6	90,4	50,8	49,2	83,1	16,9
LF0	19,0	81,0	87,5	12,5	85,1	14,9	83,9	16,1	11,3	88,7	36,3	0,0	1,2	98,8	7,1	92,9	14,3	85,8	48,2	51,8	79,8	20,2
LF1	11,4	88,6	80,7	19,3	69,3	30,7	83,3	16,6	6,1	93,9	0,0	63,6	7,0	92,9	5,3	94,8	2,6	97,4	51,8	48,2	69,3	30,7
LI0	16,9	83,1	79,7	20,3	64,4	35,6	61,0	39,0	6,8	93,2	3,4	96,7	12,7	0,0	10,2	89,8	5,1	94,9	40,7	59,3	91,5	8,5
LI1	15,4	84,6	82,1	17,9	79,5	20,5	80,1	19,9	6,4	93,6	25,6	74,4	0,0	87,3	9,0	91,0	9,0	91,0	48,1	51,9	69,9	30,1
GE0	31,2	68,8	59,4	40,6	96,9	3,1	87,5	12,5	28,1	72,0	37,5	62,5	18,8	81,2	6,9	0,0	25,0	75,0	62,5	37,5	71,9	28,1
GE1	11,3	88,7	81,8	18,2	70,9	29,1	70,9	29,1	6,2	93,8	36,9	63,0	12,3	87,6	0,0	93,1	5,4	94,5	39,9	60,1	77,6	22,4
TV0	45,2	54,8	90,3	9,7	93,5	6,5	96,8	3,2	25,8	74,2	77,4	22,6	9,7	90,4	25,8	74,2	6,7	0,0	83,9	16,1	58,1	41,9
TV1	13,4	86,6	87,6	12,4	80,5	19,5	83,9	16,1	7,4	92,7	38,3	61,8	10,7	89,3	6,4	93,6	0,0	93,3	47,3	52,7	81,5	18,5
SO0	16,1	83,9	89,2	10,8	84,4	15,6	85,5	14,6	11,8	88,2	43,5	56,5	12,9	87,1	10,8	89,3	14,0	86,0	40,2	0,0	70,4	29,6
SO1	9,4	90,6	74,5	25,5	63,5	36,5	62,4	37,6	4,7	95,3	31,4	68,6	13,3	86,6	4,3	95,7	2,0	98,0	0,0	59,9	80,8	19,2
RA0	14,4	85,6	79,6	20,4	73,1	26,9	70,5	29,5	7,6	92,3	38,0	62,1	15,3	84,8	6,5	93,4	5,1	94,9	37,1	62,9	76,2	0,0
RA1	4,5	95,5	79,1	20,9	64,5	35,5	73,6	26,4	7,3	92,8	30,9	69,0	4,5	95,4	8,2	91,8	11,8	88,2	50,0	50,0	0,0	23,8

Para facilitar a visualização, os valores grifados em azul referem-se a índices iguais ou superiores a 80%; aqueles grifados em vermelho, iguais ou menores a 10%.

Dentre os diversos cruzamentos possíveis (484 = 22 x 22), verifica-se que 41% dos domicílios que não possuem geladeira (GE0) possuem freezer (FR1), sugerindo que uma parcela considerável de freezers (cerca de 14%) é utilizada também como refrigerador, como suspeito anteriormente. Tal fato implica num aumento do consumo de energia do equipamento, dada a necessidade de abertura muito mais freqüente de sua porta.

Quanto ao condicionamento ambiental, 7,8% dos domicílios não possuem ventilador e 71,3% não possuem ar condicionado. Como 46% daqueles que não possuem ventilador possuem ar condicionado, apenas 5,8% dos domicílios não possuem nem um nem outro equipamento. Nota-se, também, que 86% dos que possuem ar condicionado possuem também ventilador. Ao contrário do que se poderia esperar, essa parcela tende a aumentar nos casos em que se observa maior número de aparelhos de ar condicionado. Por exemplo, 92% dos que possuem 2 ou mais condicionadores de ar possuem também ventilador; e, enquanto 15% dos que possuem 2 aparelhos de ar condicionado possuem 4 ou mais ventiladores, o índice sobe para 27% nos casos em que se observa 2 ou mais aparelhos de ar condicionado (para maiores detalhes, ver Anexo II).

Quanto à iluminação, a Tabela 4.5-7, abaixo, mostra que 36% dos domicílios não possuem nenhuma lâmpada fluorescente – LF (0) –, 25% deles possuem uma ou duas unidades, 22% possuem entre 3 ou 4 e 17% possuem 5 ou mais unidades. Quanto às incandescentes, 13% não possuem essa tecnologia, 34% possuem uma ou duas unidades, em 28% deles há entre 3 e 4 lâmpadas, 14% possuem 5 ou 6 unidades e 12% possuem 7 ou mais unidades.

Naturalmente, quem não possui lâmpadas fluorescentes possui incandescentes e vice-versa; com exceção de 1,2% dos casos, o que deve ser falha do informante (entrevistado), do entrevistador ou do digitador (erro de digitação). De modo análogo, a maioria dos que possuem muitas fluorescentes possui poucas incandescentes e vice-versa. Nota-se, porém, que há uma parcela considerável (19%) dos que possuem muitas fluorescentes (acima de 5 unidades) que possui também muitas incandescentes (acima de 7 unidades). Em resumo, se há grande ocorrência de lâmpadas fluorescentes é porque é baixa ou nula a ocorrência de incandescentes ou porque se trata de domicílios grandes e, portanto, há grande ocorrência de ambas as tecnologias. Desse modo, é provável que as incandescentes estejam instaladas em locais de menor uso e, portanto, não se justificam substituições por fluorescentes, conforme analisado no Capítulo 6.

Tabela 4.5-7: Análise comparativa do grau de difusão de lâmpadas fluorescentes e incandescentes – cruzamento entre diversas modalidades de cada tecnologia (%).

	LF (0)	LF (1-2)	LF (3-4)	LF (5+)	LI (0)	LI (1-2)	LI (3-4)	LI (5-6)	LI (7+)
LF (0)	***36,3***	0,0	0,0	0,0	1,2	23,8	39,3	19,0	16,7
LF (1-2)	0,0	***24,6***	0,0	0,0	7,0	36,0	33,3	17,5	6,1
LF (3-4)	0,0	0,0	***22,2***	0,0	21,4	49,5	16,5	8,7	3,9
LF (5 +)	0,0	0,0	0,0	***16,8***	34,6	30,8	10,3	5,1	19,2
LI (0)	3,4	13,6	37,3	45,8	***12,7***	0,0	0,0	0,0	0,0
LI (1-2)	25,6	26,3	32,7	15,4	0,0	***33,7***	0,0	0,0	0,0
LI (3-4)	51,2	29,5	13,2	6,2	0,0	0,0	***27,9***	0,0	0,0
LI (5-6)	49,2	30,8	13,8	6,2	0,0	0,0	0,0	***14,0***	0,0
LI (7+)	51,9	13,0	7,4	27,8	0,0	0,0	0,0	0,0	***11,7***

A Tabela 4.5-8, abaixo, permite o mesmo raciocínio para os principais equipamentos de lazer (televisor, som e rádio). Os dados indicam que a maioria dos domicílios possui 1 aparelho de televisor (64%), 1 aparelho de som (55%) e não possui rádio (76%). Embora seja pequena a parcela dos que não possuem televisor (6,7%), 84% deles não possuem aparelho de som e a maioria (58%) também não possui rádio. Isto sugere que se trata de uma parcela muito pobre da população, o que pode ser confirmado através do cruzamento com outros equipamentos (Tabela 4.5-6, acima). Observa, assim, que boa parte deles não possui equipamentos básicos, como a geladeira e

o ventilador (26%) e nem mesmo o simples ferro de passar roupa (45%). Os dados indicam também que não há substituição significativa entre esses equipamentos.

Tabela 4.5-8: Análise comparativa do grau de difusão dos equipamentos destinados ao lazer – cruzamento entre diversas modalidades de cada equipamento (%).

	TV (0)	TV (1)	TV (2+)	SO (0)	SO (1)	SO (2+)	RA (0)	RA (1+)
TV (0)	***6,7***	0,0	0,0	83,9	16,1	0,0	58,1	41,9
TV (1)	0,0	***64,4***	0,0	47,3	49,7	3,0	81,5	18,5
TV (2+)	0,0	0,0	***28,9***	14,2	76,1	9,7	68,7	31,3
SO (0)	14,0	75,8	10,2	***40,2***	0,0	0,0	70,4	29,6
SO (1)	2,0	58,0	40,0	0,0	***55,1***	0,0	80,8	19,2
SO (2+)	0,0	40,9	59,1	0,0	0,0	***4,8***	72,7	27,3
RA (0)	5,1	68,8	26,1	37,1	58,4	4,5	***76,2***	0,0
RA (1+)	11,8	50,0	38,2	50,0	44,5	5,5	0,0	***23,8***

d) Representação dos Dados Sobre o Plano Fatorial

Um dos mais importantes recursos de uma análise fatorial é a representação dos dados sobre o plano fatorial, o qual permite a visualização simultânea do comportamento (individual e coletivo) de diferentes variáveis, modalidades e/ou grupos de variáveis. Os dois espaços descritivos de dados são o dos indivíduos (consumidores amostrados) e o das variáveis (questões levantadas), as quais foram decompostas em modalidades, conforme apresentado anteriormente.

O plano fatorial representa o cruzamento de dois dos *n* eixos fatoriais possíveis; trata-se de um espaço de *n* dimensões, onde cada variável apresenta um peso relativo – chamado valor próprio – o qual corresponde à contribuição daquela variável na formação da estrutura da *nuvem de pontos* (Figura 4.5-1). Existem critérios para a escolha dos eixos fatoriais a serem analisados, porém, geralmente o primeiro plano fatorial (Eixos 1 e 2) mostra o essencial das possíveis relações estruturais entre as modalidades, variáveis e grupos de variáveis. Os demais planos tendem a capturar efeitos secundários ou particulares de certas variáveis.

Embora, neste caso, não seja interessante a posição ou o peso relativo de um dado indivíduo[13], a Figura 4.5-1, abaixo, mostra a estrutura da nuvem de pontos formada pelos 463 indivídu-

[13]Uma vez que os indivíduos foram extraídos de uma amostra de domicílios, a qual representa a totalidade de consumidores residenciais de eletricidade da referida cidade, estes são considerados "anônimos" e, portanto, não há nenhum interesse em analisá-los entre si.

os selecionados (domicílios amostrados), de modo a tornar mais fácil a interpretação dos resultados relativos às variáveis.

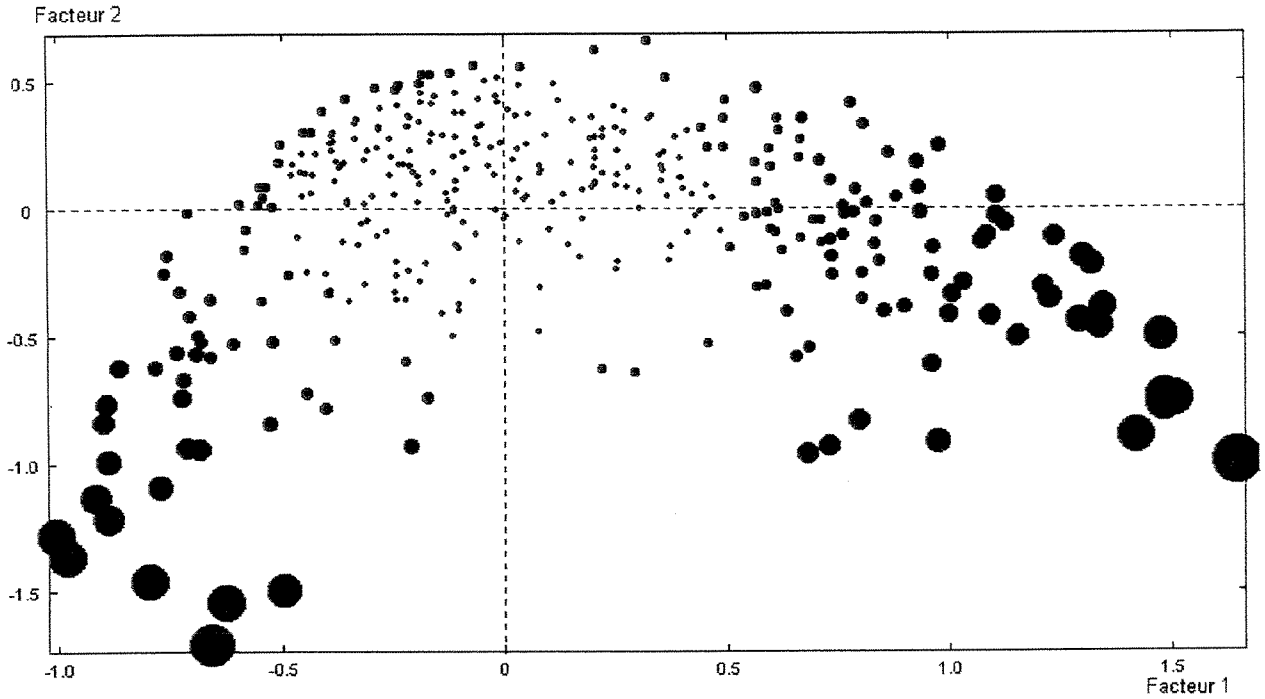


Figura 4.5-1: Nuvem de pontos formada pelos 463 indivíduos considerados na ACM (domicílios amostrados) sobre o Plano Fatorial (Eixos 1 e 2 – *Facteur* 1 e *Facteur* 2).

Para interpretação dos pontos (posição relativa dos indivíduos no plano fatorial), um indivíduo está posicionado no baricentro (centro de massa) das modalidades às quais ele pertence. O tamanho dos pontos representa o peso relativo ou contribuição do indivíduo na formação da nuvem de pontos. De modo análogo, uma modalidade está localizada no baricentro dos indivíduos aos quais ela pertence. O centro de massa representa geometricamente o perfil médio dos indivíduos considerados e é indicado pela interseção entre os eixos fatoriais, denominados *Facteur* 1 e *Facteur* 2, na linguagem do software empregado.

Conforme se observa, a nuvem de pontos há uma forma clássica – chamada efeito *Guttman* [VOLLE, 1985] – na qual se observa nitidamente três grupos bastante distintos de consumidores. Tendo em vista que essa estrutura se deve à posse de equipamentos, esses três grupos podem ser vistos como *pouco equipados*, os quais estão localizados na parte esquerda inferior do plano fatorial; *medianamente equipados*, localizados no segundo eixo e próximos ao centro de massa; e ***bem equipados***, localizados na parte inferior direita do plano fatorial. Uma melhor identificação

desses grupos homogêneos será feita posteriormente, através da escolha de classes de indivíduos, segundo critérios empregados usualmente numa ACM.

A Figura 4.5-2, a seguir, representa graficamente as principais variáveis e modalidades previamente selecionadas. Os pontos representam a posição relativa de cada modalidade e as trajetórias descritas por cada variável, o que é feito através da ligação dos pontos correspondentes, indicam se duas ou mais variáveis são correlacionadas ou não. Duas variáveis são positivamente correlacionadas quando suas trajetórias seguem direções similares e um mesmo sentido. Quando possuem direções similares e sentido contrário, elas são negativamente correlacionadas. Quando as trajetórias se cortam segundo um angulo reto, elas são linearmente independentes.

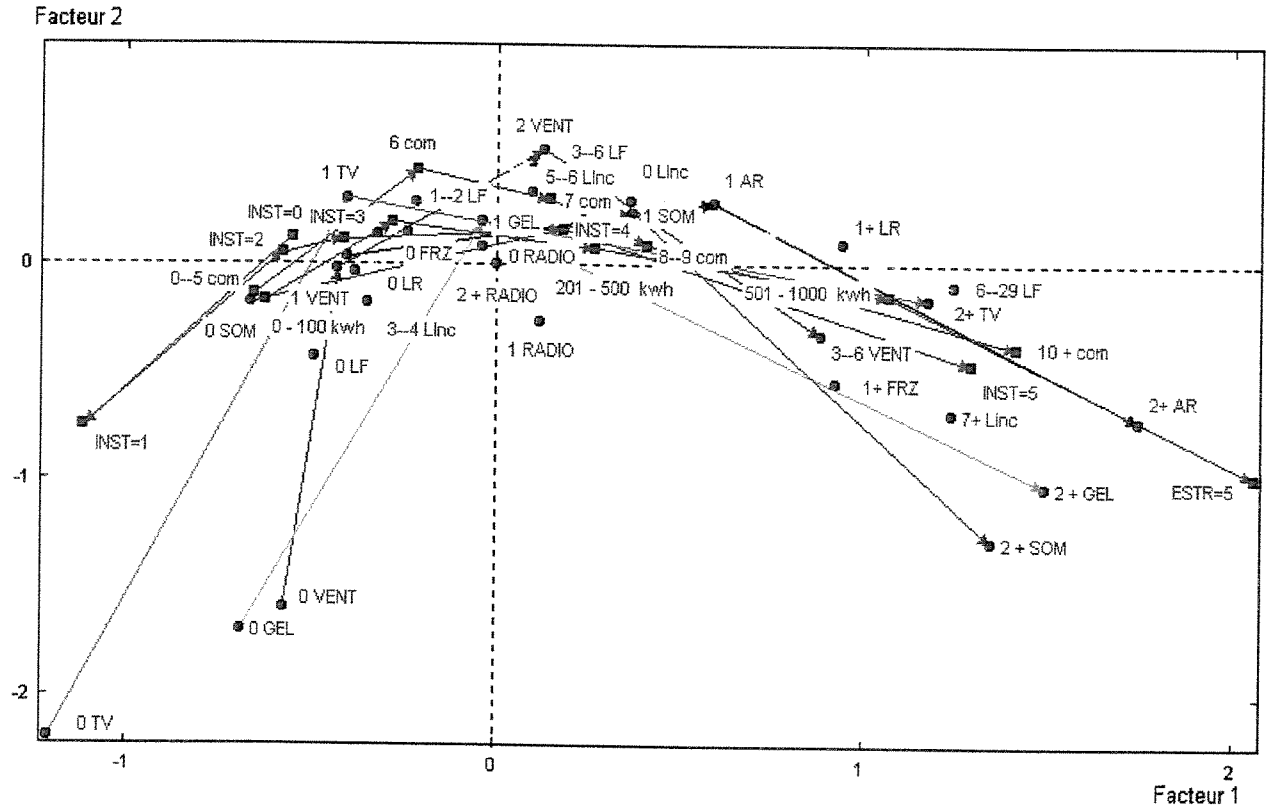


Figura 4.5-2: Representação das variáveis selecionadas para a ACM sobre o Plano Fatorial (Eixos 1 e 2) – cidade de Manaus (463 consumidores amostrados).

Geometricamente, os pontos indicam a distância de uma modalidade em relação ao perfil médio (baricentro) dos indivíduos considerados. Desse modo, quanto mais próximo do centro de massa estiver posicionada uma modalidade, menor a sua distância em relação ao perfil médio dos

consumidores amostrados e vice-versa. De forma similar, duas modalidades tendem a estar próximas quando pertencem simultaneamente a um mesmo grupo de indivíduos.

Visando facilitar a visualização, selecionou-se apenas os principais equipamentos (variáveis ativas) e três indicadores sócio-econômicos (variáveis ilustrativas). As modalidades ativas estão grafadas em azul e as ilustrativas, em vermelho. Quanto às variáveis ativas, foram escolhidos os seguintes equipamentos e modalidades:

- Ar condicionado – trajetória verde escuro – três modalidades: 0 AR, 1 AR, 2+AR;
- Ventilador – trajetória marrom – 4 modalidades: 0 VENT, 1 VENT, 2 VENT, 3-6 VENT;
- Aparelho de som – trajetória azul escuro – 3 modalidades: 0 SOM, 1 SOM, 2+SOM;
- Televisor – trajetória azul claro – 3 modalidades: 0 TV, 1 TV, 2+TV;
- Geladeira – trajetória verde claro – 3 modalidades: 0 GEL, 1 GEL, 2+GEL;
- Lâmp. Fluorescentes – trajetória amarela – 4 modalidades: 0 LF, 1-2 LF, 3-5 LF; 6+LF;
- Lâmp. Incand., 5 mod.: 0 Linc, 1-2, 3-4, 5-6 e 7+Linc; não foi desenhada trajetória;
- Outros equipamentos: freezer (FRZ), lava-roupa (LR) e rádio.

Quanto às ilustrativas, foram escolhidas o estrato de consumo (ESTR), grau de instrução (INST) e número de cômodos (COM). Todas as trajetórias aparecem em vermelho e as modalidades já foram previamente descritas.

Inicialmente, observa-se que, com exceção do rádio, cuja trajetória é perpendicular às demais, todas as variáveis com três ou mais modalidades são positivamente bem correlacionadas. Dentre estas, merecem destaque as seguintes: televisor, geladeira e ventilador, as quais melhor definem a estrutura da nuvem de pontos e caracterizam os três referidos grupos homogêneos de consumidores. O primeiro grupo (parte inferior esquerda do gráfico) caracteriza os domicílios pouco equipados, onde grande parte não possui equipamentos básicos, como a geladeira o ventilador e a televisão. Das variáveis ilustrativas, apenas o grau de instrução definido pela modalidade "primário completo" (INST=1), parece bastante característico deste grupo de consumidores.

O segundo grupo (localizado próximo ao centro de massa) se refere aos domicílios medianamente equipados, muitos dos quais possuem uma geladeira, 1 ou 2 ventiladores, uma ou duas

lâmpadas fluorescentes e três ou quatro incandescentes. Boa parte deles não possui freezer, nem máquina de lavar roupa. Quanto às variáveis ilustrativas, trata-se de domicílios com estrato de consumo entre 200 e 500 kWh/mês, grau de instrução entre "primeiro grau completo" e "colegial" e número de cômodos variando entre 6 e 8.

No terceiro grupo (parte inferior direita do gráfico), estão os domicílios bem equipados. Grau de instrução "superior" (INST=5), estrato de consumo igual ou superior a 1.000 kWh/mês e domicílios com 10 ou mais cômodos são característicos desse grupo. Quanto aos equipamentos, trata-se de domicílios com 2 ou mais aparelhos de ar condicionado, 1 freezer e duas geladeiras, 2 ou mais aparelhos de som e de televisor e muitas lâmpadas (incandescentes e fluorescentes).

Além das variáveis ilustrativas acima consideradas, várias outras podem ser analisadas, particularmente aquelas que se referem aos hábitos de uso. Pode-se questionar, por exemplo, se há influência do grau de instrução dos moradores ou outro indicador sócio-econômico nos hábitos de uso e manutenção dos aparelhos, como a limpeza do filtro e ar dos aparelhos de ar condicionado, o degelo dos equipamentos de refrigeração, etc.

Para isso, é necessário considerar separadamente cada equipamento, pois os hábitos relativos a um dado equipamento se referem apenas aos indivíduos que o possuem. Não há como comparar simultaneamente os hábitos de uso de um equipamento com os de outro, a menos que se considere apenas os indivíduos que possuem os dois equipamentos; o que tende a reduzir o tamanho da amostra e, conseqüentemente, a representatividade dos dados e resultados.

Inicialmente, analisa-se o caso dos condicionadores de ar, cujas variáveis referentes aos hábitos de uso e manutenção (variáveis ativas) estão relacionadas na Tabela 4.5-9.

A Figura 4.5-3 mostra que há pouca relação entre hábitos de uso e manutenção dos aparelhos de ar condicionado e os indicadores analisados. De um modo geral, as modalidades relativas aos indicadores (grafadas em preto) estão bastante próximas ao centro de massa, ao passo que aquelas relativas aos hábitos de uso (grafadas em vermelho) tendem a se posicionar distantes do centro e bastante dispersas. Nota-se, contudo, algumas modalidades relativas aos hábitos de uso próximas ao centro de massa, indicando que elas fazem parte do perfil médio dos consumidores

que possuem ar condicionado. Verifica-se, assim, que aqueles que protegem o aparelho dos raios solares (ARPR=1) são os mesmos que o desligam quando ausentes do ambiente condicionado (ARDE=1) e que possuem os aparelhos devidamente instalados, i.é, próximos ao teto (ARTE=1).

Tabela 4.5-9: Variáveis ativas selecionadas para análise dos hábitos de uso do ar condicionado.

Sigla da Variável	Descrição da Variável	Modalidade	Descrição das Modalidades
ARDE	Desliga o(s) aparelho(s) quando se ausenta do ambiente por longo tempo	1	Sim
		2	Não
		3	Às vezes
ARPR	O(s) aparelho(s) estão protegidos dos raios solares	0	Sem resposta
		1	Sim
		2	Não
ARTE	O(s) aparelho(s) está(ão) localizado(s) próximo(s) ao teto	1	Sim
		2	Não
ARFI	Periodicidade com que é feita a limpeza do filtro de ar do(s) aparelho(s)	1	Anualmente
		2	Semestralmente
		3	Trimestralmente
		4	Não sabe
		5	Outro

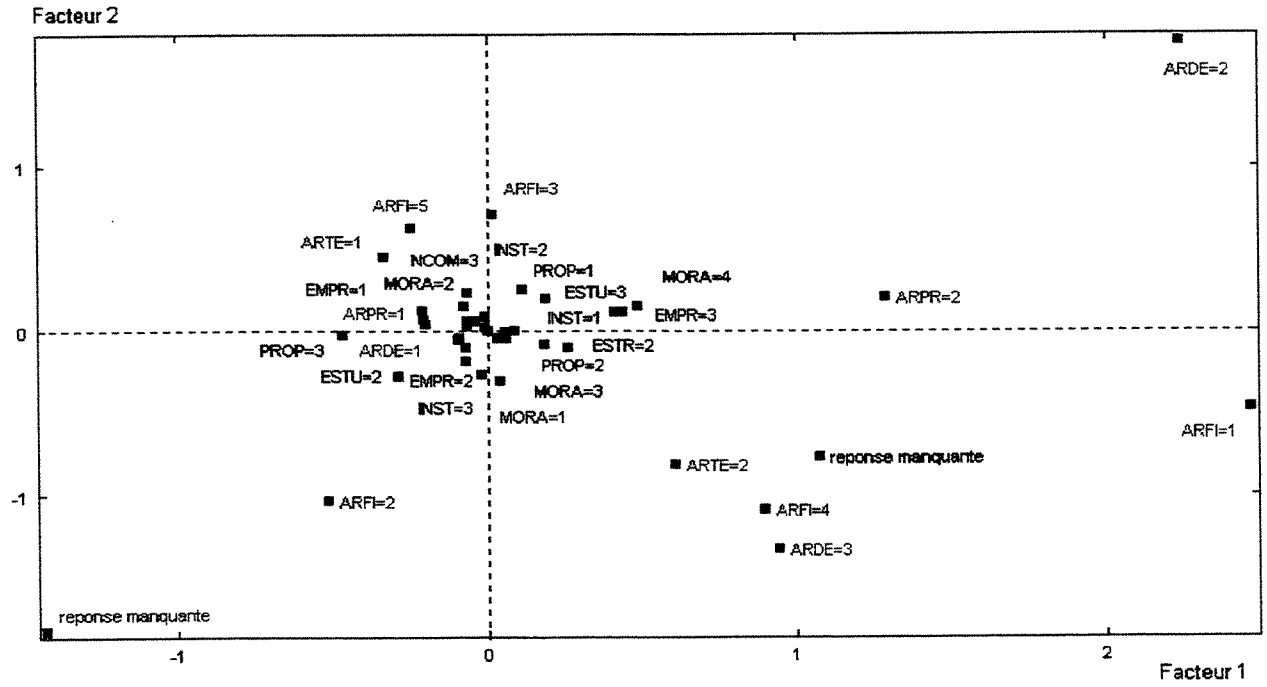


Figura 4.5-3: Hábitos de uso do ar condicionado *versus* indicadores sócio-econômicos – representação dos dados sobre o Plano Fatorial (Eixos 1 e 2) - Manaus.

Consumidores que indicaram que fazem a limpeza do filtro anualmente (ARF=1), que não possuem o hábito de desligar seus aparelhos quando se ausentam do domicílio por longo tempo (ARDE=2), ou que declararam que seus aparelhos não estão devidamente instalados (ARTE=2) ou protegidos dos raios solares (ARPR=2), possuem um perfil muito particular e pouco conhecido; não apenas por que estas modalidades estão localizadas distantes do centro de massa, mas porque estão distantes umas das outras, indicando que os consumidores aos quais uma delas pertence não são os mesmos aos quais as outras pertencem. Tratam-se, portanto, de grupos de indivíduos distintos entre si e do perfil médio dos que possuem o referido equipamento.

Outro equipamento importante e bastante condicionado aos hábitos de uso e manutenção dos aparelhos é o refrigerador. Para análise das possíveis relações entre hábitos de uso deste equipamento e alguns indicadores sócio-econômicos, a Tabela 4.5-10, abaixo, apresenta as variáveis selecionadas (ativas e ilustrativas) e as modalidades correspondentes.

Tabela 4.5-10: Variáveis ativas selecionadas para análise dos hábitos de uso dos refrigeradores.

Código	Descrição	Modalidade	Descrição das Modalidades
GEBO	Estado da borracha de vedação da porta dos refrigeradores	1	Bom
		2	Ruim
		3	Não sabe
GETE	Posição do termostato	1	Mínimo
		2	Médio
		3	Máximo
GEAL	Periodicidade com que é feito o abastecimento dos aparelhos	0	Sem resposta
		1	Semanalmente
		2	Quinzenalmente
		3	Mensalmente
		4	Outra
GEDE	Periodicidade com que é feito o degelo dos aparelhos	1	Nunca (automático)
		2	Semestralmente
		3	Mensalmente
		4	Quinzenalmente
		5	Semanalmente

A Figura 4.5-4, abaixo, representa graficamente (plano fatorial) a posição relativa das diversas modalidades consideradas. Nota-se, novamente, que não há tendência de formação de grupos homogêneos de indivíduos e que as modalidades relativas aos hábitos de uso (variáveis ativas – grafadas em vermelho) aparecem bastante dispersas e, de um modo geral, distantes do centro de gravidade, onde aparecem, com maior freqüência, as variáveis ilustrativas (grafadas em preto).

No entanto, algumas relações podem ser visualizadas. Dentre estas, nota-se que GEBO=1 (borracha de vedação da porta dos aparelhos em bom estado) está posicionada próxima do centro de massa e da modalidade GEAL=2 (o abastecimento dos aparelhos é feito quinzenalmente), indicando que esses fatores são os que mais se aproximam do perfil médio dos usuários. Aqueles que deixam o termostato na posição "mínimo" (GETE=1) e que fazem semanalmente o degelo dos aparelhos (GEDE=5) estão localizados relativamente próximos ao centro de massa e se caracterizam como pequenos domicílios, tanto em termos de número de moradores (MORA) quanto de cômodos (NCOM), possuem um nível de instrução que varia entre primário e ginásio e pertencem à classe F1 (0 – 100 kWh/mês) ou F2 (201 – 500 kWh). Aqueles que deixam o termostato na posição "médio" (GETE=2) e não apresentam regularidade no abastecimento dos aparelhos (GEAL=4 – "outra") estão mais distantes do centro e suas características mais comuns são as seguintes: grau de instrução superior (INSTR=5), estrato de consumo que varia entre 500 e 1.000 kWh/mês (ESTR=4) e superior a 1.000 kWh/mês (ESTR=5).

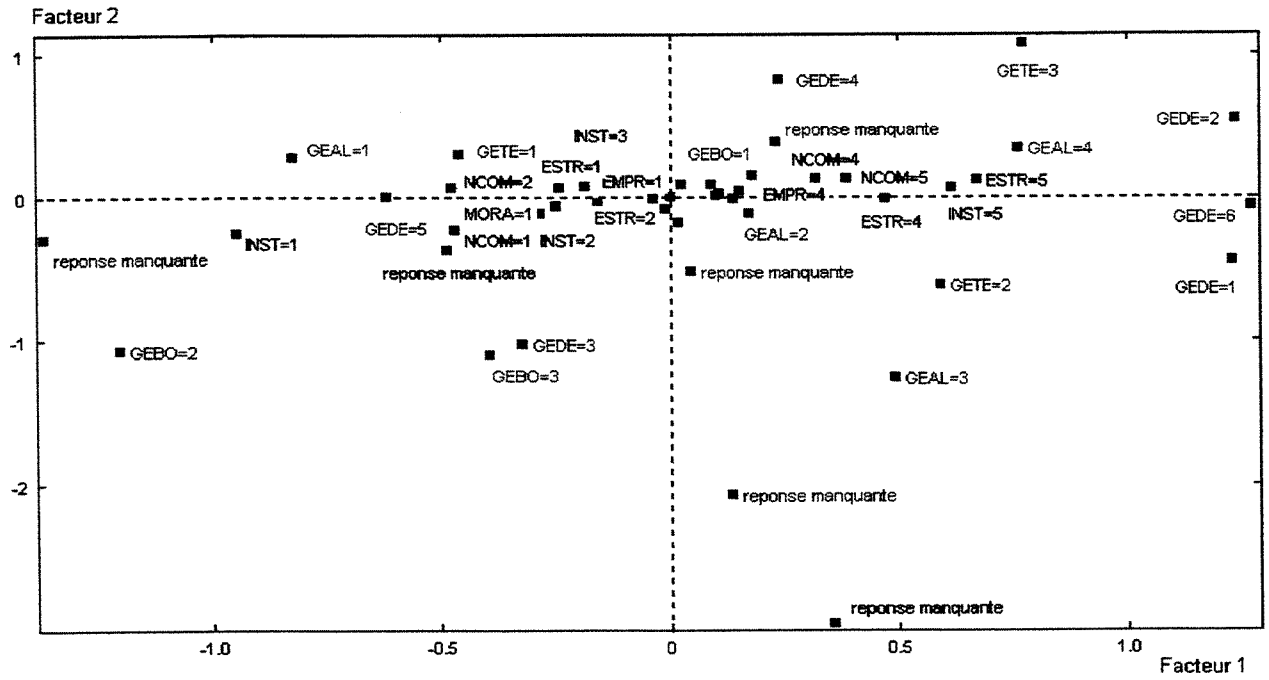


Figura 4.5-4: Hábitos de uso e manutenção dos refrigeradores *versus* indicadores sócio-econômicos – representação dos dados sobre o Plano Fatorial (Eixos 1 e 2) - Manaus.

Degelo dos aparelhos semestralmente (GEDE=2), abastecimento semanal (GEAL=3) e termostato na posição "máximo" (GETE=3) são hábitos pouco comuns e sem qualquer relação entre si ou com outros indicadores. De forma similar, domicílios cuja borracha de vedação da

porta dos aparelhos não estava em boas condições (GEBO=2) ou cujos informantes não sabiam declarar esta informação (GEBO=3) são raros e não possuem um perfil bem definido. Nota-se, contudo, que estão longe de indicadores como grau de instrução ou estrato de consumo elevado e relativamente próximos de indicadores como baixo grau de instrução e pequenos domicílios.

e) Classificação dos Consumidores segundo a Posse de Equipamentos

Conforme verificado anteriormente, três grupos de consumidores se destacaram em termos de posse de equipamentos, os quais podem ser vistos como pouco equipados (pequenos), medianamente equipados (médios) e bem equipados (grandes consumidores). Embora já se tenha feito uma análise prévia do perfil de cada um desses grupos homogêneos de consumidores, a finalidade aqui é testar a validade desse tipo de classificação – pode ser que haja(m) outro(s) grupo(s) – e saber quantos e quais são eles, não apenas em termos de posse de equipamentos, mas e em relação a outros indicadores, como aqueles analisados anteriormente.

Seguindo critério definidos em LEBART et al. (1994), fez-se uma classificação hierárquica ascendente dos 463 indivíduos, considerando-se os 4 primeiros planos fatoriais da ACM sobre a posse de equipamentos. Segundo esses critérios, a árvore de agregação hierárquica dos indivíduos sugere, de fato, uma partição dos mesmos em 3 classes, a saber: Classe I (258 indivíduos, 56%); Classe II (67 indivíduos, 14%) e Classe III (138 indivíduos, 30%). A Tabela 4.5-11, abaixo, apresenta o perfil de cada grupo, em termos de posse de equipamentos.

Tabela 4.5-11: Posse de aparelhos por classe de consumidores, segundo a partição extraída da ACM -%.

Equipamento	Classe I	Classe II	Classe III	Média
Televisor	99,2	56,7	96,4	93,3
Refrigerador	99,6	61,2	100,0	93,1
Ferro de Passar	92,2	47,8	99,3	87,9
Lâmpadas Incandescentes	93,4	85,1	76,8	87,3
Lâmpadas Fluorescentes	60,5	34,3	84,1	63,7
Aparelho de Som	52,3	19,4	93,5	59,8
Lavadora de Roupa	17,1	4,5	63,0	28,9
Ar Condicionado	11,6	11,9	68,8	28,7
Rádio	20,5	25,4	29,0	23,8
Freezer	19,4	7,8	44,9	20,5

Conforme se observa, na Classe I, a qual representa 56% dos consumidores, estão os domicílios medianamente equipados, onde se destacam os seguintes equipamentos: refrigerador, televisor, ferro de passar e conjunto de som. A Classe II (14% dos consumidores) refere-se aos domicílios pouco equipados; 39% não possuem geladeira, 43% não possuem televisor e 52% não possuem ferro de passar roupa. Na Classe III (30% dos consumidores), estão os domicílios bem equipados; 96% têm geladeira, todos possuem televisor, 69% têm ar condicionado, 94% possuem conjunto de som, 45% têm freezer e 63% possuem máquina de lavar roupa.

A Tabela 4.5-12, abaixo, mostra que, de fato, não há uma boa correspondência entre a estratificação prévia dos consumidores (amostragem segundo o estrato de consumo de eletricidade) e a referida classificação. Enquanto metade dos domicílios "pouco equipados" (Classe II) apresenta um estrato mensal de consumo superior a 100 kWh, 25% dos "bem equipados" apresentam um estrato igual ou inferior a 200 kWh/mês.

Tabela 4.5-12: Distribuição dos consumidores amostrados segundo a classificação ACM e o estrato de consumo de eletricidade – cidade de Manaus (%).

Estrato (kWh/Mês)	Classe I	Classe II	Classe III	Média
0 a 100	26,7	50,7	5,8	24,0
101 a 200	45,7	25,4	18,8	34,8
201 a 500	24,0	19,4	39,9	28,1
501 a 1000	3,5	4,5	24,6	9,9
> 1000	0,0	0,0	10,9	3,2

Conforme visto anteriormente, alguns indicadores sócio-econômicos são fortemente correlacionados à posse de vários equipamentos. Para testar a hipótese de independência desses indicadores em relação à referida estratificação de consumidores (partição extraída da ACM), fez-se um teste de independência (χ^2). A Tabela 4.5-13, abaixo, mostra os valores obtidos e sua significância estatística (valor teste).

Os dados confirmam a dependência da grande maioria dos indicadores analisados e a relevância de alguns deles, dentre os quais se destacam os três já identificados anteriormente: número de cômodos do domicílio, estrato de consumo e nível de instrução. Apenas dois dos indicadores analisados (número de moradores e condição de ocupação) não apresentaram valor significativo.

Tabela 4.5-13: Teste de independência (χ^2) entre indicadores sócio-econômicos e a estratificação dos consumidores segundo a partição extraída da ACM – Manaus.

Variáveis	χ^2	Valor Teste
Número de Cômodos do Domicílio	162,0	11,5
Estrato de Consumo	156,0	11,1
Nível de Instrução	132,9	9,9
Posse de Automóvel	91,1	8,1
Tipo de Domicílio	80,4	7,4
Posse de Empregada Doméstica	48,7	4,9
Número de Pessoas Empregadas	29,8	4,4
Número de Moradores	9,4	1,0
Condição de Ocupação	6,2	0,9

Nota: um valor teste maior ou igual a 2 indica que χ^2 é significativo, ao nível de significância de 5%.

4.6 Conclusões do Capítulo

Um dos primeiros aspectos importantes é a concentração de aparelhos e, conseqüentemente, do consumo de eletricidade. Dentre outros agravantes, a má distribuição do consumo[14] é um entrave ao GLD, particularmente em relação à difusão de tecnologias eficientes, o que requer geralmente investimentos por parte do consumidor, conforme analisado no Capítulo 6. Estudos indicam uma forte relação entre a distribuição de renda e a concentração do consumo doméstico de eletricidade [JANNUZZI, 1987, 1991a]. Assim, não apenas o GLD, mas o próprio suprimento de energia, requerem políticas de subsídios e outros incentivos econômicos, cujas controvérsias têm aumentado, no contexto da nova ordem econômica internacional, onde predominam as forças de mercado e a competitividade.

Outro aspecto igualmente importante é a complexa questão dos hábitos de consumo. Apesar da tendenciosidade das informações, os dados revelam "importantes" pontos de desperdício de energia, devido aos maus hábitos de uso e manutenção dos aparelhos. Embora não se tenha verificado forte correlação entre perfil sócio-econômico e hábitos de uso, notou-se, por exemplo, que os maus hábitos ocorrem com muito mais freqüência nos domicílios com menor grau de instrução escolar. Verificou-se, também, que os hábitos se relacionam entre si e com o estado operacional dos aparelhos, como a borracha de vedação da porta dos refrigeradores.

[14]Fator característico de países ou regiões pouco desenvolvidas ou em desenvolvimento.

Como já mencionado, as campanhas educativas desempenham um papel fundamental na busca de uma sociedade energeticamente mais eficiente. No caso particular do uso doméstico de eletricidade, é preciso, contudo, combinar diferentes mecanismos, visando consumidores específicos, como aqueles menos instruídos, onde os maus hábitos são mais freqüentes. Neste sentido, campanhas de monitoramento de aparelhos, mostrando em termos práticos o que ocorre com o uso de eletricidade no domicílio, desempenham igualmente um papel fundamental. Não basta pedir ao consumidor que ele use a eletricidade de modo eficiente e racional; é preciso que ele saiba o que isso significa, quais as formas de se alcançar e o que ele ganha com isso. É preciso igualmente motivá-lo a fazer isso, premiando os bons exemplos e punindo os maus, através da divulgação na imprensa, por exemplo.

Capítulo 5

Reconstituição da Demanda e Análise da Estrutura de Uso Final

5.1 Introdução

Conforme mencionado anteriormente, uma análise rigorosa das possibilidades de melhorias na eficiência do uso final de eletricidade passa necessariamente pela reconstituição e análise da demanda. Somente após conhecimento detalhado da estrutura de uso final, é que se pode avaliar o ganho potencial de eficiência, decorrente do uso de tecnologias mais eficientes e/ou de mudanças nos hábitos de uso e manutenção dos aparelhos.

No capítulo anterior, foram analisados vários aspectos relacionados ao uso doméstico de eletricidade. Dentre esses, destacam-se a *posse e a tipologia de equipamentos* e *os hábitos de uso e manutenção dos aparelhos*, os quais definem a estrutura de uso final em cada uma das referidas cidades e classes de consumidores. Entre outros aspectos importantes, verificou-se o destaque de alguns equipamentos, seja em relação à posse de aparelhos, a potência nominal, o tempo de uso ou uma combinação entre dois ou mais desses fatores, cujo produto fornecerá o consumo de eletricidade. Quanto à posse e o tempo de uso, destacam-se o ventilador, a geladeira e o televisor; em relação à potência, o chuveiro, o ar condicionado e o ferro elétrico, além de outros equipamentos cujo índice de posse e/ou tempo de uso era(m) pouco significativo(s), como a secadora de roupa e o forno de microondas, por exemplo.

Outro detalhe importante é que o uso desses equipamentos tende a ocorrer simultaneamente, provocando um aumento temporário (pico) na carga do sistema. Exceto quando compensada

por outros setores (ou segmentos) de atividade, essa demanda temporária significa um sistema elétrico superdimensionado (ocioso) durante a maior parte do dia. E isto significa uma energia muito mais cara naquele horário, pois são esses equipamentos os principais responsáveis pelos grandes investimentos na capacidade do sistema.

Uma vez que o impacto de possíveis melhorias na eficiência do uso de um equipamento é diretamente proporcional à importância relativa do equipamento na estrutura de uso final, este capítulo apresenta uma estimativa do consumo de eletricidade e da curva de carga cotidiana dos principais eletrodomésticos. A finalidade é, portanto, avaliar o peso relativo de cada equipamento (tanto em termos de consumo quanto de carga) na estrutura de uso final.

Juntamente com outras informações técnico-econômicas, isto possibilita simular ganhos potenciais de eficiência energética, segundo a disponibilidade tecnológica do mercado, o custo de tecnologias mais eficientes e o interesse e empenho dos agentes envolvidos (consumidor, setor elétrico e sociedade), conforme analisado nos próximos capítulos.

Os procedimentos necessários à reconstituição da demanda foram descritos no Capítulo 3. No entanto, para o cálculo de alguns parâmetros (potência requerida, por exemplo), foi necessário recorrer a outros estudos e levantamentos, visando complementar as informações levantadas pelas referidas pesquisas de campo. Portanto, antes da apresentação e análise dos resultados obtidos, apresenta-se algumas experiências interessantes e as hipóteses acerca da estimativa dos parâmetros empregados no contexto das cidades investigadas.

5.2 Reconstituição do Consumo de Eletricidade

Segundo a metodologia apresentada anteriormente (Capítulo 3), para a elaboração da estrutura de consumo, são necessários os seguintes parâmetros: parque de aparelhos, potência média horária e tempo médio de uso diário. Além disso, para alguns equipamentos, é importante adicionar o consumo devido ao modo *standby*, conforme detalhado na Seção 5.2.4. A seguir, descreve-se os procedimentos adotados na estimativa desses parâmetros.

5.2.1 Parque de Aparelhos

No capítulo anterior, foi levantado o índice de posse de aparelhos em cada estrato de consumo, através da referida amostragem de consumidores. Uma vez que a amostra foi feita de modo que representasse o universo de consumidores em cada estrato, o parque de aparelhos num dado estrato é dado pelo produto do índice de posse e o respectivo número de consumidores. Desse modo, o parque total de aparelhos é dado pela soma dos estoques de cada estrato[1].

5.2.2 Potência Média Horária

Conforme definido anteriormente, a potência média horária corresponde ao consumo horário de um ciclo padrão de funcionamento do aparelho. Isto é particularmente importante no caso de aparelhos automáticos, como o refrigerador e o ar condicionado, cujo tempo efetivo de funcionamento é normalmente desconhecido. Desse modo, os trabalhos de medição e monitoramento de aparelhos junto aos consumidores (ou, no mínimo, simulação em laboratórios especializados) são fundamentais. Como não foi feito qualquer trabalho dessa natureza junto aos consumidores amostrados, é necessário a busca de informações junto a outros estudos e levantamentos.

Como apresentado no Capítulo 2, os países nórdicos da Europa são os pioneiros em trabalhos de medição e monitoramento de equipamentos elétricos, particularmente no setor residencial. Tais experiências têm sido estendidas a toda a Comunidade Européia e, aos poucos, a vários outros países. Com base nesse tipo de dados, juntamente com informações fornecidas por institutos de pesquisa e fabricantes de equipamentos, procura-se estimar a potência média horária dos aparelhos, através de relações observadas entre esta e a potência nominal.

a) Refrigeradores e Freezers

A Tabela 5.2-1 apresenta informações sobre a potência de quatro modelos franceses de refrigerador doméstico[2]. Verifica-se, assim, que a *potência efetiva* (consumo médio horário) dos

[1]É importante notar que esse resultado é diferente daquele que seria obtido pelo produto do índice médio de posse ("total") pelo número total de consumidores.
[2]Tais informações foram extraídas do banco de dados do modelo EVE, apresentado no Capítulo 2.

aparelhos varia entre 39% e 47% da potência nominal, com um índice médio de 46%. Isto significa que o tempo médio diário de funcionamento gira em torno de 11 horas (24 h x 0,46).

Tabela 5.2-1: Características técnicas de quatro modelos franceses de refrigerador doméstico[3].

Tipo de aparelho	Volume	Potência média (W)		*Razão*
	(Litros)	Nominal [1]	Efetiva [2]	*[(2)/(1)]*
Compartimento de Gelo Simples	250	100	49	*0,49*
Compartimento de Gelo 2 * ou 3 *	250	100	49	*0,49*
Compartimento de Gelo Simples	320	130	51	*0,39*
Compartimento de Gelo 2 * ou 3 *	320	110	51	*0,47*
Média	*285*	*110*	*50*	*0,46*

Nota: o número de *asteriscos* (*) indica a temperatura do compartimento de gelo (congelador).
Fonte: INESTENE, 1996.

Um trabalho de monitoramento de refrigeradores domésticos, realizado na cidade de Campinas-SP, investigou 10 aparelhos, durante um período de 7 dias consecutivos [WARTUSCH & JANNUZZI, 1997]. A Tabela 5.2-2, abaixo, mostra os resultados obtidos e as relações observadas entre a potência nominal e o consumo médio horário dos aparelhos.

Tabela 5.2-2: Potência e consumo de eletricidade de 10 refrigeradores monitorados[4].

Marca	Modelo	Potência Nominal (W) [a]	Consumo[1] (kWh/mês)	Potência Efetiva[2] (Wh/h) [b]	*Razão [(b)/(a)]*
Prosdócimo	R27 – Smile	101	25,9	36,0	*0,36*
Westinghouse	RW – 4198	180	95,1	132,1	*0,73*
Brastemp	Twin System 420	250	83,1	115,5	*0,46*
Consul	Gran Luxo	140	36,4	50,6	*0,36*
Brastemp	360	140	43,8	60,8	*0,44*
Prosdócimo	R26	140	40,3	56,0	*0,40*
Brastemp	420	180	51,9	72,0	*0,40*
General Electric	TFX - 20	250	70,7	98,2	*0,39*
Prosdócimo	S23	140	31,7	44,0	*0,32*
Prosdócimo	R26	140	33,4	46,4	*0,33*
Média	-	*166*	*51,2*	*71,2*	*0,42*

[1]: Valores correspondentes a 30 dias de operação, segundo o consumo médio diário medido;
[2]: Razão entre o consumo de eletricidade e o tempo de operação (720 h = 24 h x 30 dias).
FONTE: WARTUSCH & JANNUZZI, 1997.

Conforme se observa, os índices variam muito, devido principalmente às características técnicas dos aparelhos monitorados. Em média, porém, a razão entre a potência efetiva e a potên-

[3]Trata-se de aparelhos de média ou baixa eficiência, os quais são denominados *padrão* ou *convencionais*.
[4]Resultados obtidos através do monitoramento dos aparelhos junto aos consumidores. Medições realizadas durante um período de sete dias consecutivos (168 horas).

cia nominal é semelhante ao índice médio observado anteriormente. O aparelho da Westinghouse é o modelo mais antigo (cerca de 8 anos) e apresenta ainda um volume bastante elevado (cerca de 420 litros). Desse modo, a razão entre o consumo médio horário e a potência nominal está bastante acima da média. Os aparelhos de menor consumo são modelos mais recentes e de menor volume.

Por fim, para se relacionar o consumo médio horário de um refrigerador com sua potência nominal, fez-se um levantamento junto aos fabricantes nacionais de cinco marcas de equipamentos, conforme apresentado na Tabela 5.2-3, abaixo. Segundo esses dados, a razão entre os referidos parâmetros gira em torno de 0,48, indicando que os aparelhos permanecem ligados em média cerca de 50% do tempo (isto é, 12 horas por dia). Nota-se também pouca variação entre os índices (desvio padrão igual a 0,05 apenas).

Tabela 5.2-3: Características técnicas de alguns modelos nacionais de refrigerador doméstico[5].

Marca	Modelo	Volume (l) [1]	Potência (W) [2]	kWh/mês [a] [3]	Wh/h [4]	*Razão [(4)/(2)]*	*Eficiência [b] [(2)/(1)]*
Brastemp	BRA30	300	86	31	43	*0,50*	0,29
Consul	CRA30	300	86	29	40	*0,47*	0,29
Eletrolux	R280	280	114	47	65	*0,57*	0,41
Eletrolux	R310	320	113	40	55	*0,49*	0,35
Eletrolux	R250	250	95	36	50	*0,53*	0,38
Brastemp	BRA24	240	124	44	61	*0,49*	0,52
Brastemp	BRA34	340	113	35	48	*0,42*	0,33
Consul	CRB23	230	109	36	50	*0,45*	0,47
Consul	CRB34	340	113	36	49	*0,44*	0,33
Continental	RC29XM	290	82	24	33	*0,40*	0,28
Média	-	*289*	*103*	*36*	*49*	*0,48*	*0,37*

[a] Valores obtidos em testes de laboratórios que simulam o uso cotidiano dos aparelhos, considerando características climáticas tropicais.
[b] Esse índice indica a eficiência energética do aparelho e será considerado no próximo capítulo.

Embora sabendo que tal relação pode variar muito em função das especificações técnicas do aparelho e das condições operacionais[6], pode-se concluir que, em geral, o consumo médio horário de eletricidade de um refrigerador domésticos varia entre 40% e 50% da potência nominal do aparelho. De modo análogo, admitindo-se que a potência nominal seja representativa da-

[5]Valores levantados através de consulta *on-line* (Internet) em catálogos de fabricantes e dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Metrologia e Certificação de Produtos (INMETRO), no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).
[6]Particularmente em função da temperatura média ambiente.

quela efetivamente requerida num dado instante, o tempo médio diário de funcionamento varia entre 10 e 12 horas.

Na falta de outras informações, tomou-se como referência o índice médio observado na Tabela 5.2-3, acima, o qual se refere a um conjunto de cinco marcas e dez modelos nacionais de refrigerador doméstico. É importante salientar que, tanto para esse equipamento quanto para os demais, o melhor procedimento seria a realização de medições junto aos consumidores amostrados, o que não estava previsto no âmbito das pesquisas de campo. De qualquer forma, procura-se nivelar por cima os valores atribuídos, de modo a não superestimar o consumo/demanda dos equipamentos e, conseqüentemente, os respectivos ganhos potenciais de eficiência energética. No caso dos equipamentos de refrigeração, por exemplo, é provável que, na Região Amazônica, o consumo de energia seja maior do que os valores indicados pelos referidos ensaios de laboratório, devido às características climáticas dessa região.

Quanto aos freezers, nota-se dados semelhantes àqueles dos refrigeradores. Os dados fornecidos pelo modelo EVE (Tabela 5.2-4) indicam índices que variam entre 0,34 e 0,54. Aqueles fornecidos por fabricantes brasileiros (Tabela 5.2-5) apontam índices mais estáveis (0,52 e 0,59).

Tabela 5.2-4: Características técnicas de alguns modelos franceses de freezer doméstico[7].

Modelo	Volume (litros)	Potência (W) [1]	Consumo (Wh/h) [2]	Razão [(2)/(1)]
Horizontal	150	120	41	0,34
Vertical	150	120	55	0,46
Horizontal	300	140	58	0,42
Vertical	300	140	74	0,53
Vertical	350	160	80	0,50
Horizontal	400	160	71	0,44
Vertical	400	160	87	0,54
Horizontal	500	250	83	0,33
Média	*319*	*156*	*69*	*0,45*

Fonte: INESTENE, 1996.

[7]Dados extraídos do modelo EVE - aparelhos convencionais.

Tabela 5.2-5: Características técnicas de alguns modelos nacionais de freezer doméstico.

Marca	Modelo	Volume (l) [1]	Potência (W) [2]	kWh/mês [a] [3]	Wh/h [4]	*Razão [(4)/(2)]*	*Eficiência* [b] *[(2)/(1)]*
Continental	FC23	230	120	39	54	*0,45*	0,52
Eletrolux	F170	170	145	57	79	*0,55*	0,85
Eletrolux	F210	210	157	60	83	*0,53*	0,75
Eletrolux	F250	250	170	67	93	*0,54*	0,68
Brastemp	BVG22	220	174	69	96	*0,55*	0,79
Consul	CVU24	240	124	46	64	*0,52*	0,52
Consul	CVU19	190	120	51	71	*0,59*	0,63
Média	-	*216*	*144*	*56*	*77*	*0,53*	0,68

a) Valores obtidos em testes de laboratórios que simulam o uso cotidiano dos aparelhos, considerando características climáticas tropicais.
b) Esse índice indica a eficiência energética dos aparelhos e será considerado no próximo capítulo.

b) Chuveiro Elétrico

Quanto ao chuveiro, os aparelhos possuem normalmente duas resistências (*verão* e *inverno* ou *morna* e *quente*), de modo que o usuário possa controlar melhor a temperatura de saída da água de acordo com a sua preferência. Há, inclusive, aparelhos com três resistências e, portanto, quatro opções de temperatura (*fria*, *morna*, *quente* e *superquente*), como indica a Tabela 5.2-6.

Tabela 5.2-6: Potência nominal de chuveiros elétricos segundo a tensão e a temperatura da água.

Tensão (Volts)	Potência Nominal (Watts)			
	Fria	Morna	Quente	Superquente
127	0	2.400	4.400	5.400
220	0	2.600	4.400	6.400
127	0	1.800	3.200	4.400
220	0	2.400	4.400	5.400

Fonte: http:/www.lorenzetti.com.br/adlorend.htm

No caso de aparelhos com duas resistências, os quais são mais comuns, a potência correspondente à opção *quente* ou *inverno* é usualmente chamada *potência máxima* e aquela correspondente à opção *morna* ou *verão* é denominada *potência econômica*. Os aparelhos mais encontrados no mercado possuem uma potência máxima da ordem de 4.500 W, o que é suficiente para aumentar cerca de 20 °C a temperatura da água, com uma vazão de 3 a 4 litros por minuto, conforme indicado pelos fabricantes no rótulo ou embalagem dos aparelhos. A potência econômica desses aparelhos gira em torno de 3.000 W e é suficiente para aumentar cerca de 10 °C a temperatura da água, com uma vazão de 3 a 4 litros por minuto.

Os dados levantados pelas pesquisas de campo indicam que a potência máxima dos aparelhos amostrados em Manaus e Porto Velho é de 4.500 W e de 4.400 W em Macapá. Não foram levantadas informações sobre a potência econômica dos aparelhos nem sobre as opções de temperatura da água (morna ou quente). Sabe-se, porém, que a temperatura média ambiente na região gira em torno de 30 °C, o que não requer potências dessa grandeza. Admitiu-se, assim, a hipótese de que os banhos são tomados com o seletor do aparelho na posição *verão* (potência econômica).

Dados fornecidos por fabricantes nacionais (Lorenzetti, Corona e F.A.M.E.) indicam que aparelhos com potência máxima entre 4.000 W e 5.000 W possuem uma potência econômica da ordem de 0,68 vezes a potência máxima[8]. Na falta de informações mais precisas, este índice foi tomado como referência nas estimativas do consumo e demanda do chuveiro.

c) Ar Condicionado

Consideração a parte merece o ar condicionado, devido a sua expressividade na região de estudo e à falta de informações a respeito do uso desse equipamento. O consumo de energia dos aparelhos depende de uma variedade de fatores, particularmente de ordem climática, os quais variam muito de uma região para outra e dependem das características físicas do domicílio.

De modo similar a outros equipamentos, para o cálculo da potência média horária requerida, isto é, do consumo de energia de um ciclo padrão de funcionamento, seriam necessários trabalhos de monitoramento junto aos consumidores ou simulações em laboratórios. Salvo informação contrária, verificou-se a inexistência de trabalhos dessa natureza[9].

De um modo geral, costuma-se estimar o consumo de eletricidade desse equipamento com base no tempo de uso indicado pelos usuários e da potência nominal dos aparelhos. Por exemplo, GUERREIRO et al. (1996, pág. 27) indicam que a potência nominal média de um condicionador de ar típico da região de concessão da LIGHT/RJ é de 1.400 W e o tempo médio de funcionamento diário é de 8 horas. Isto significaria, segundo os autores, um consumo médio mensal de 336 kWh por aparelho.

[8]Para detalhes, ver Anexo IIIF.

Se assim fosse, o ar condicionado seria responsável por aproximadamente 50% de todo o consumo residencial de eletricidade em Manaus! Pois um aparelho doméstico típico desta cidade tem potência nominal média de 1.308 W e é usado em média 6,7 horas por dia; com um índice de posse de 0,43 aparelho por domicílio e 201.386 consumidores residenciais em janeiro de 1996, o consumo desse equipamento teria sido, naquele mês, igual a 23.276 MWh, ao passo que consumo residencial medido foi de 46.009 MWh [ELETRONORTE, 1997a][10].

Na falta de informações a respeito do *tempo efetivo de uso* ou, de modo equivalente, do *consumo médio horário* de um aparelho típico, admitiu-se um funcionamento similar aos refrigeradores. Ou seja, os aparelhos funcionam, em média, apenas metade do tempo indicado pelos usuários; ou, em outras palavras, considera-se um *fator de potência efetiva* [11] igual a **0,50**.

d) Outros Equipamentos

O banco de dados do modelo EVE apresenta ainda dados sobre a potência nominal e o consumo médio horário de vários outros equipamentos. A Tabela 5.2-7, abaixo, apresenta os índices médios observados em alguns deles.

Tabela 5.2-7: Relação entre o *consumo médio horário* e a *potência nominal* de alguns eletrodomésticos franceses - banco de dados do modelo EVE.

Lava-Roupa	Seca-Roupa	Microondas	Ferro	Forno	Fogão	Lava-Louça	Aspirador
0,52	0,96	0,64	0,42	0,40	0,72	0,50	0,91

Fonte: INESTENE, 1996.

Com exceção da lavadora de roupas, cuja tipologia de equipamentos na França é totalmente diferente daquela observada no Brasil[12], todos os demais equipamentos apresentam características

[9]Foram procuradas informações junto a vários institutos e centros de pesquisa, dentre os quais se destacam os seguintes: IPT, INMETRO e CEPEL.

[10]Na cidade de Macapá, onde o índice de posse e a potência dos aparelhos são similares aos dados observados em Manaus, porém, o tempo médio de uso diário, segundo a pesquisa de campo, é bastante superior (da ordem de 9,5 horas) a incoerência seria ainda maior.

[11]Para detalhes, ver Capítulo 3, Seção 3.2.3.

[12]Na França (e Europa em geral) os aparelhos possuem uma resistência para aquecimento instantâneo da água e, assim, a potência nominal é normalmente superior a 3.000 W. Conforme visto no Capítulo 4, as lavadoras de roupa levantadas pela pesquisa de campo possuem uma potência nominal média que varia entre 328 W (Porto Velho) e 426 W (Manaus). Grande parte dos aparelhos é constituída pelos chamados *tanquinhos*.

similares aos modelos brasileiros e, portanto, os referidos índices foram usados como referência nas estimativas do consumo/demanda.

5.2.3 Tempo Médio de Uso Diário

Conforme descrito no Capítulo 3 (Seção 3.2.3), o tempo médio de uso diário deve ser ponderado pelos índices médios observados entre os dias úteis e aqueles referentes aos fins de semana e feriados. Além disso, há equipamentos que não são usados todos os dias da semana e, portanto, o tempo médio de uso deve ser ponderado pela razão entre o número de dias em que o aparelho é usado e o número de dias da semana.

Outro aspecto importante no levantamento desse tipo de informação é o uso diferenciado entre o(s) aparelho(s) principal(ais) - isto é, mais usado(s) - e o(s) secundário(s). Há residências que possuem dois ou mais aparelhos de um dado equipamento, porém, nem todos são usados da mesma forma. No caso da referida pesquisa de campo, os dados sugerem que o índice relativo ao tempo médio de uso diário se refere apenas ao aparelho "principal" (ver cópia anexa do questionário empregado). Contudo, isso pôde ser corrigido, para a grande maioria dos equipamentos mais importantes, porque foram levantados também os intervalos horários de uso dos aparelhos, com informações mais detalhadas sobre o uso individual dos mesmos. Ou seja, nos casos em que havia dois ou mais aparelhos, foram levantados os intervalos horários de uso de cada aparelho separadamente, inclusive entre dias úteis e fins de semana/feriados.

Desse modo, o tempo médio efetivo de uso (aquele em que o aparelho permanece efetivamente em funcionamento) foi ponderado pelo tempo correspondente à soma dos intervalos horários em que os usuários declararam a ocorrência habitual do uso. Por exemplo, numa residência com três aparelhos de televisão, o tempo médio de uso indicado pelo usuário foi 4,5 horas por dia. No entanto, não havia, nesta parte do questionário, qualquer informação sobre o funcionamento individual de cada aparelho[13]. Ou seja, se todos os três funcionavam em média 4,5 h/dia, se dois deles ou apenas um. Felizmente, na parte relativa aos intervalos horários de uso (para elaboração da curva de carga), havia indicação sobre o funcionamento individual de cada aparelho.

O aparelho "principal" (1° aparelho) era utilizado cerca de 20% a mais que o segundo e 40% a mais que o terceiro. O tempo correspondente à soma dos intervalos horários em que os usuários declararam a ocorrência do uso era 5 h (1° aparelho), 4 h (2°) e 3 h (3°).

Neste caso, o índice médio ponderado é igual a 3,6 h/dia [4,5 x (1 + 0,8 + 0,6) / 3 = 3,6] e, portanto, a soma dos três totaliza 10,8 h/dia (3,6 x 3) e não 13,5 h/dia (4,5 x 3), conforme se poderia inferir. Simbolicamente, isso pode ser representado da seguinte forma:

$$T_{uso} = T_1 \times [(P_1 / P_1) + (P_2 / P_1) + (P_3 / P_1) + ... + (P_n / P_1)] / N, \text{ ou}$$

$$T_{uso} = (T_1 / P_1) \times (P_1 + P_2 + P_3 + ... + P_n) / N, \text{ onde}$$

T_{uso}: tempo médio ponderado (h/dia);
T_1 : tempo de uso declarado pelo usuário na primeira parte do questionário (h/dia);
P_1 : tempo de uso do aparelho "principal" – ou primeiro aparelho (h/dia);
P_n : tempo de uso do *n-ésimo* aparelho (h/dia);
N : Número de aparelhos existentes (em funcionamento) no domicílio.

Consideração a parte merece à iluminação, pois não foram levantadas informações sobre o tempo de uso das lâmpadas e, no caso de Manaus, nem sobre o tipo e a potência das lâmpadas fluorescentes. Quanto à potência, toma-se como referência os índices médios observados nas cidades de Porto Velho e Macapá, os quais são idênticos e iguais a 26,8 W (Tabela 4.3-7).

O tempo de uso foi estimado com base em outros estudos e levantamentos realizados recentemente. Conforme mostra a Tabela 5.2-8, os índices variam muito de uma região para outra e são fortemente correlacionados à posse, já que se referem ao tempo médio de uso por lâmpada. Os dois primeiros casos (França e Vila Campinas-AM), são opostos e atípicos em relação à região de estudo, devido às características sócio-econômicas dessas regiões. Os outros dois casos apresentam valores intermediários e mais coerentes. Uma vez que se trata de centros urbanos, toma-se como referência o caso de Fortaleza.

[13]Embora os entrevistadores tenham sido treinados para assim proceder, segundo consta nos relatórios da equipe responsável pelos levantamentos.

Tabela 5.2-8: Posse e tempo de uso das lâmpadas segundo quatro levantamentos realizados.

	França [1]	Campinas-AM [2]	Fortaleza-CE [3]	Ceará-Interior [4]
Posse (lâmpadas/domicílio)	13,5	1,9	6,3	5,8
Tempo de uso diário (horas)	2,2	5,9	4,4	5,2

1) Banco de dados do modelo EVE [INESTENE, 1996]
2) Vila Campinas, município de Manacapuru-AM [CARTAXO et al., 1999]
3) Região Metropolitana de Fortaleza [COELCE, 1997; JANNUZZI et al. 1998]
4) Interior do estado do Ceará [COELCE, 1997]

Há, ainda, uma série de equipamentos cujo tempo de uso não foi levantado, devido à falta de conhecimento dos usuários/informantes e/ou a pouca expressividade do equipamento. Nestes casos, os índices usados foram extraídos do relatório publicado pelo PROCEL/Eletronorte, o qual se refere à pesquisa de posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo na região Norte [PROCEL, 1989]. Detalhes sobre os referidos índices podem ser vistos no Anexo V.

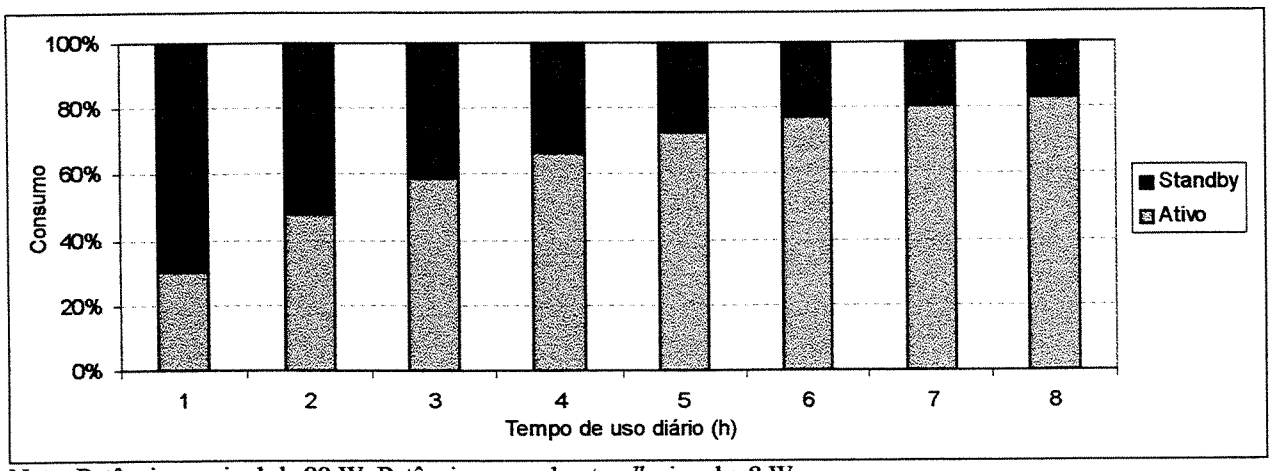
5.2.4 Modo *Standby*

Para a estimativa da potência requerida no modo *standby* (MS) e da parcela de aparelhos que são afetados por essa modalidade operacional, investigou-se alguns trabalhos realizados no exterior, uma vez que se desconhece trabalhos dessa natureza no Brasil.

Dentre os aparelhos que são afetados pelo MS, destaca-se o televisor. Segundo levantamentos feitos na França, a potência de um aparelho de televisor no MS varia entre 5 W e 12 W, com um índice médio de 8 W, e não apresenta relação com a potência nominal, isto é, com o tamanho do equipamento [ANGLADE et al., 1997]. Embora não seja um índice significativo, é fácil deduzir que, ao longo de 365 dias, isso pode ser bastante representativo. De fato, um televisor típico francês possui uma potência nominal média da ordem de 88 W e funciona em média cerca de 4 h por dia, o que significaria um consumo anual de eletricidade de 128 kWh. No entanto, se o aparelho permanece o restante do tempo (20 h/dia) no MS, seu consumo é, na verdade, de 186 kWh/ano, dos quais 58 kWh (31%) devidos ao MS.

A Figura 5.2-1, abaixo, ilustra o que ocorre com o consumo de eletricidade de um televisor com as características técnicas citadas acima, considerando os modos *ativo* e *standby* e um tempo médio de uso diário variando entre 1 e 8 horas. Os dados indicam que o consumo no MS varia

entre 17% e 70% do consumo total, quando o tempo de uso varia entre 1 e 8 horas por dia e o aparelho permanece o restante do tempo em *standby*. Assim, se o tempo de uso for inferior a 2,2 horas por dia, mais que 50% do consumo de energia podem ser devidos ao MS.



Nota: Potência nominal de 88 W; Potência no modo *standby* igual a 8 W.

Figura 5.2-1: Consumo de eletricidade de um televisor hipotético - modo *ativo x standby* (%).

Outros levantamentos indicam que 50% dos televisores franceses são afetados pelo MS, donde se conclui que cerca de 15% do consumo de eletricidade do parque francês de televisores são devidos à potência requerida no MS [SILDER & BAL, 1997]. Na Argentina, estima-se que 44% dos televisores são afetados pelo MS, e que 13% do consumo de eletricidade do parque total de aparelhos são devidos a esta modalidade operacional [TANIDES, et al., 1998].

Vários outros equipamentos eletrônicos apresentam um consumo significativo de eletricidade no modo *standby*. Dentre esses, destacam-se o conjunto de som e o vídeo cassete. Quanto ao som, ANGLADE et al. (1997) indicam que a potência no MS gira em torno de 5 W. Não há indicação da parcela de aparelhos que são afetados pelo MS. Em relação ao vídeo cassete, os referidos autores indicam um índice médio de 9 W. TANIDES et al. (1998) indicam um índice médio de 8 W no *standby passivo* e 14 W no *standby ativo*[14]. Os autores estimam ainda que 77% dos aparelhos são afetados pelo MS.

[14]Os termos *ativo* e *passivo* são usados para diferenciar os casos em que há ou não uma fita cassete introduzida no interior do aparelho.

Entre outros equipamentos afetados pelo MS, estão o telefone, a secretária eletrônica, o forno de microondas e o rádio relógio. ANGLADE et al. (1997) indicam que a potência desses equipamentos no MS gira em torno de 2 W a 3 W.

Com base nos referidos levantamentos e hipóteses adicionais (ver notas), a Tabela 5.2-9 apresenta a potência média no MS e a parcela de aparelhos que são afetados por essa modalidade operacional. Esses dados serviram de base para a reconstituição da demanda.

Tabela 5.2-9: Potência no modo *standby* e parcela de aparelhos afetados por essa modalidade operacional - hipóteses para a estimativa do consumo desses equipamentos na região de estudo.

Equipamento	Microondas	Secretária eletrônica	Conjunto de som	Televisor	Vídeo cassete
Potência em *standby* (W)	2	3	5	8	8
Aparelhos afetados (%)	77	77	44	44	77

Hipóteses: para a potência, considerou-se os dados da França, porque se trata de vários levantamentos e de um maior número de aparelhos amostrados. Quanto à parcela de aparelhos afetados pelo *standby*, considerou-se os dados levantados na Argentina, por serem estes mais próximos de nossa realidade; uma vez que havia dados somente para o televisor e vídeo cassete, para o som considerou-se o mesmo índice do televisor e para o microondas e a secretária eletrônica, os índices do vídeo.

5.2.5 Consumo de Eletricidade e Estrutura de Uso Final

a) Manaus

A partir dos dados levantados pela pesquisa de campo, das informações coletadas junto aos fabricantes de equipamentos, institutos de pesquisa e demais fontes consultadas, além das hipóteses e considerações feitas anteriormente, a Tabela 5.2-10 apresenta o parque de aparelhos, a potência média horária, o tempo de uso diário e o consumo mensal de eletricidade dos eletrodomésticos encontrados na cidade de Manaus.

Segundo essas estimativas, o consumo residencial de eletricidade em Manaus, em janeiro de 1996, teria sido igual a 46.535 MWh. Confrontando esse valor com aquele indicado pela Eletronorte, (53.355 MWh), observa-se uma coerência satisfatória. Quanto ao consumo por classe de consumidores, nota-se valores bastante distintos, como se poderia esperar.

Tabela 5.2-10: Estimativa do parque de aparelhos eletrodomésticos, potência média horária, tempo de uso diário e consumo mensal de eletricidade na cidade de Manaus - Janeiro de 1996.

	Parque de aparelhos (unidades)					Potência média horária (W)					Tempo de uso diário (h)					Consumo de energia (MWh/mês)					
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Ar condicion.	4869	10595	27385	27704	17980	668	653	648	644	689	7,5	5,1	6,2	7,1	9,9	731	1060	3279	3800	3663	12533
Geladeira	43382	67807	58303	20568	9233	64	66	67	69	70	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	2009	3217	2817	1024	464	9532
Ventilador	66401	116120	112632	36519	16522	84	92	93	97	116	5,7	6,2	6,2	5,3	5,1	963	1977	1949	564	297	5750
Lâmp. incand.	129261	198336	217313	115014	56368	53	54	52	51	52	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	905	1.413	1.482	777	384	4.962
Televisor	48252	77978	84805	36099	20409	73	79	82	89	84	4,9	5,6	5,2	5,2	6,8	627	1216	1277	579	392	4091
Freezer	4869	8900	15459	8395	6317	143	116	87	83	92	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	501	741	963	503	419	3127
Lâmp. fluores.	67287	137733	191694	105360	69003	27	27	27	27	27	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	238	487	678	373	244	2020
Som	23462	40684	40194	16790	9233	92	100	100	105	108	3,0	2,8	2,8	2,8	2,7	228	402	403	178	97	1307
Chuveiro	443	1695	4859	5877	1944	3060	3060	3060	3060	3060	0,2	0,6	0,4	1,0	1,9	7	91	178	543	348	1167
Ferro elétrico	38513	60179	53445	17630	7289	454	454	452	458	435	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	121	249	304	113	96	883
Bebedouro	1328	2967	4417	2099	1458	125	123	116	128	140	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	40	87	123	64	49	364
Vídeo K7	5755	7205	22968	9655	7289	24	24	23	23	26	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	28	35	111	47	36	256
Lava-roupas	6640	16104	17226	12173	6803	459	459	385	442	410	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	22	49	36	41	35	182
Liqüidificador	33201	50855	49470	18050	6803	310	308	314	317	316	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	21	31	31	11	4	99
Microondas	0	424	4859	3358	2916	0	730	876	898	874	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2	0	2	43	19	19	83
Seca-roupas	443	424	883	1679	486	1330	1330	1188	1473	1330	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	9	8	16	37	10	80
Sec. cabelos	3099	5509	9276	3358	3887	916	850	824	819	1200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	9	14	23	8	14	68
Rádio	8854	16952	16343	3358	2430	22	19	18	20	15	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	12	19	18	4	2	55
Máq.Costura	6640	13985	12367	7136	972	115	110	108	111	115	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	8	15	13	8	1	45
Aspirador	0	848	1325	1259	486	0	683	774	789	910	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0	4	7	7	3	21
Sec. eletrôn.	0	848	442	420	972	0	30	0	30	30	0,0	6,0	6,0	6,0	6,0	0	6	1	3	6	15
Computador	0	424	0	2519	1944	0	100	0	100	100	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0	1	0	8	6	15
Enceradeira	885	1695	3975	1259	0	320	250	263	297	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	1	2	4	1	0	9
Forno elétrico	1328	848	442	420	972	693	392	0	600	540	0,1	0,2	0,0	0,3	0,1	3	2	0	2	1	8
Batedeira	3541	8900	10159	5037	3402	165	161	168	187	180	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	1	2	1	1	5
Espr de frutas	2656	6357	8834	7975	3402	195	159	175	166	183	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	1	2	1	1	5
Máq.escrever	0	0	1325	420	486	0	0	140	140	140	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0	0	3	1	1	5
Apar. de fax	0	0	883	420	972	0	0	50	50	50	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0	0	1	1	1	3
Lava-louça	0	0	0	0	486	0	0	0	0	685	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0	0	0	0	2	2
Motor elétrico	0	424	442	0	486	0	370	200	0	190	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3	0	1	0	0	1	2

A Tabela 5.2-11, abaixo, permite uma comparação entre os valores estimados e aqueles indicados pela Eletronorte. Verifica-se, portanto, maiores diferenças nas classes extremas, porém, as primeiras compensam as últimas. Confrontando as classes intermediárias, particularmente F2 e F3, as quais são naturalmente mais estáveis, nota-se maior coerência entre os resultados. Em resumo, os dados confirmam, mais uma vez, os problemas relacionados ao cadastro de consumidores, na época do levantamento. As estimativas indicam que a companhia subestimava o consumo das primeiras classes e superestimava o consumo das últimas.

Tabela 5.2-11: Consumidores residenciais e consumo de eletricidade (kWh por consumidor) segundo o cadastro da Eletronorte e as estimativas feitas a partir do levantamento de campo - Janeiro/96.

	Número de	Consumo Mensal (kWh)	
	Consumidores	Eletronorte	Estimativa
F1	49.137	60	131
F2	68.231	150	163
F3	57.420	299	239
F4	19.309	707	448
F5	7.289	1.283	909
Total	201.386	262	231

A Figura 5.2-2, abaixo, apresenta a participação relativa de cada equipamento na composição do consumo doméstico de eletricidade em Manaus.

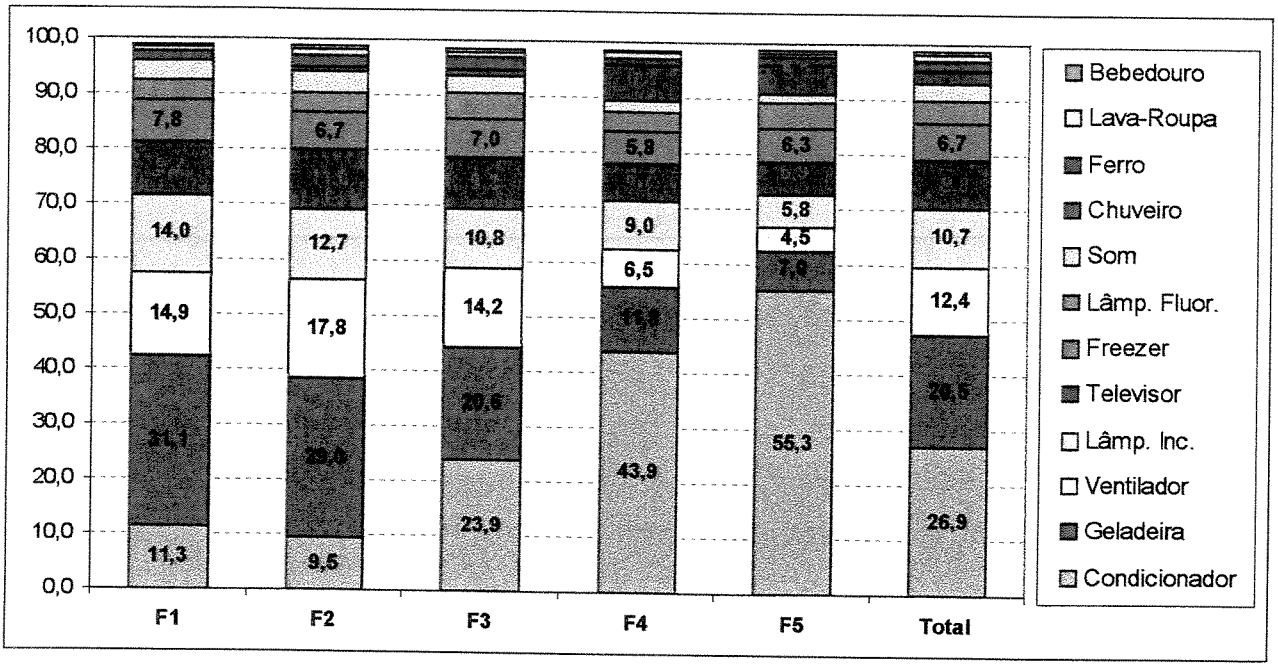


Figura 5.2-2: Participação relativa de cada equipamento na composição do consumo residencial de eletricidade - Manaus, janeiro de 1996.

Observa-se, assim, que o ar condicionado é responsável por cerca de 27% do consumo doméstico de eletricidade em Manaus. Sua participação relativa varia de 10% a 55% entre as classes de consumidores. Em segundo lugar, vem o refrigerador, com cerca de 21% do consumo doméstico. Quanto às variações entre as classes, ocorre naturalmente o inverso do ar condicionado; isto é, os índices são menores em classes mais elevadas. Em terceiro e quarto lugares, vêm o ventilador e as lâmpadas incandescentes, com índices médios de 12,4% e 10,7%, respectivamente. Com comportamentos similares ao refrigerador, embora com menor intensidade, verifica-se menores índices nas classes mais elevadas.

Dentre os demais equipamentos, destacam-se o televisor e o freezer, com índices médios de 8,8% e 6,7%, respectivamente. As variações entre classes são ainda menores, porém, há uma nítida tendência de maiores índices nas classes mais baixas. Em média, todos os demais equipamentos apresentam índices inferiores a 5%. Nas duas últimas classes, destaca-se o chuveiro, cuja participação relativa gira em torno de 6%.

Em resumo, os dados indicam que apenas seis dos trinta equipamentos encontrados são responsáveis por aproximadamente 86% do consumo doméstico de eletricidade em Manaus.

A Figura 5.2-3, abaixo, apresenta a participação relativa dos oito usos finais considerados.

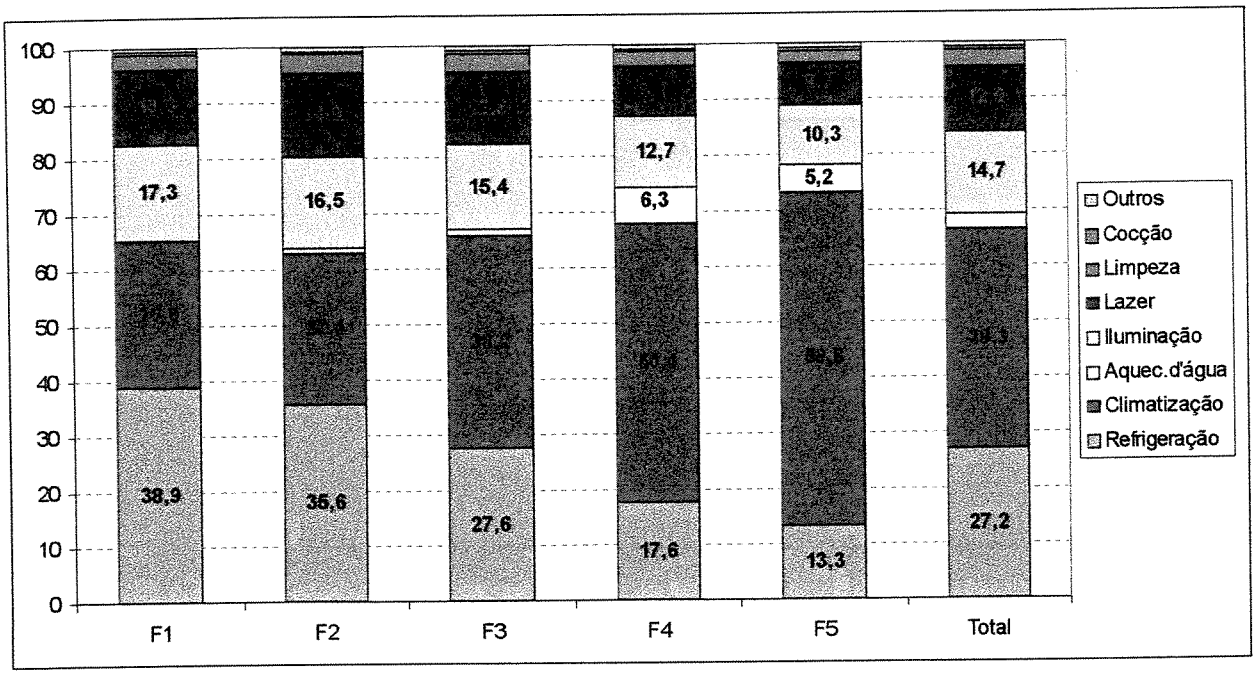


Figura 5.2-3: Estrutura do uso final doméstico de eletricidade na cidade de Manaus - janeiro/96.

Nota-se, portanto, a importância dos usos finais *refrigeração* (geladeira + freezer) e *climatização* (ar condicionado + ventilador/circulador de ar), os quais somam juntos aproximadamente 2/3 do consumo doméstico de eletricidade em Manaus. *Iluminação* e *lazer* representam 14,7% e 12%, respectivamente, totalizando 93,2% do consumo. Dentre os demais usos finais, os quais somam juntos 6,8% do consumo, destacam-se *aquecimento de água* (chuveiro) e *limpeza*, com índices médios de 2,5% e 3,0%, respectivamente.

b) Porto Velho

De modo similar ao que foi feito anteriormente, a Tabela 5.2-12 apresenta o parque de aparelhos, a potência nominal média, o tempo de uso diário e o consumo mensal de eletricidade dos equipamentos encontrados na cidade de Porto Velho, na época do levantamento dos dados.

Tabela 5.2-12: Estimativa do parque de aparelhos eletrodomésticos, potência média horária, tempo de uso diário e consumo mensal de eletricidade na cidade de Porto Velho - Agosto de 1996.

	Parque de aparelhos (unidades)					Potência média horária (W)					Tempo de uso diário (h)					Consumo de energia (MWh/mês)					
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Geladeira	4965	34270	29882	8201	2698	114	133	137	137	133	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	204	1641	1474	404	129	3852
Freezer	0	2826	8941	4543	1799	0	143	189	151	141	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	0	146	608	247	91	1092
Condicionador	0	0	9882	10443	5397	0	0	1219	1221	1263	0,0	0,0	5,3	8,4	9,5	0	0	951	1607	970	3528
Ventilador	4479	49461	61175	12272	4947	53	65	72	74	66	5,6	6,0	6,4	5,8	4,1	40	575	851	157	40	1662
Chuveiro	0	2120	5882	7729	3598	4400	4500	4500	4500	4500	0,0	0,0	0,8	0,8	0,6	0	0	433	602	214	1249
Lâmp. Inc.	19428	176647	145880	44842	20687	50	58	59	53	48	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	128	1345	1138	311	131	3052
Lâmp. Fluor.	4857	24731	63528	24191	5037	20	34	38	23	40	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	13	111	319	73	27	543
Televisor	4047	37096	44234	13158	4047	67	75	66	73	71	5,8	5,8	6,0	5,5	5,5	56	564	618	189	57	1484
Som	1781	19431	20000	4071	1799	70	97	90	118	111	2,3	2,5	2,5	1,4	1,0	12	173	167	27	9	388
Vídeo K7	0	1413	7765	2714	1799	0	21	22	28	27	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0	3	19	7	5	33
Rádio	1349	5299	4471	472	450	22	19	18	20	15	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2	6	5	1	0	14
Lava-Roupa	1349	19431	20000	4543	1349	222	302	331	380	585	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	4	107	113	29	12	265
Seca-Roupa	0	353	471	472	0	0	1400	1450	1400	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0	4	5	5	0	13
Lava-Louça	0	0	471	0	450	0	0	1370	0	1370	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0	0	0	0	2	2
Ferro	2698	31796	23058	5900	1799	1017	996	1031	1023	1050	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	9	130	134	38	26	337
Aspirador	0	0	0	472	0	0	0	0	1000	0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	3	0	3
Enceradeira	0	2120	2823	885	450	0	250	263	297	320	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0	2	3	1	0	6
Forno Elét.	0	0	0	0	450	0	0	0	0	1350	0,1	0,2	0,0	0,3	0,1	0	0	0	0	1	1
Microondas	0	353	1412	1829	1349	0	1140	1368	1403	1365	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2	0	2	12	10	9	32
Batedeira	0	6359	6823	1357	450	0	161	168	187	180	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	1	1	0	0	3
Liqüidificador	2267	30030	22588	5428	1799	310	308	314	317	316	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	19	14	3	1	39
Espr. Frutas	0	5299	8706	1357	1349	0	159	175	166	183	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	1	2	0	0	3
Bebedouro	0	0	1412	1829	899	0	0	116	128	140	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	0	0	29	42	23	94
Máq. Escr.	0	0	0	0	0	0	0	140	140	140	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0
Máq.Cost.	0	4946	5412	0	0	0	110	108	0	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0	5	6	0	0	11
Computador	0	353	941	885	450	0	100	100	100	100	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0	1	0	3	1	5
Secr. Eletr.	0	0	471	0	0	0	0	30	0	0	0,0	6,0	6,0	6,0	6,0	0	0	3	0	0	3
Sec.Cabelo	0	2120	2353	885	899	0	850	824	819	1200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	5	6	2	3	17
Motor Elét.	0	1060	2353	472	899	0	370	200	200	190	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3	0	2	2	0	1	5

Uma comparação entre essas estimativas e os dados fornecidos pela concessionária de eletricidade (CERON) seria muito prejudicada pela existência de um número ainda maior de consumidores taxados (isto é, sem medidor de energia)[15].

A participação relativa dos principais equipamentos na composição do consumo residencial de eletricidade em Porto Velho, segundo os dados levantados e a metodologia empregada na reconstituição da demanda, é apresenta na Figura 5.2-4, a seguir.

De um modo geral, nota-se uma estrutura similar àquela observada em Manaus, com destacam para o ar condicionado, a geladeira e o ventilador, os quais somam juntos aproximadamente 60% do consumo. Contudo, o chuveiro elétrico modifica um pouco a estrutura de uso final, particularmente nas duas últimas classes, onde ele representa 16% e 12,2% do consumo, em F4 e F5, respectivamente.

[15]Na época do levantamento dos dados, estima-se que cerca de 45% dos consumidores não possuíam medidor.

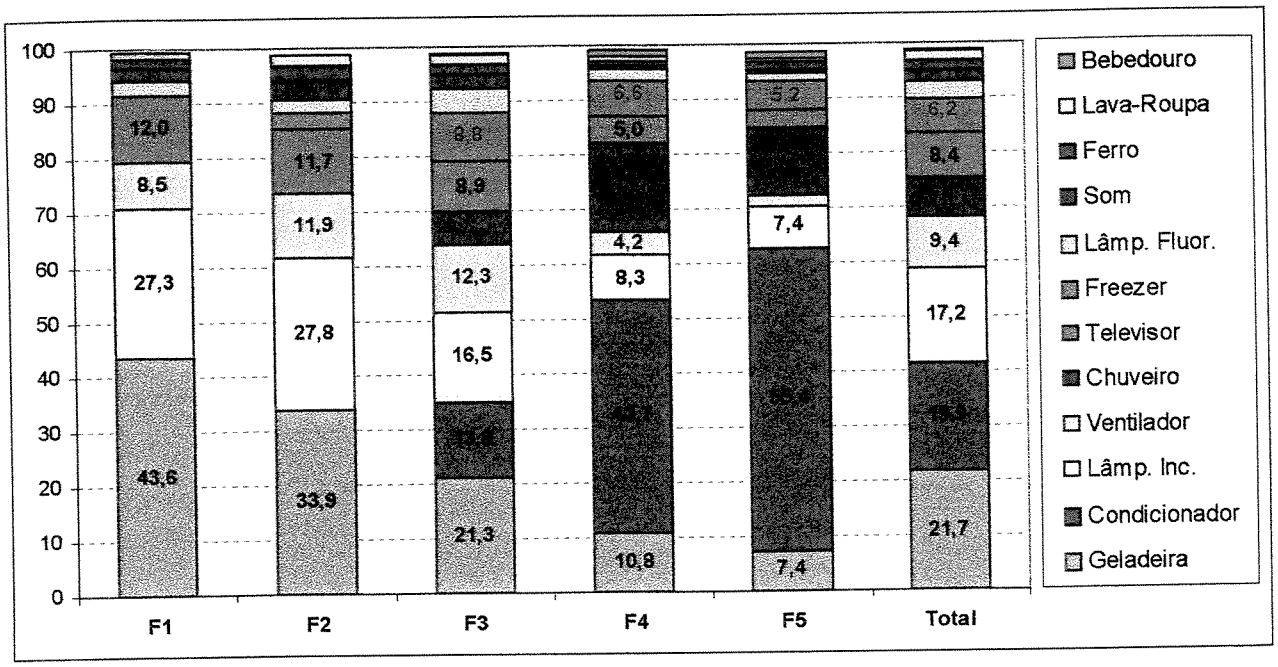


Figura 5.2-4: Participação relativa de cada equipamento na composição do consumo residencial de eletricidade - Porto Velho, agosto de 1996.

A participação relativa de cada um dos oito usos finais considerados é apresenta na Figura 5.2-5, abaixo. Verifica-se, portanto, a importância da refrigeração e da iluminação nas duas primeiras classes e o destaque da climatização nas duas últimas. Maiores detalhes são apresentados na comparação entre as três cidades (item d).

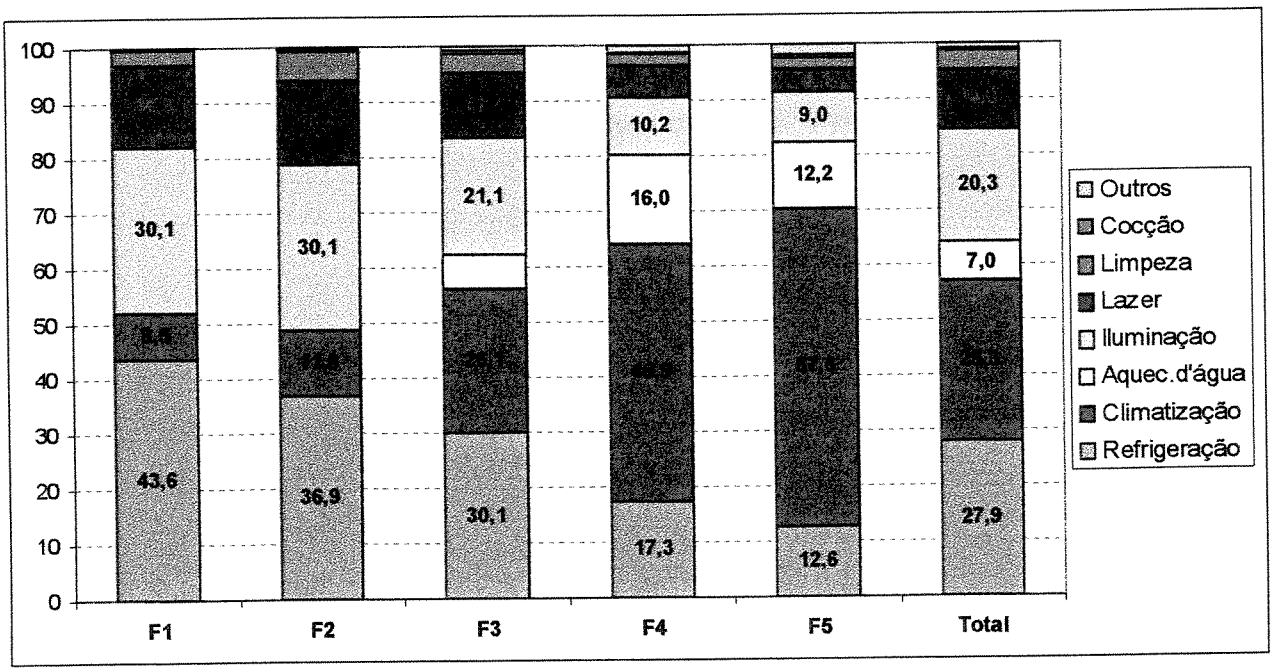


Figura 5.2-5: Estrutura do uso final doméstico de eletricidade na cidade de Porto Velho - Agosto/96.

c) Macapá

Segundo os dados e procedimentos descritos, a Tabela 5.2-13, a seguir, apresenta os resultados referentes à cidade de Macapá. Novamente, uma comparação com os dados fornecidos pela concessionária local de energia elétrica (CEA- Companhia de Eletricidade do Amapá) seria prejudicada pela existência de uma grande parcela de consumidores taxados (cerca de 45% na época do levantamento dos dados - julho de 1996).

Tabela 5.2-13: Estimativa do parque de aparelhos eletrodomésticos, potência média horária, tempo de uso diário e consumo mensal de eletricidade na cidade de Macapá - Julho de 1996.

	Parque de aparelhos (unidades)					Potência média horária (W)					Tempo de uso diário (h)					Consumo de energia (MWh/mês)					
	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Geladeira	7523	22121	26044	7504	1595	134	135	147	135	120	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	363	1075	1378	365	69	3250
Freezer	3161	9784	9879	1201	399	136	173	159	148	175	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	155	609	565	64	25	1419
Condicionador	822	1914	10552	6303	5185	1200	1278	1352	1347	1388	3,6	2,8	8,3	10,4	13,5	54	103	1786	1325	1454	4721
Ventilador	9483	31905	39066	19359	2393	95	96	96	112	102	5,6	5,8	6,3	6,3	4,3	150	533	708	408	31	1831
Chuveiro	0	425	1123	1576	1994	4500	4500	4500	4500	4500	0,2	0,6	0,4	1,0	1,9	0	23	41	146	357	566
Lâmp. Inc.	22759	78699	98787	38268	16431	60	54	51	59	48	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	179	563	662	297	104	1805
Lâmp. Fluor.	10115	36159	76335	44271	16750	24	23	25	23	33	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	32	110	252	134	73	601
Televisor	7144	24035	31881	15007	5583	66	72	71	71	78	5,8	5,7	5,5	6,3	5,7	98	348	444	234	86	1211
Som	3983	9359	14144	5553	2393	105	98	89	111	125	3,2	2,9	2,8	3,0	2,6	47	96	129	64	27	363
Vídeo K7	1201	1489	3592	3151	798	27	24	26	21	50	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3	4	9	7	3	26
Rádio	1960	6594	4715	3151	798	22	19	18	20	15	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3	7	5	4	1	20
Lava-Roupa	3540	12549	17288	4727	1595	305	296	372	354	463	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	16	68	109	28	11	232
Seca-Roupa	0	0	449	0	399	0	0	1100	0	1100	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0	4	0	3	7
Lava-Louça	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1370	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0	0	0	0	0	0
Ferro	4741	16591	21329	7128	1595	1067	1055	1086	1056	1050	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	16	72	131	48	23	289
Aspirador	0	0	0	0	798	0	0	0	0	750	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	4	4
Enceradeira	822	2340	2470	375	0	320	250	263	297	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	1	2	3	0	0	6
Forno Elét.	0	425	0	0	0	1733	980	0	1500	1350	0,1	0,2	0,0	0,3	0,1	0	1	0	0	0	1
Microondas	0	425	449	825	399	0	1140	1368	1403	1365	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2	0	2	4	4	3	12
Batedeira	379	1489	4266	1576	399	165	161	168	187	180	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	1	0	0	1
Liqüidificador	4362	17016	18859	6303	1994	310	308	314	317	316	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	3	10	12	4	1	30
Espr. Frutas	822	1276	3592	3527	1196	195	159	175	166	183	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	1	1	0	2
Bebedouro	0	0	449	1201	798	125	123	116	128	140	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	0	0	9	28	20	57
Máq.Cost.	0	1914	2694	1951	1595	115	110	108	111	115	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0	0	4	3	3	10
Computador	0	0	0	0	399	0	100	0	100	100	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0	0	0	0	1	1
Sec.Cabelo	0	1914	2694	1951	1196	916	850	824	819	1200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	5	7	5	4	21
Motor Elét.	1201	0	449	825	798	0	370	200	0	190	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3	0	0	0	0	1	2

O peso relativo dos principais eletrodomésticos na composição do consumo residencial é mostrado na Figura 5.2-6, abaixo.

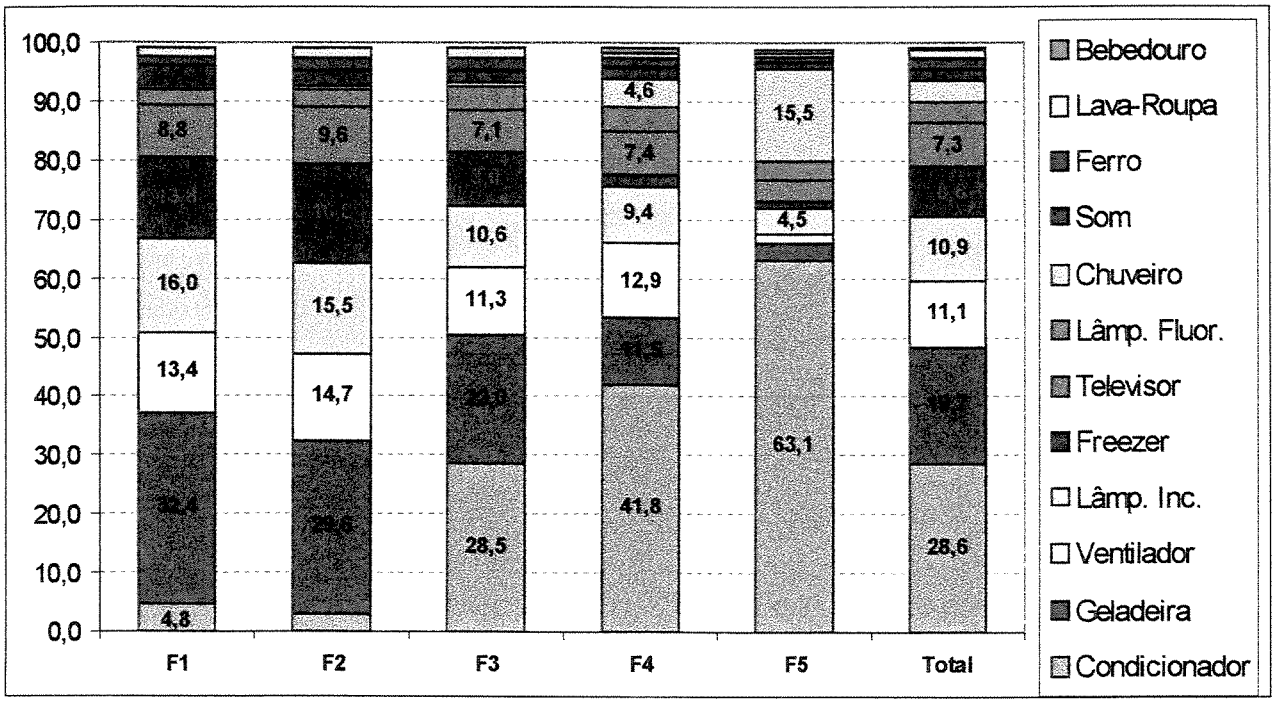


Figura 5.2-6: Participação relativa de cada equipamento na composição do consumo residencial de eletricidade - Macapá, julho de 1996.

De modo ainda mais acentuado que em Manaus, o ar condicionado é responsável por quase 30% de todo o consumo doméstico de eletricidade em Macapá, chegando a 63% na classe de consumidores com estrato mensal de consumo superior a 1.000 kWh (F5). Os demais equipamentos e usos finais (Figura 5.2-7, abaixo) apresentam índices similares àqueles observados na cidade de Manaus.

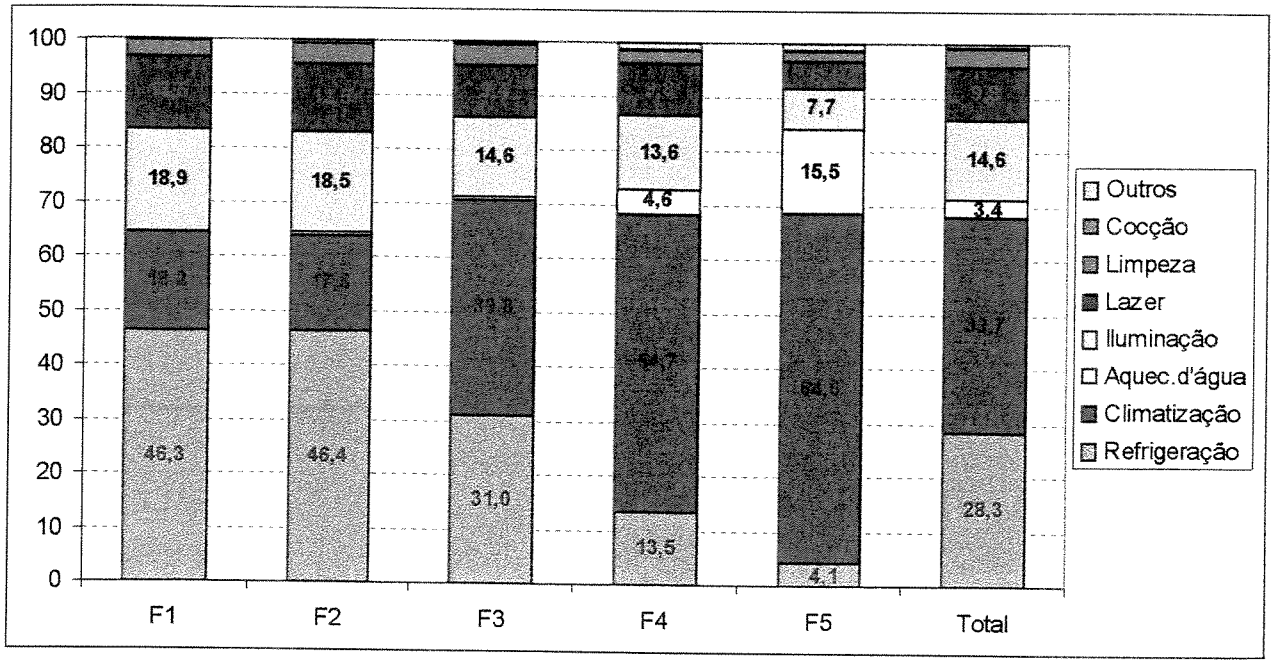


Figura 5.2-7: Estrutura do uso final doméstico de eletricidade na cidade de Macapá - Julho de 1996.

d) Síntese dos Resultados

Conforme já mencionado, as cidades de Manaus e Macapá apresentam maior similaridade na estrutura de uso final (ver Tabela 5.2-14 e Figura 5.2-8, abaixo). A razão principal desta similaridade é o clima das duas cidades, onde é normalmente desnecessário o aquecimento de água para banho; o que não ocorre em Porto Velho.

Tabela 5.2-14: Estrutura do uso final doméstico de eletricidade nas três cidades pesquisadas - 1996.

	Manaus						Porto Velho						Macapá					
	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Climatização	26,3	27,4	38,2	50,4	59,8	39,3	8,5	11,9	26,1	46,9	57,6	29,3	18,2	17,5	39,8	54,7	64,5	39,7
Refrigeração	38,9	35,6	27,6	17,6	13,3	27,2	43,6	36,9	30,1	17,3	12,6	27,9	46,3	46,4	31,0	13,5	4,1	28,3
Iluminação	17,3	16,5	15,4	12,7	10,3	14,7	30,1	30,1	21,1	10,2	9,0	20,3	18,9	18,5	14,6	13,6	7,7	14,6
Lazer	13,6	14,9	12,8	9,1	7,7	12,0	14,8	15,4	11,7	5,9	4,1	10,8	13,5	12,5	9,4	9,8	5,1	9,8
Aquec.d'água	0,1	0,8	1,3	6,3	5,2	2,5	0,0	0,0	6,3	16,0	12,2	7,0	0,0	0,6	0,7	4,6	15,5	3,4
Limpeza	2,7	3,5	3,2	2,7	2,2	3,0	2,8	5,0	3,7	2,0	2,3	3,5	2,9	3,9	3,9	2,4	1,8	3,3
Cocção	0,4	0,3	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3
Outros	0,7	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,0	0,3	0,7	1,2	1,6	0,8	0,0	0,1	0,3	1,1	1,3	0,6

A diferente estrutura de uso final em Porto Velho deve-se também à maior presença de lâmpadas incandescentes nesta cidade, as quais constituem 77% do estoque total de lâmpadas, contra 55% em Manaus e 58% em Macapá.

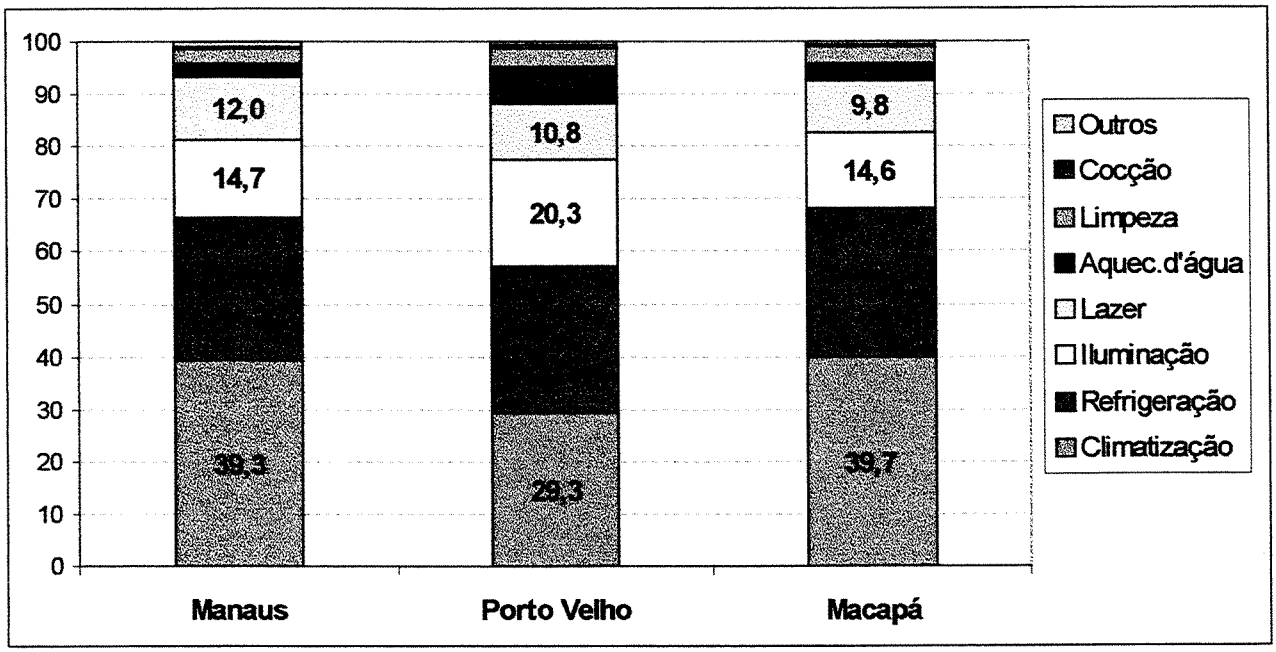


Figura 5.2-8: Estrutura do uso final doméstico de eletricidade nas três cidades pesquisadas - 1996.

5.3 Elaboração e Análise da Curva de Carga

5.3.1 Considerações Iniciais

Conforme indicado anteriormente, para a estimativa da *curva de carga*[16] de um equipamento, num dado subsetor ou classe de consumidores, é necessário saber os intervalos horários em que o uso ocorre, o número de aparelhos em funcionamento em cada um desses intervalos e a potência média requerida. Quanto à potência, valem as mesmas considerações feitas na Seção 5.2.2. Em relação aos demais parâmetros, estes serão analisados a seguir.

Quando se considera um único consumidor ou aparelho, a curva de carga tende a apresentar um comportamento muito pouco previsível. Por mais longa que seja uma série de medições, seria difícil prever com segurança a ocorrência do uso num dado instante qualquer do dia; mesmo que

esse consumidor possuísse hábitos bastante rígidos de uso do equipamento. Por outro lado, quando se considera um número relativamente grande de consumidores, pode-se prever com maior facilidade a ocorrência do uso, através de cálculos probabilísticos.

Outro aspecto que influencia muito nesse tipo de exercício é a amplitude dos intervalos de tempo considerados. Pode-se prever com relativa facilidade a ocorrência do uso num dado intervalo horário (60 minutos); mas poderá ser pouco previsível a ocorrência num dado instante qualquer desse intervalo. Logicamente, quanto maior o intervalo de tempo maior a probabilidade de ocorrência do uso, porém, menor a precisão do momento em que ocorre e da amplitude ou intensidade da carga máxima.

FERRARI (1996) ilustra dois casos em que foram feitas medições de uma mesma carga, considerando cinco intervalos de integração: 5, 10, 15, 30 e 60 minutos. No primeiro caso, analisou-se a carga de um único consumidor, durante um período de 20 dias. Com intervalos de integração de 5 minutos, a curva indica que a demanda máxima apresentou um valor índice igual a 2,5; com intervalos de 15 minutos, esse índice cai para menos de 2 e, quando se toma intervalos de 60 minutos, o pico apresenta um índice inferior a 1,5. No segundo caso, foram feitas medições da carga de um conjunto de consumidores ligados a um mesmo transformador. Observou-se valores bem mais estáveis, porém, à medida que aumenta o intervalo de integração, reduzem-se os índices relativos à demanda máxima.

Conforme já mencionado, não foram feitas medições em nenhum dos casos analisados neste trabalho. Assim, as estimativas da curva de carga serão feitas com base nos intervalos horários em que os consumidores declararam o uso habitual dos equipamentos. Foram considerados intervalos de uma hora[17], visando facilitar o levantamento dos dados e, principalmente, garantir um certo nível de confiabilidade das informações prestadas. Desse modo, a curva de carga estimada refere-se à demanda média horária dos equipamentos.

A seguir, apresenta-se os procedimentos adotados no levantamento do fator de simultaneidade do uso, assim como os resultados obtidos para os principais equipamentos.

---

[16]Representação gráfica da potência requerida por um ou mais equipamentos, ao longo das 24 horas do dia.
[17]Com exceção de dois períodos, a saber: 00:00 h às 05:00 h e 22:00 h às 24:00 h.

5.3.2 Fator de Simultaneidade do Uso

Uma vez conhecida a potência média horária do equipamento, resta saber a parcela de aparelhos em uso em cada intervalo horário. Em outras palavras, a porcentagem de aparelhos cujo uso coincide num dado instante ou intervalo de tempo, o que é denominado *fator de simultaneidade* ou *coincidência do uso*. Este índice é levantado normalmente através de medições e cálculos probabilísticos, tomando-se como referência um número considerável de aparelhos e um tempo razoável de medição.

No caso das cidades analisadas por este trabalho, foram levantados apenas os intervalos horários em que o uso ocorre habitualmente. Assim, mesmo que todos os consumidores amostrados tenham declarado o uso de um equipamento num dado intervalo horário, não se deve esperar que todos os aparelhos sejam usados simultaneamente nesse intervalo de tempo. Isto por duas razões, a saber: em primeiro lugar, porque se trata de um uso *habitual*, isto é, *provável*; em segundo, porque, ainda que a ocorrência do uso fosse *certa*, na grande maioria dos casos, o tempo efetivo de uso do aparelho é muito inferior àquele em que a ocorrência do uso foi declarada[18].

Desse modo, o *fator de simultaneidade do uso* num dado intervalo horário foi calculado multiplicando-se a parcela de aparelhos cujo uso foi declarado pela razão entre o tempo efetivo de uso e aquele correspondente a soma dos intervalos horários em que o uso foi declarado. Isto faz com que a curva de carga estimada, a qual se refere à demanda média horária, seja coerente com o consumo estimado no capítulo anterior; isto é, a integração dos intervalos horários fornece o consumo de eletricidade do equipamento.

Para a grande maioria dos equipamentos, não foram levantadas informações sobre os intervalos horários em que o uso ocorre. Muitos deles são pouco significativos em termos de potência requerida e, portanto, não compensariam o trabalho de estimativa da probabilidade de ocorrência do uso. Há outros, porém, como o ventilador e as lâmpadas, por exemplo, cujo trabalho seria devidamente justificado (considerações a parte serão feitas sobre esses casos, no final desta seção).

[18]Tome-se como exemplo o chuveiro elétrico, cujo tempo médio efetivo de uso diário é inferior a 60 minutos, ao passo que o uso ocorre habitualmente em três intervalos horários, a saber: entre as 07:00 e 08:00 h da manhã, das 13:00 às 14:00 h e entre as 18:00 e 21:00 h, totalizando 3 horas diárias.

A seguir, apresenta-se as estimativas do fator de simultaneidade do uso de alguns equipamentos, segundo as informações declaradas pelos consumidores amostrados e as considerações feitas anteriormente. As Figuras 5.3-1a e 5.3-1b apresentam os dados relativos ao ar condicionado na cidade de Manaus.

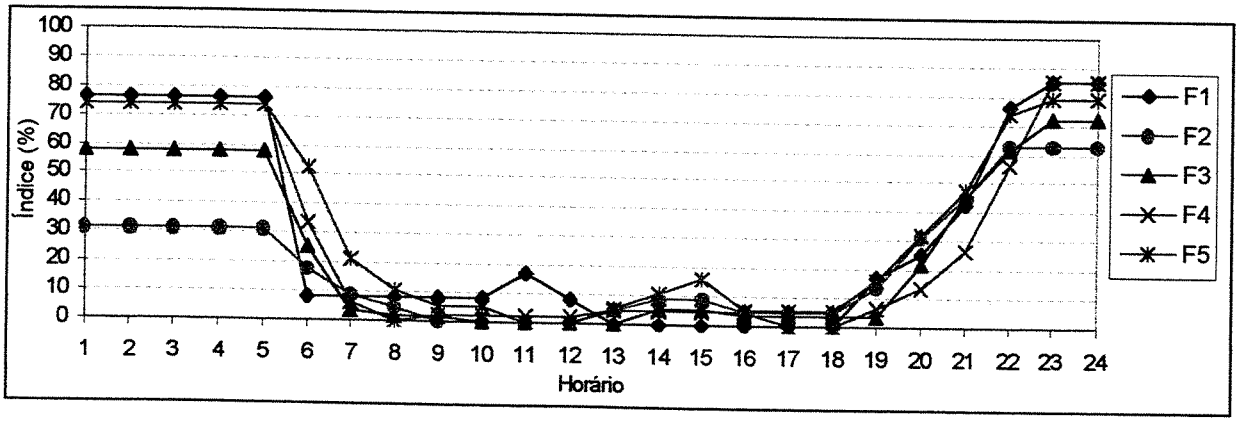


Figura 5.3-1a: Fator de simultaneidade no uso do ar condicionado na cidade de Manaus - dias úteis.

Inicialmente (Figura 5.3-1a), nota-se que, embora se observe diferenças significativas entre as classes, não se verifica nenhuma tendência explícita. A Figura 5.3-1b, abaixo, mostra que não há diferenças significativas entre o uso durante os dias úteis e os fins de semana e feriados.

Nota-se, também, que o uso ocorre predominantemente à noite, particularmente das 23:00 às 24:00 horas, onde cerca de 75% dos aparelhos são usados simultaneamente. Durante as cinco primeiras horas do dia (00:00 h às 05:00 h), o uso do ar condicionado coincide para aproximadamente 60% dos aparelhos.

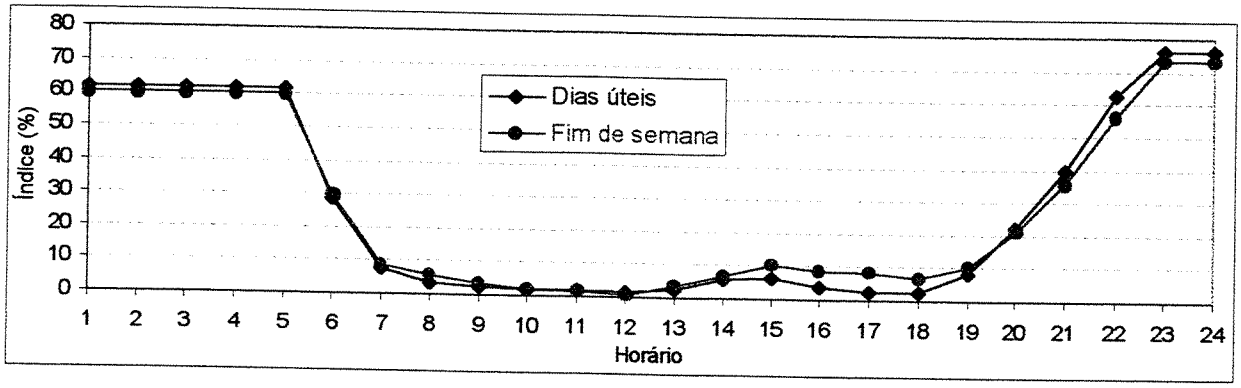


Figura 5.3-1b: Simultaneidade no uso do ar condicionado em Manaus - dias úteis x fim de semana.

Quanto ao televisor (Figuras 6.2-2a e 6.2-2b), observa-se que a demanda máxima ocorre por volta das 20:00 h, onde cerca de 70% dos aparelhos são usados simultaneamente. Nota-se, também, um comportamento similar entre as classes e entre dias úteis e fins de semana/feriados.

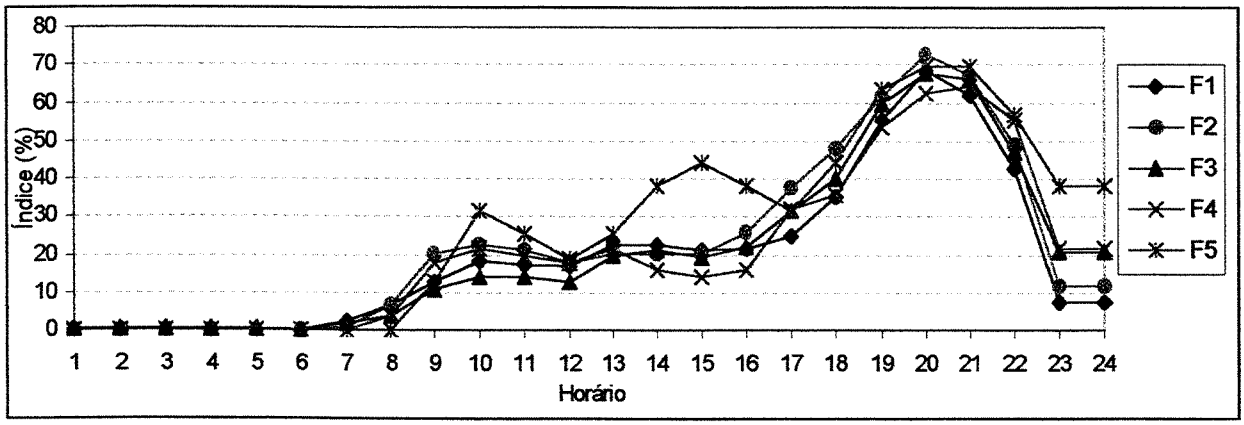


Figura 5.3-2a: Fator de simultaneidade no uso dos televisores na cidade de Manaus - dias úteis.

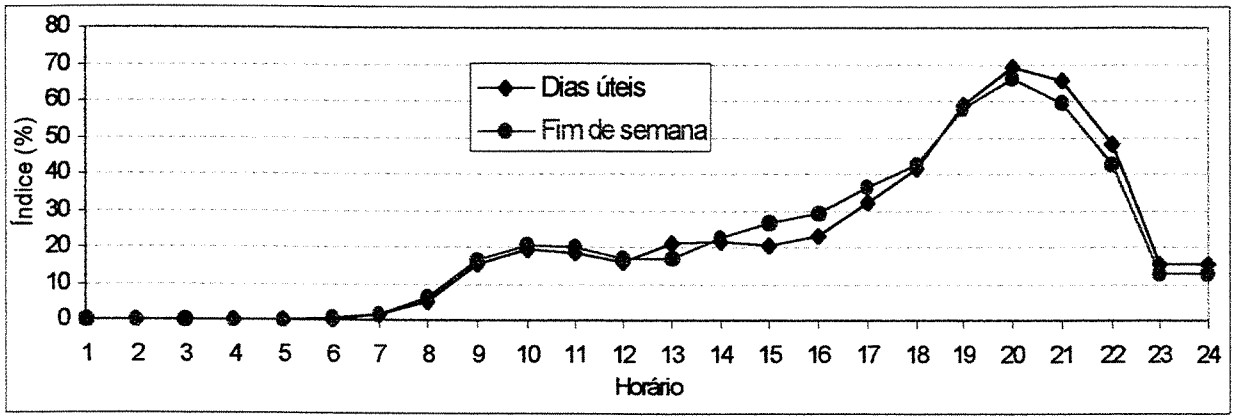


Figura 5.3-2b: Fator de simultaneidade no uso do televisor em Manaus - dias úteis x fim de semana.

O uso do aparelho de som (Figuras 5.3-3a e 5.3-3b) ocorre predominantemente no período matutino, particularmente por volta das 10:00 h, onde se estima que cerca de 50% dos aparelhos são usados simultaneamente. Valem as mesmas observações anteriores em relação às variações entre classes e dias da semana.

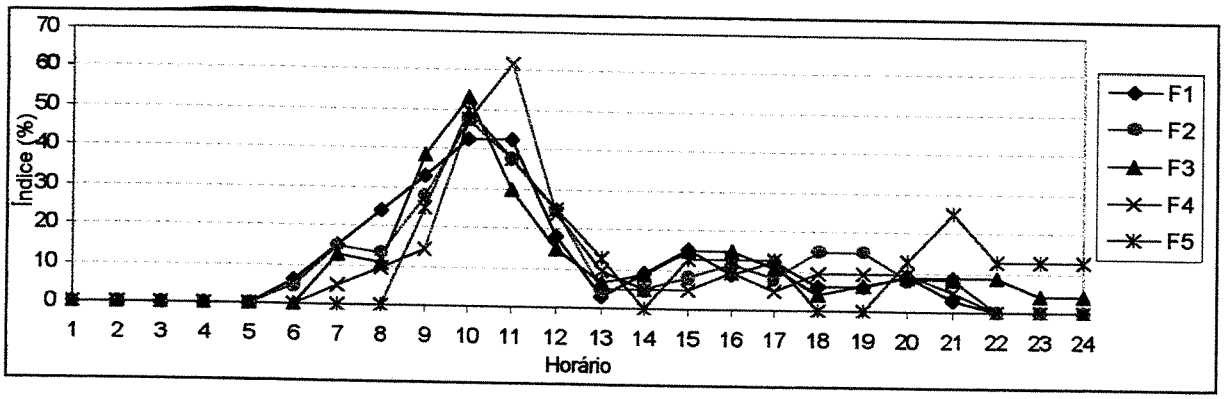


Figura 5.3-3a: Fator de simultaneidade no uso do aparelho de som na cidade de Manaus - dias úteis.

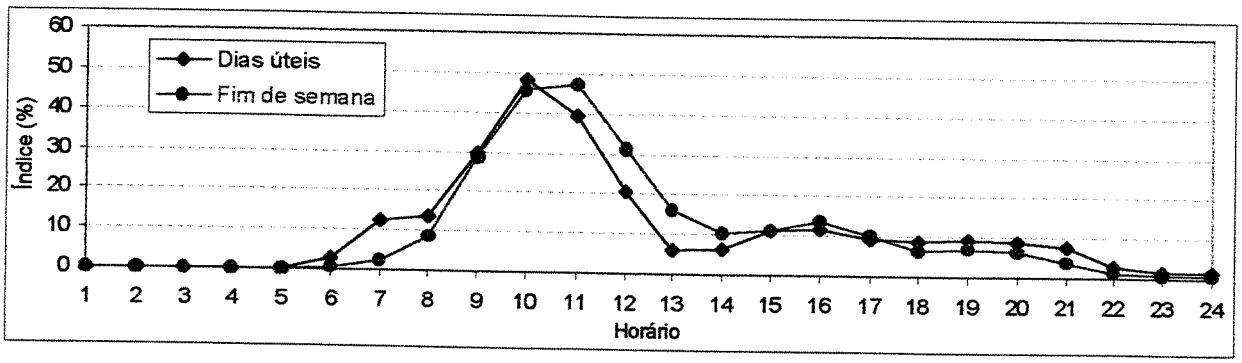


Figura 5.3-3b: Fator de simultaneidade no uso do som em Manaus - dias úteis x fim de semana.

Resultados análogos são observados para os demais equipamentos e cidades, cujos gráficos são apresentados no Anexo VI, visando reduzir o volume de informações similares e ilustrar apenas os procedimentos empregados nas estimativas e os principais resultados obtidos. De um modo geral, conclui-se que não há variações significativas entre dias úteis e fins de semana/feriados nem entre as classes de consumidores e cidades analisadas.

Quanto aos equipamentos cujos intervalos horários de uso não foram levantados, o fator de simultaneidade do uso será estimado com base em outros estudos e levantamento, conforme descrito a seguir.

a) Iluminação

Conforme mencionado anteriormente (item 5.2.3), foi feito recentemente um trabalho de medição do tempo e dos intervalos horários de uso de lâmpadas junto a consumidores residenci-

ais da cidade de Fortaleza [JANNUZZI et al., 1998]. As medições foram feitas numa amostra de 58 lâmpadas, durante um período de aproximadamente 3 semanas, com intervalos de integração de 15 minutos. A Figura 5.3-4, abaixo, apresenta a média dos resultados obtidos.

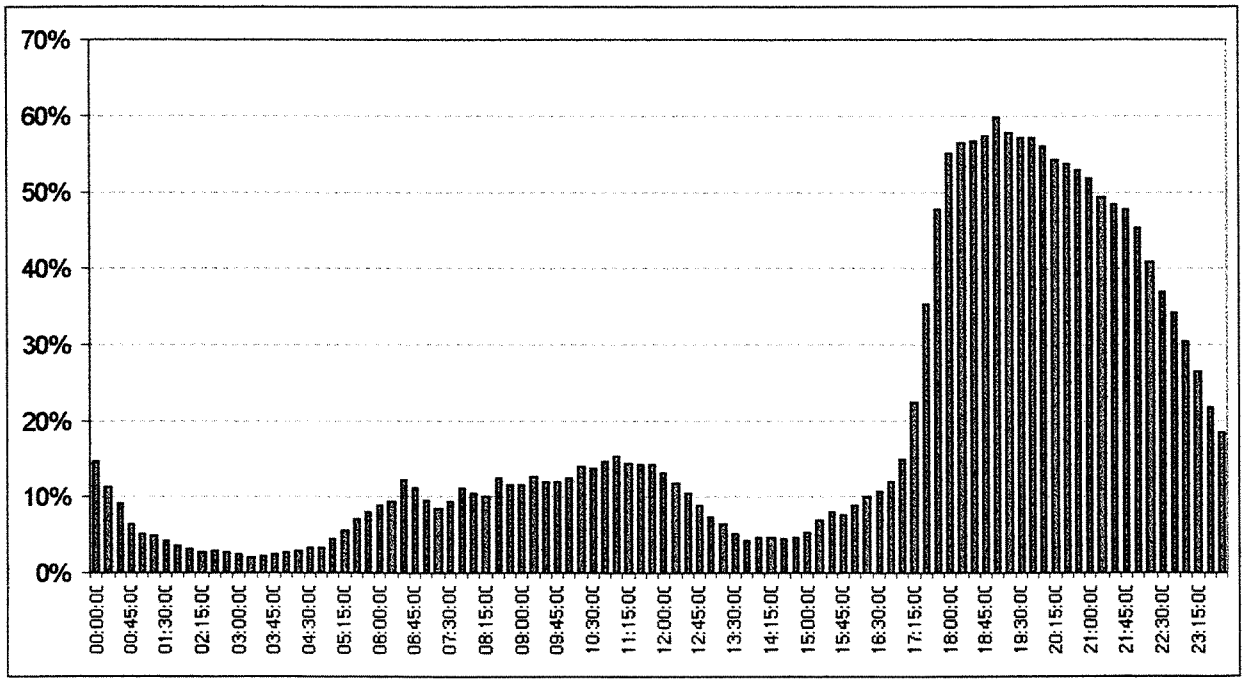


Figura 5.3-4: Fator de simultaneidade no uso de lâmpadas - cidade de Fortaleza.

Observa-se, assim, que a ponta ocorre por volta das 19:00 h, onde o uso coincide para aproximadamente 55% das lâmpadas, caindo para menos de 20% no final da noite (24:00 h). Durante o dia, os índices variam entre cerca de 5% e 15% e por volta das 03:00 h da madrugada o uso é praticamente inexistente.

Na falta de maiores informações, toma-se como referência esses dados, considerando-se, porém, a média horária dos índices[19].

b) Ventilador

Conforme mencionado, não foram levantadas informações sobre os intervalos horários em que ocorre o uso desse equipamento. Foram levantadas, porém, informações sobre o tempo médio de uso diário, considerando-se os três períodos do dia (manhã, tarde e noite). A Tabela 5.3-1,

abaixo, apresenta a distribuição relativa do uso habitual dos aparelhos entre os três referidos períodos do dia, considerando os dias úteis e fins de semana/feriados.

Tabela 5.3-1: Distribuição do uso do ventilador entre os três períodos do dia - cidade de Manaus (%).

	Dias úteis			Fins de semana e feriados		
	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite
F1	5,7	13,3	80,9	7,5	13,3	79,3
F2	4,7	12,7	82,6	4,2	12,7	83,0
F3	7,6	11,3	81,2	7,0	11,9	81,1
F4	9,4	22,1	68,5	9,6	22,0	68,4
F5	10,1	27,4	62,6	5,1	32,9	62,0
Total	6,3	13,6	80,1	6,3	13,9	79,8

Segundo se observa, o uso ocorre predominantemente à noite, particularmente nas classes mais baixas. Nota-se, também, que não há muita diferença entre dias úteis e fins de semana/feriados. Uma comparação desse dados com aqueles referentes ao ar condicionado mostra que há uma forte similaridade entre os dois equipamentos, em termos de distribuição do uso entre os três períodos do dia. Nota-se o mesmo em relação ao tempo médio de uso diário, conforme visto no capítulo anterior.

Na falta de outras informações, uma estimativa do fator de simultaneidade do uso do ventilador pode ser feita com base nos índices relativos ao ar condicionado, ajustados, em cada período, pela diferença entre a distribuição do uso de cada equipamento, conforme indicado na Tabela 5.3-2, abaixo.

Tabela 5.3-2: Razão entre o uso do ventilador e do ar condicionado na cidade de Manaus[20].

	Dias úteis			Fins de semana e feriados		
	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite
F1	0,96	1,13	0,90	1,08	1,07	0,86
F2	1,03	1,05	0,92	1,00	1,03	0,96
F3	1,01	1,09	0,90	1,01	1,08	0,91
F4	1,01	1,19	0,80	0,99	1,19	0,82
F5	1,03	1,21	0,76	0,92	1,21	0,88
Total	0,99	1,10	0,91	0,98	1,08	0,94

[19]Foram realizadas 4 medições por hora. Toma-se como base então a média entre os índices.
[20]A fórmula para a obtenção do referido índice (Z) é a seguinte: Z = 1 + [(A - V)/100], onde A e V se referem à distribuição relativa do tempo diário de uso do ar condicionado e do ventilador, respectivamente.

Seguindo esse procedimento, a Figura 5.3-5 apresenta o fator de simultaneidade do uso do ventilador na cidade de Manaus, tomando-se como referência um dia útil.

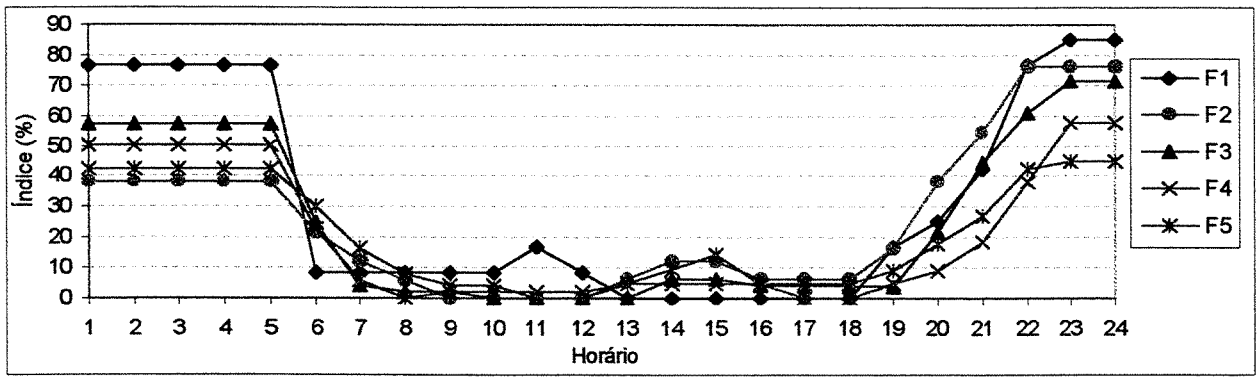


Figura 5.3-5: Fator de simultaneidade do uso do ventilador na cidade de Manaus - dias úteis.

c) Outros Equipamentos

Para os demais equipamentos foram adotados os seguintes procedimentos:

Na categoria de uso final *lazer*, foram encontrados, além do televisor e o som, o vídeo cassete e o rádio. Supõem-se então que o uso do vídeo esteja relacionado ao uso do televisor, já que é necessário que este último esteja ligado para que possa ocorrer o uso do primeiro. Assim, o fator de simultaneidade do uso do vídeo é estimado a partir dos índices levantados para o televisor, os quais são ajustados pela razão entre o tempo médio de uso diário do vídeo e aquele relativo ao televisor. O mesmo procedimento é adotado entre o rádio e o aparelho de som.

Para os equipamentos destinados à cocção ou preparo de alimentos (forno elétrico, liqüidificador, batedeira, espremedor de frutas, etc.), admite-se que o uso ocorre somente nos períodos de refeição, com intervalos de duas horas, isto é, das 7:00 h às 09:00 h, das 11:00 h às 13:00 h e das 19:00 h às 21:00 h, a exemplo do que ocorre com o forno de microondas, cujos dados foram levantados. Outro equipamento cuja ocorrência do uso pode ser restrita a esses intervalos horários é a lavadora de louça. O fator de simultaneidade do uso desses equipamentos é dado pela razão entre o tempo efetivo de uso diário e o tempo máximo possível, isto é, a soma dos intervalos horários em que o uso ocorre, que é igual a 6 horas, neste caso. Como se trata de equipamentos cujo

tempo médio de uso diário é muito reduzido (alguns minutos apenas), é fácil perceber que esses equipamentos serão pouco significativos na composição da demanda.

Para os equipamentos destinados à limpeza ou serviços auxiliares, como o aspirador, a secadora de roupa e a enceradeira, a ocorrência do uso pode ser relacionada ao uso da lavadora de roupa, por exemplo, cujos dados foram levantados. De forma similar aos equipamentos destinados ao lazer, a estimativa do fator de simultaneidade do uso desses equipamentos será feita a partir dos dados levantados para a lavadora de roupa, os quais são ajustados pela razão entre o tempo de uso de cada equipamento e aquele relativo à lavadora de roupa.

Para os demais equipamentos, particularmente os de uso profissional (máquina de costura, microcomputador, máquina de escrever, motor elétrico, etc.), admite-se que o uso ocorre somente nos dias úteis e durante o horário comercial, isto é, das 8:00 h às 12:00 h e das 14:00 h às 18:00 horas.

5.3.3 Estimativa e Análise da Curva de Carga

Com base na potência média horária e no fator de simultaneidade do uso, além da potência requerida no modo *standby* (no caso dos equipamentos eletrônicos), apresenta-se aqui uma estimativa da curva de carga do setor residencial de cada uma das cidades analisadas.

Uma vez que os resultados apresentados anteriormente (item 5.3.2) já deram uma idéia do perfil de carga individual dos principais equipamentos, apresenta-se apenas os resultados mais importantes de cada classe. Para maiores detalhes, ver Anexo VI.

a) Manaus

A Figura 5.3-6, abaixo, apresenta uma estimativa da curva de carga (demanda média horária de um dia útil) residencial para a cidade Manaus, desagregada em oito usos finais.

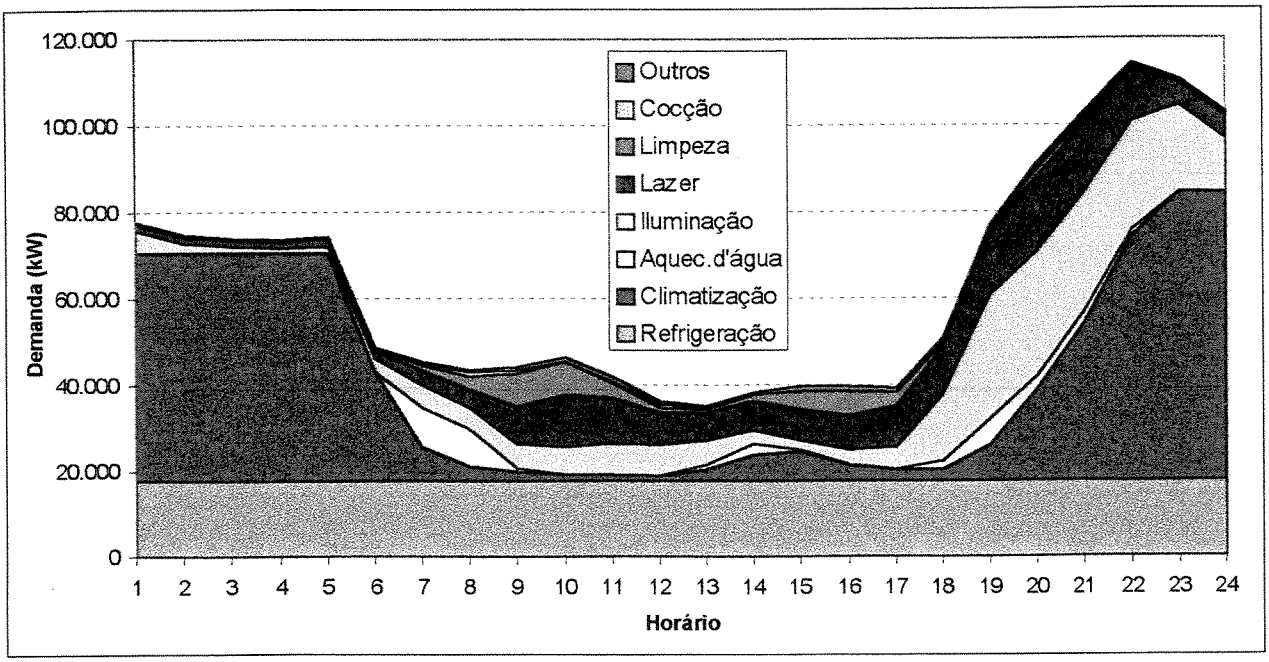


Figura 5.3-6: Estimativa da demanda média horária residencial de eletricidade em Manaus - dia útil.

Conforme se observa, a demanda máxima residencial ocorre por volta das 22:00 h e gira em torno de 115 MW, o que significa aproximadamente 42% do sistema nesse horário (ver Figura 5.3-7, abaixo). Além da refrigeração, iluminação e lazer, cujos equipamentos são bastante usados nesse horário, o pico deve-se principalmente ao uso do ar condicionado e do ventilador (climatização), os quais representam cerca de 50% da demanda máxima residencial.

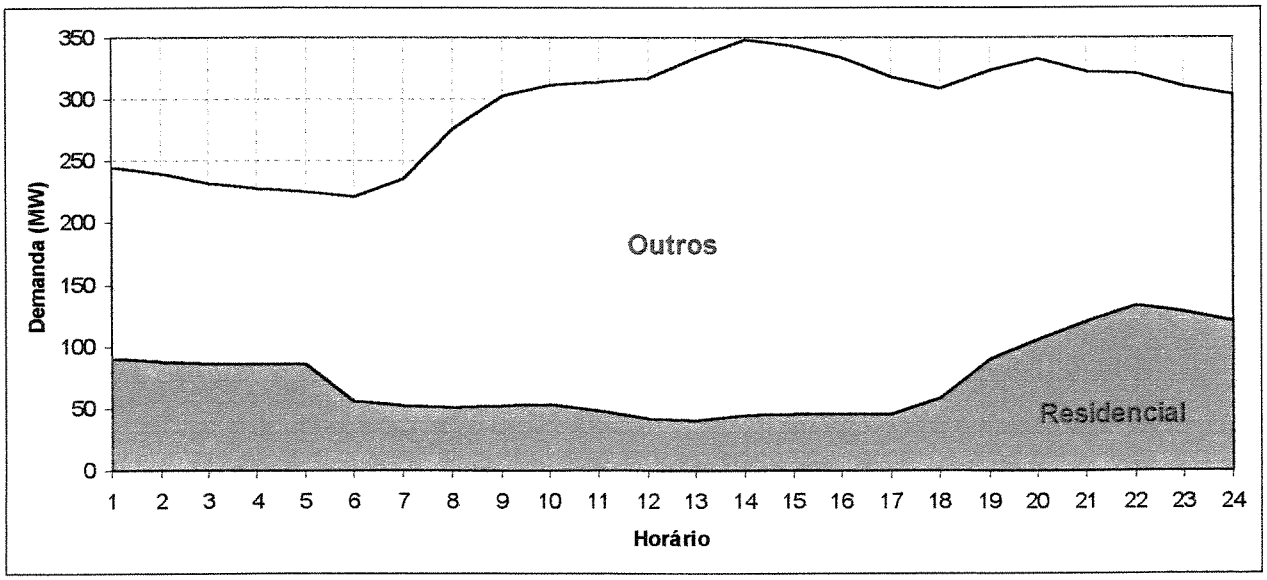


Figura 5.3-7: Curva de carga do Sistema Manaus e estimativa da contribuição do setor residencial - valores correspondentes a um dia útil de janeiro de 1997.

A Figura 5.3-7 mostra que a demanda máxima do Sistema Manaus ocorre por volta das 14:00 horas, onde a contribuição do setor residencial é da ordem de 13% apenas. Rigorosamente, isto sugere que, mantida esta configuração do sistema, *a redução da demanda máxima residencial não seria prioridade em Manaus*. No entanto, observa-se que a demanda do sistema apresenta uma curva pouco acentuada no horário de pico, graças ao funcionamento quase contínuo do setor industrial; ou seja, não há grande diferença entre a demanda máxima do sistema (348 MW) e aquela referente à ponta do setor residencial (322 MW), de modo que uma pequena redução no pico do sistema transfere-o para a o horário de ponta do setor residencial.

Segundo outros estudos e levantamentos [JANNUZZI et al., 1995a], grande parte da demanda máxima do sistema deve-se ao uso generalizado de condicionadores de ar nos setores comercial e público. Uma vez que uso do ar condicionado nestes setores ocorre principalmente durante o dia, uma pequena melhoria na sua eficiência energética transfere o "problema" para o setor residencial, onde o ar condicionado continuaria sendo o grande vilão do sistema.

A Figura 5.3-8 permite uma comparação entre duas classes bastante distintas de consumidores (F1 e F5). Nota-se, portanto, a expressividade da refrigeração na primeira, ocorrendo o inverso na última, onde se destaca a climatização.

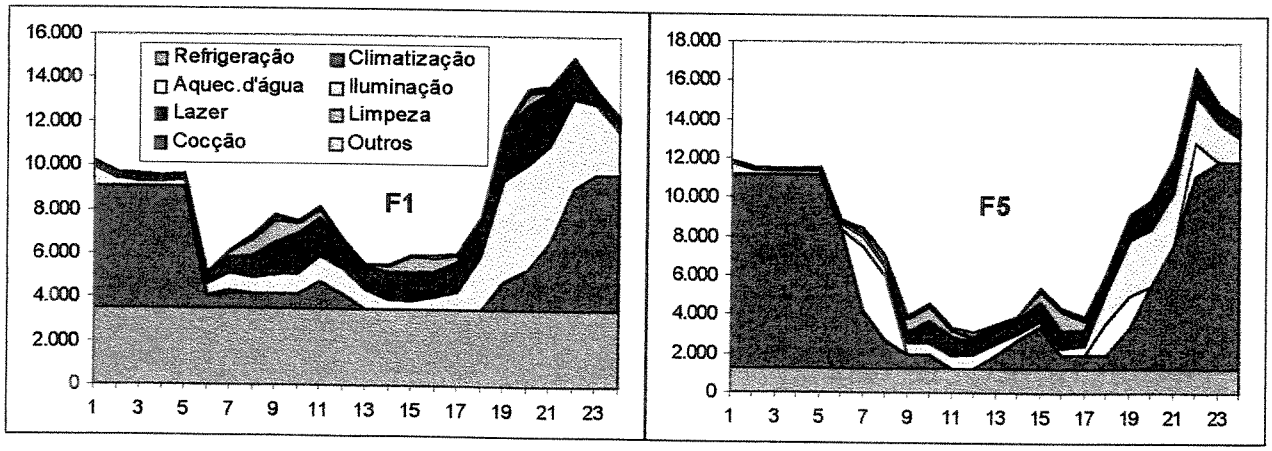


Figura 5.3-8: Demanda média horária por uso final e classe de consumidores (kW) - Manaus - dia útil.

Em decorrência disto, observa-se (ver também Figura 5.3-9) que o fator de carga[21] é ainda menor nas classes mais altas, embora essas classes possuam uma grande variedade de equipa-

[21]Razão entre a demanda mínima e a máxima.

mentos não encontrados nas demais. Em outras palavras, ainda que um maior poder aquisitivo do consumidor proporcione maior difusão de eletrodomésticos, o uso de eletricidade tende a se concentrar em alguns poucos equipamentos e horários do dia.

Padronizando os valores em função do índice máximo, o qual ocorre por voltas das 22 horas, pode-se visualizar melhor o perfil de carga de cada classe, conforme mostra a Figura 5.3-9.

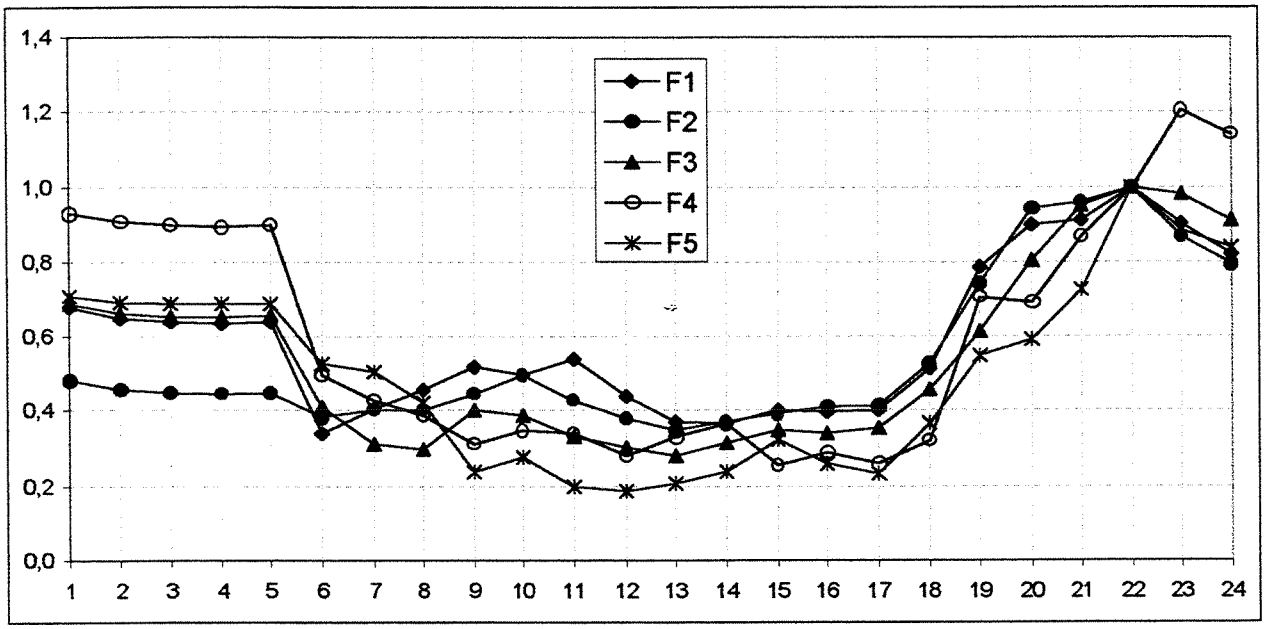


Figura 5.3-9: Perfil de carga de cada classe - valores padronizados (base: 22:00 h = 1,0) - Manaus.

A Figura 5.3-10, abaixo, apresenta uma comparação do perfil da carga estimada com curvas de carga de algumas subestações predominantemente residenciais do Sistema Manaus.

Inicialmente, observa-se maior similaridade no período noturno, devido à influência de outros setores nas curvas das referidas subestações. Nota-se ainda que, segundo essas curvas, a demanda máxima residencial ocorre por volta das 20 horas e não às 22 horas, conforme estimado. Contudo, é provável que nesse horário haja ainda a influência de outros setores, particularmente o comercial. Todas as curvas indicam que, de fato, a demanda começa a crescer rapidamente a partir das 18:00 horas.

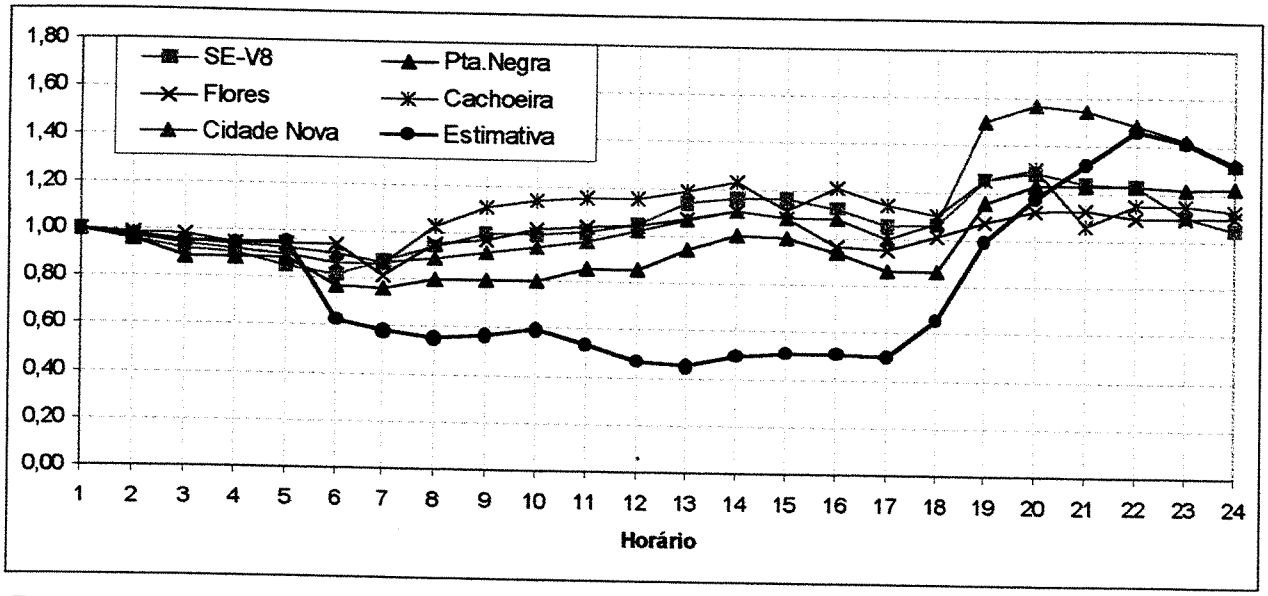


Figura 5.3-10: Comparação entre o perfil de carga estimado e aquele de subestações em que predomina o uso doméstico – Manaus, janeiro de 1997 - (Base: 01:00 h = 1,0).

Em resumo, essas curvas sugerem que as estimativas sobre a curva de carga residencial apresentam resultados satisfatórios. Para uma avaliação mais rigorosa, seria necessário retirar o efeito de outros setores, o que exigiria o auxílio de outros estudos e levantamentos.

b) Porto Velho

Com base nos dados e procedimentos descritos anteriormente, a Figura 5.3-11, a seguir, apresenta uma estimativa da curva de carga residencial na cidade de Porto Velho.

Observa-se, inicialmente, um perfil de carga um tanto distinto daquele observado em Manaus, com um pico às 8 horas da manhã, onde se verifica a maior demanda entre as primeiras 18 horas do dia. O principal responsável por esse pico é o chuveiro elétrico, cujo uso ocorre predominantemente neste horário e o índice de posse é da ordem de 0,27 aparelho por domicílio, contra um índice de apenas 0,07 em Manaus.

A demanda máxima ocorre por volta das 21 horas, uma hora mais cedo que em Manaus. Além da influência do chuveiro, isto deve-se principalmente à iluminação, onde 77% das lâmpadas são incandescentes, contra 55% em Manaus. Em Manaus, a menor demanda ocorre por volta das 13 horas, ao passo que, em Porto Velho, ocorre às 16 horas.

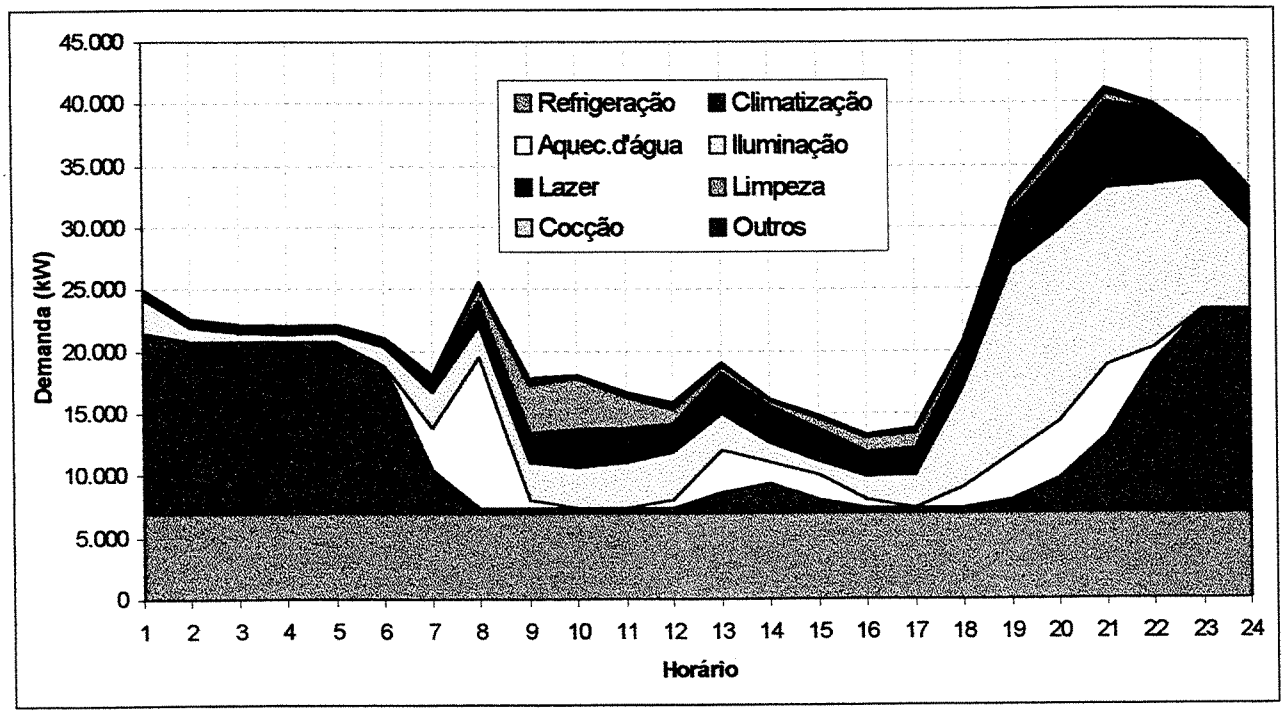


Figura 5.3-11: Estimativa da demanda média horária residencial de eletricidade em P. Velho - dia útil.

De modo ainda mais acentuado que em Manaus, nota-se um perfil de carga muito distinto entre as primeiras e as últimas classes. A Figura 5.3-12 mostra que, em F1, além do televisor, a iluminação é a grande responsável pela formação do pico, o qual ocorre por volta das 20 horas. Nota-se igualmente a expressividade da refrigeração nessa classe. Nas duas últimas, o perfil de carga é fortemente influenciado pelo ar condicionado e o chuveiro elétrico.

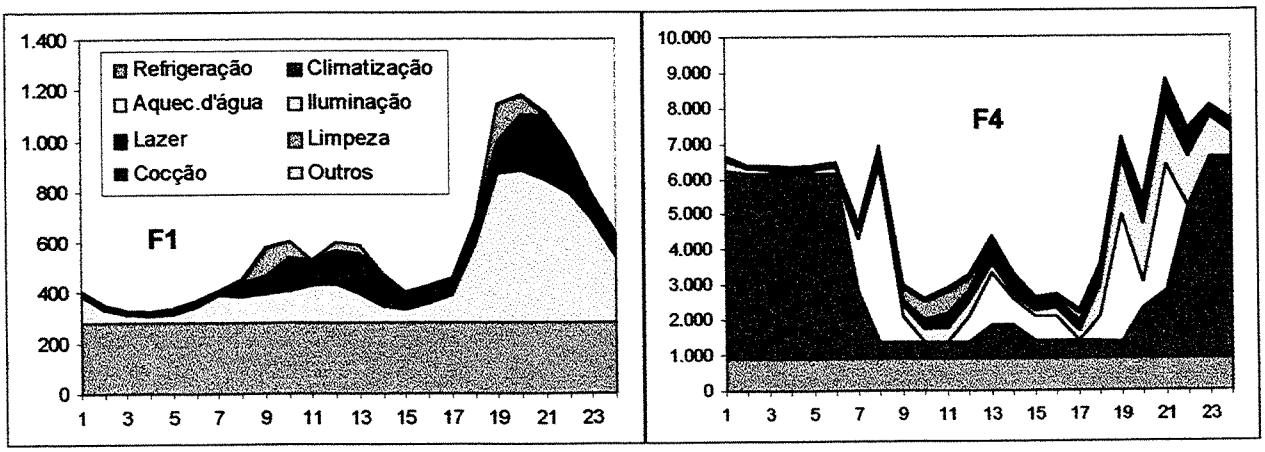


Figura 5.3-12: Demanda média horária por uso final e classe (kW) - Porto Velho - dia útil.

c) Macapá

Conforme se observa (Figura 5.3-13), a curva de carga residencial em Macapá apresenta um perfil muito similar àquele verificado em Manaus. A demanda máxima ocorre também por volta das 22 h e deve-se principalmente ao uso do ar condicionado.

Outro aspecto importante é que a demanda máxima residencial em Macapá é superior àquela observada em Porto Velho, embora Macapá possua quase 13.000 consumidores a menos que Porto Velho. Isto deve-se à maior expressividade do ar condicionado em Macapá, onde é maior o índice de posse e o tempo de uso dos aparelhos, conforme observado no Capítulo 4.

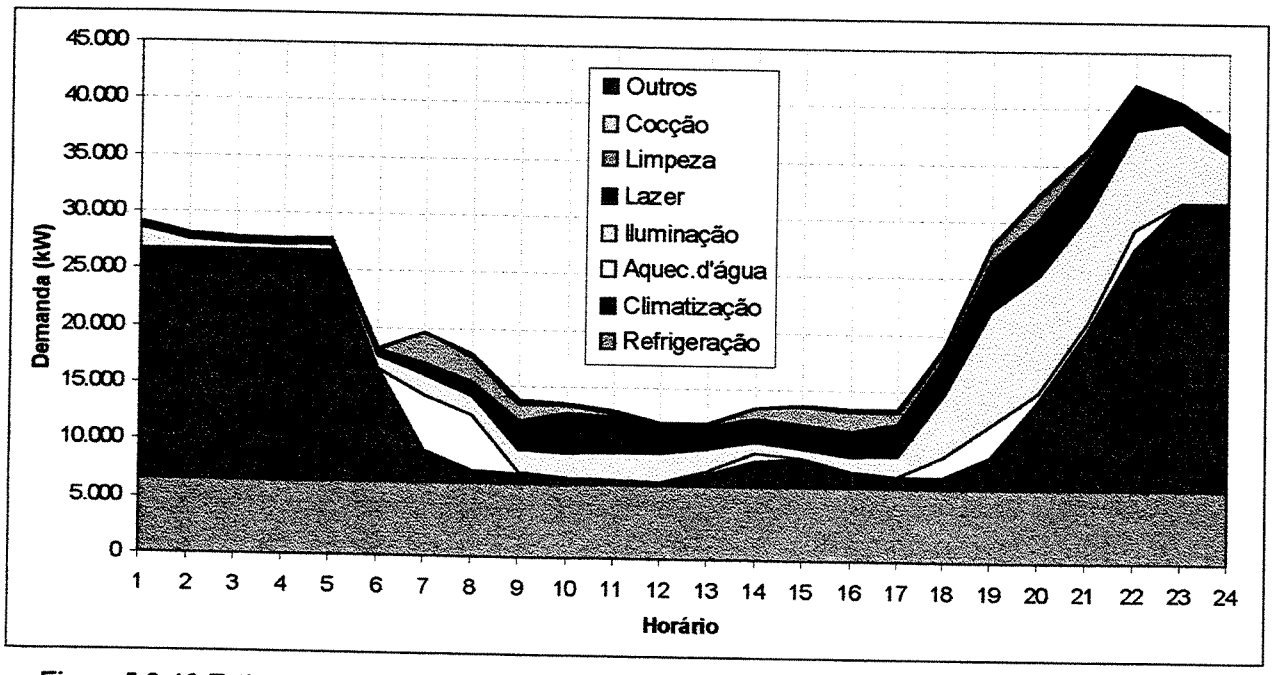


Figura 5.3-13 Estimativa da demanda média horária residencial de eletricidade em Macapá - dia útil.

Quanto às variações entre classes, com exceção de F5, onde a expressividade do chuveiro é muito maior em Macapá, nota-se resultados similares àqueles observados em Manaus.

d) Síntese dos Resultados

A Figura 5.3-14 permite uma melhor comparação do perfil de carga de cada cidade analisada, tomando-se como base os valores observados entre a meia noite e um hora da manhã. Nota-se, portanto, uma forte similaridade entre Manaus e Macapá, onde a demanda mínima ocorre por volta das 13 horas e a máxima, por volta das 22 horas. Entre as 6 horas da manhã e 5 horas da tarde, a demanda é cerca de 50% inferior àquela observada durante as cinco primeiras horas do dia e 64% inferior à demanda máxima.

Em Porto Velho, observa-se que a demanda máxima ocorre uma hora mais cedo, devido à maior influência do chuveiro elétrico e da iluminação, onde predominam as lâmpadas incandescentes. Observa ainda dois pequenos picos durante o dia, um por volta das 8 horas da manhã e outro às 13 horas, devido ao uso do chuveiro elétrico. A razão entre a demanda mínima e a máxima (fator de carga) é de apenas 0,3.

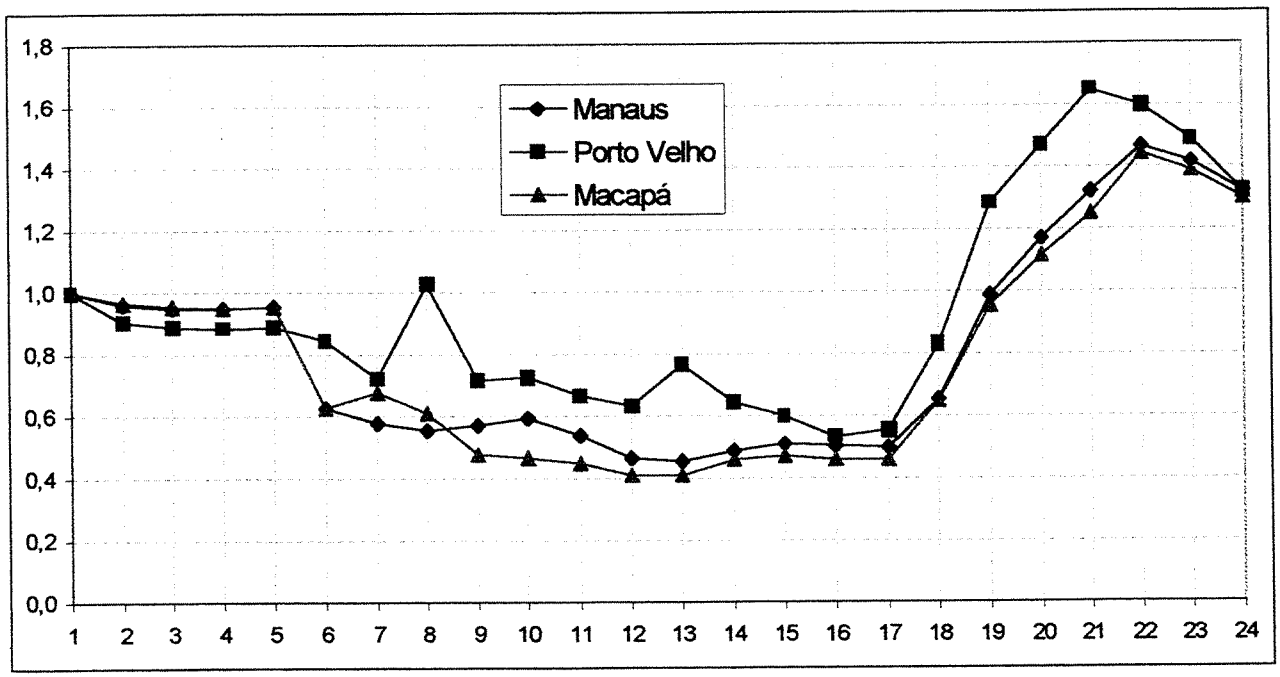


Figura 5.3-14: Perfil de carga de cada cidade analisada - valores padronizados (base: 01:00 h = 1,0).

Capítulo 6

Estimativa e Análise do Ganho Potencial de Eficiência Energética

6.1 Introdução

Neste capítulo, procura-se avaliar as possibilidades técnica e economicamente viáveis de melhorias na eficiência energética do uso final de eletricidade, tomando-se como referência o ano em que foram feitos os levantamentos de campo (1996). Com base nos dados levantados junto aos consumidores e nas pesquisas de mercado (fabricantes e vendedores), compara-se a tipologia de equipamentos em uso naquele ano com aquela de equipamentos tecnicamente equivalentes[1], energeticamente mais eficientes e comercialmente disponíveis.

Desse modo, os potenciais levantados são apenas *hipotéticos*, visto que as *economias reais* são efetivamente alcançadas ao longo do tempo, à medida que novos aparelhos vão sendo adquiridos, em função do crescimento do mercado (novos domicílios e/ou aumento no índice de posse) e da necessidade de substituição de aparelhos cuja vida útil tenha se esgotado. No entanto, trata-se de uma etapa fundamental, pois, além de evidenciar os critérios e parâmetros empregados, indica os limites *técnico* e *econômico* para as melhorias possíveis na eficiência energética do uso residencial de eletricidade nessas cidades[2].

Inicialmente, procura-se avaliar o impacto que causaria uma substituição imediata de todos os aparelhos em uso, cuja eficiência energética seja inferior àquela dos aparelhos comercialmente

[1]Mesma capacidade ou nível de serviço prestado ao usuário.

disponíveis. Para isso, compara-se aparelhos com mesma capacidade em termos de serviço oferecido (volume útil dos refrigeradores, por exemplo) e mantém-se inalterados os hábitos de uso. Os resultados deste *cenário técnico* são comparados com aqueles obtidos anteriormente (Capítulo 5), os quais constituem um *cenário de referência*. A diferença entre os dois cenários fornece, então, o potencial tecnicamente viável, convencionalmente denominado *potencial técnico* (Seção 6.2).

Numa segunda etapa (Seção 6.3), faz-se uma análise econômica dos modelos comercialmente disponíveis, visando avaliar os *custos* e *benefícios* da aquisição de uma dada tecnologia em detrimento de outra. Tal avaliação é feita sob a *perspectiva econômica do consumidor*, onde os benefícios são as reduções na fatura de eletricidade, proporcionadas pelas economias de energia e os custos são a diferença entre o preço de um aparelho *convencional* e o de um *eficiente*. Sob esta ótica, a aquisição de um aparelho eficiente em detrimento de um convencional é considerada economicamente viável se o valor proporcionado pelas economias de energia for maior do que o valor correspondente à diferença de preço de cada tecnologia.

Ainda que a aquisição de um aparelho eficiente proporcione mais benefícios do que custos, ela pode ser preterida em favor da aquisição de um aparelho convencional. Conforme já discutido nos capítulos precedentes, a falta de informação e as altas taxas de juros cobradas pelo mercado são dois exemplos de barreiras à difusão de tecnologias mais eficientes. É necessário, portanto, a intervenção de mecanismos institucionais e de mercado, o que significa *custos adicionais* (administrativos, financeiros, etc.), reduzindo, assim, a viabilidade econômica de aquisição de certas tecnologias. Contudo, sob uma perspectiva econômica global, esses custos tendem a ser compensados por *benefícios adicionais*, como a redução de carga no horário de pico do sistema.

Em resumo, o ganho real de eficiência está sujeito a uma infinidade de fatores e depende do interesse e empenho dos diversos atores envolvidos. Sem a pretensão de mensurar esses parâmetros, procura-se também estimar um ganho potencial mais realístico, sob o ponto de vista do mercado local. Convencionalmente, este cenário foi denominado *potencial de mercado* (Seção 6.4).

---

[2]Os efeitos ao longo do tempo serão analisados no próximo capítulo, com base nas previsões do estoque futuro de eletrodomésticos e nos critérios de eficiência empregados nos cenários descritos neste capítulo.

6.2 Potencial Técnico

6.2.1 Refrigeração

A eficiência energética de um refrigerador pode ser avaliada através da relação entre o volume útil e o consumo de energia do aparelho. Uma vez que os aparelhos apresentam dois compartimentos, um a ser mantido refrigerado e outro congelado, ajusta-se o volume total de acordo com o volume útil e a temperatura mínima de cada compartimento. A razão entre o volume ajustado e o consumo de energia fornece, então, a *eficiência energética* do aparelho.

A Tabela 6.2-1 apresenta a eficiência energética de alguns modelos de refrigeradores domésticos de uma porta, de acordo com ensaios feitos em laboratórios, cujos resultados foram fornecidos pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem[3].

Tabela 6.2-1: Volume, consumo de eletricidade e eficiência energética de alguns modelos nacionais de refrigerador doméstico.

Marca	Modelo	Volume interno (litros)				kWh/mês		Eficiência Energética	
		Refriger.	Cong.	Total	Ajustado	127 V	220 V	127 V	220 V
Brastemp	BRA34	312,0	32,0	344,0	357	34,5	34,5	10,4	10,4
Continental	RC29XM	262,0	30,0	292,0	304	23,8	23,8	12,8	12,8
Continental	RC29DM	262,0	30,0	292,0	311	32,0	32,0	9,7	9,7
Consul	CRB23	225,0	0,0	225,0	225	32,0	30,0	7,0	7,5
Consul	CRC23	209,5	19,5	229,0	237	35,7	35,3	6,6	6,7
Consul	CRA30	261,0	32,0	293,0	306	28,5	28,5	10,7	10,7
Consul	CRA34	312,0	32,0	344,0	357	35,5	35,5	10,1	10,1
Eletrolux	R270Smile	253,0	17,0	270,0	277	26,9	26,0	10,3	10,7
Eletrolux	R280	257,3	24,2	281,5	291	52,1	49,3	5,6	5,9
Eletrolux	R310	280,0	39,9	319,9	336	39,9	44,6	8,4	7,5
Eletrolux	R340	317,0	23,0	340,0	355	52,3	55,7	6,8	6,4
Esmaltec	RG3001	270,0	30,0	300,0	319	39,6	35,5	8,1	9,0

Fonte: INMETRO, 1999.

Verifica-se, assim, que a eficiência varia muito entre os modelos, independentemente da marca. Nota-se, também, que o volume ajustado difere muito pouco do volume total[4], o que é muito importante na avaliação da eficiência energética dos aparelhos em uso (amostrados), visto que não se dispõe do volume ajustado nem dos parâmetros necessários à sua estimativa. Outra informação não disponível diretamente é o consumo de energia dos aparelhos amostrados. Sabe-

[3]www.inmetro.gov.br/pbetab1.htm.
[4]Média de 4% e desvio padrão inferior a 2%.

se, porém, que há uma forte correlação entre a potência nominal e o consumo de energia, conforme analisado anteriormente (Tabela 5.1-3)[5]. Portanto, a eficiência energética dos aparelhos em uso foi calculada através da razão entre a potência nominal e o volume útil.

A Tabela 6.2-2 apresenta o volume médio, a potência nominal e a eficiência energética dos refrigeradores amostrados, em cada uma das três cidades analisadas. Observa-se um índice médio de 0,45 em Manaus, 0,46 em Porto Velho e 0,48 em Macapá. Nota-se, também, que não há muita diferença entre as classes de consumidores nem entre as cidades.

Tabela 6.2-2: Volume, potência nominal e eficiência energética dos refrigeradores amostrados.

	Manaus			Porto Velho			Macapá		
	Volume	Potência	Eficiência	Volume	Potência	Eficiência	Volume	Potência	Eficiência
	(l)	(W)	(W/l)	(l)	(W)	(W/l)	(l)	(W)	(W/l)
F1	289	129	0,45	208	114	0,55	296	134	0,45
F2	292	132	0,45	285	133	0,47	297	135	0,45
F3	303	134	0,44	310	137	0,44	290	147	0,51
F4	316	138	0,44	311	137	0,44	290	135	0,47
F5	320	140	0,44	282	133	0,47	250	120	0,48
Total	298	133	0,45	292	133	0,46	292	139	0,48

No Capítulo 5 (Tabela 5.1-3), verificou-se que a eficiência energética de um refrigerador doméstico brasileiro de médio porte (230 a 340 litros) gira em torno de 0,37 Watt por litro de volume útil, segundo as marcas e modelos mais encontrados no mercado. Verificou-se também a existência de várias marcas e modelos comercialmente disponíveis com eficiência bastante superior aos índices médios observados nas três cidades, dentre os quais se destaca o modelo RC29XM da Continental, cuja eficiência energética é de 0,28 W/l. Uma vez que se trata de uma estimativa do potencial técnico (tecnicamente possível), toma-se como base este índice.

A Tabela 6.2-3, abaixo, apresenta a potência média dos refrigeradores em uso e aquela que teriam se a eficiência dos aparelhos fosse igual à do modelo mais eficiente encontrado no mercado (0,28 W/l). Observa-se, assim, que seria possível reduzir entre 37% (Manaus) e 41% (Macapá) o consumo de energia dos refrigeradores domésticos, sem alterar os padrões de uso nem reduzir a capacidade do aparelho ou outro parâmetro que influencie negativamente no nível de serviço prestado ao consumidor.

[5]O coeficiente de correlação entre os dois parâmetros foi de 0,84, no caso dos 10 modelos analisados.

Tabela 6.2-3: Potência (W) e estimativa do ganho potencial de eficiência energética dos refrigeradores.

	Manaus			Porto Velho			Macapá		
	Em uso	Mercado	(%)	Em uso	Mercado	(%)	Em uso	Mercado	(%)
F1	129	81	37,3	114	79	31,0	134	83	38,1
F2	132	82	38,0	133	80	40,0	135	83	38,4
F3	134	85	36,8	137	87	36,6	147	81	44,8
F4	138	88	35,9	137	87	36,4	135	81	39,9
F5	140	90	36,1	133	79	40,6	120	70	41,7
Total	133	83	37,3	133	82	38,5	139	82	41,2

Conforme visto no Capítulo 5 (Figura 5.2-1), os refrigeradores representam cerca de 20% do consumo residencial de eletricidade nessas cidades. Assim, uma redução de 40% na potência média dos aparelhos significa uma redução de 8% de todo o consumo residencial. Quanto à demanda máxima residencial, o refrigerador contribui com cerca de 11%, de modo que o impacto seria de aproximadamente 4,5%.

Em relação aos freezers, os modelos mais eficientes disponíveis no mercado (FC23, da Continental, e CVU24, da Consul), apresentam um índice de eficiência energética da ordem de 0,52 W/litro. Tomando esse índice como referência e usando os mesmos procedimentos adotados para o refrigerador, verifica-se (Tabela 6.2-4) que seria possível reduzir 27% o consumo de energia dos freezers em Manaus, 19% em Porto Velho e 15,4% em Macapá.

Tabela 6.2-4: Estimativa do ganho potencial de eficiência energética dos aparelhos de freezer.

Cidade	Manaus						Porto Velho						Macapá					
Classe	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Volume (l)	323	315	266	275	248	282	-	216	285	248	257	263	250	277	254	236	248	262
Potên.(W)	286	231	171	195	172	201	-	143	189	151	141	168	136	173	159	148	175	161
Efic. (W/l)	0,89	0,73	0,64	0,71	0,69	0,71	-	0,66	0,66	0,61	0,55	0,64	0,54	0,62	0,63	0,63	0,71	0,61
Potên. [a]	*168*	*164*	*138*	*143*	*129*	*147*	-	*112*	*148*	*129*	*134*	*137*	*130*	*144*	*132*	*123*	*129*	*136*
Reduç.[b]	*41,3*	*29,1*	*19,1*	*26,7*	*25,0*	*27,0*	-	*21,5*	*21,6*	*14,6*	*5,2*	*18,6*	*4,4*	*16,7*	*16,9*	*17,1*	*26,3*	*15,4*

a) Potência ajustada em função da razão entre a potência e o volume (0,52 W/l) do modelo mais eficiente (W).
b) Ganho potencial de eficiência energética (%)

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

6.2.2 Climatização

A eficiência energética de um condicionador de ar é medida pela razão entre a *capacidade de refrigeração* (Btu/h ou W) e a potência nominal do aparelho (W). Esse índice é também co-

nhecido como EER (*Energy Efficiency Ratio*). Segundo dados do PBE/INMETRO[6], os principias modelos comercialmente disponíveis apresentam uma eficiência que varia entre 1,9 e 3,1, tomando ambos os parâmetros em Watts. Os dados indicam também que todas as marcas[7] apresentam modelos eficientes e modelos pouco eficientes, porém, a maioria dos últimos pertence às marcas Consul e Elgin. Entre as marcas e modelos testados, a Brastemp apresenta os melhores índices.

Infelizmente, na pesquisa de campo, não foram levantadas informações sobre a capacidade de refrigeração nem sobre a marca dos aparelhos. Desse modo, para uma avaliação do ganho potencial de eficiência, foi necessário estimar a eficiência média dos aparelhos em uso. Supondo que estes apresentem uma eficiência média igual àquela dos principais modelos comercialmente disponíveis no Brasil (EER = 2,3)[8], a Tabela 6.2-5, abaixo, apresenta a potência nominal e uma estimativa da capacidade de refrigeração dos aparelhos amostrados.

Tabela 6.2-5: Potência e capacidade de refrigeração dos condicionadores de ar amostrados.

	Manaus			Porto Velho			Macapá		
	Potência	Capacidade		Potência	Capacidade		Potência	Capacidade	
	(W)	(W)	(Btu/h)	(W)	(W)	(Btu/h)	(W)	(W)	(Btu/h)
F1	1.336	3.073	10.491	-	-	-	1.200	2.760	9.423
F2	1.307	3.006	10.264	-	-	-	1.278	2.939	10.036
F3	1.297	2.983	10.185	1.219	2.804	9.573	1.352	3.110	10.617
F4	1.288	2.962	10.114	1.221	2.808	9.588	1.347	3.098	10.578
F5	1.379	3.172	10.829	1.263	2.905	9.918	1.388	3.192	10.900
Total	1.308	3.008	10.272	1.229	2.827	9.651	1.347	3.098	10.578

Observa-se, assim, que os aparelhos apresentam uma capacidade nominal de refrigeração que gira em torno de 10.000 Btu/h. Mantendo-se a capacidade dos aparelhos e ajustando-se a potência em função do índice máximo de eficiência observado no mercado (3,1), nota-se (Tabela 6.2-6, abaixo) que seria possível reduzir cerca de 26% o consumo de energia desse equipamento.

Quanto ao ventilador, não há informações detalhadas, porém, estudos indicam que o ganho potencial de eficiência energética desse equipamento é da ordem de 30% [GELLER, 1991].

[6]Para detalhes, ver Anexo IIID.
[7]Foram analisados cerca de 70 modelos de 6 marcas (Brastemp, Consul, Carrier, Springer, Eletrolux e Elgin).
[8]O que é uma forma de nivelar por cima esse parâmetro, de modo a não superestimar os ganhos potenciais de eficiência energética.

Tabela 6.2-6: Estimativa do ganho potencial de eficiência energética dos condicionadores de ar.

	Manaus			Porto Velho			Macapá		
	Em uso	Mercado	(%)	Em uso	Mercado	(%)	Em uso	Mercado	(%)
F1	1.336	991	25,8	-	-	-	1.200	890	25,8
F2	1.307	970	25,8	-	-	-	1.278	948	25,8
F3	1.297	962	25,8	1.219	905	25,8	1.352	1.003	25,8
F4	1.288	955	25,8	1.221	906	25,8	1.347	999	25,8
F5	1.379	1.023	25,8	1.263	937	25,8	1.388	1.030	25,8
Total	1.308	970	25,8	1.229	912	25,8	1.347	999	25,8

6.2.3 Iluminação

A eficiência energética de uma lâmpada é medida através da razão entre o fluxo luminoso produzido (lúmens - lm) e sua potência nominal (W). As lâmpadas incandescentes convencionais apresentam um índice de eficiência que varia entre 10 e 15 lm/W, segundo a potência, ao passo que as fluorescentes apresentam índices que variam entre 40 e 90 lm/W, de acordo com a tecnologia (tubulares, compactas, circulares, etc.) [CLIP, 1997][9].

A Tabela 6.2-7 mostra a equivalência entre lâmpadas incandescentes convencionais e fluorescentes compactas em termos de potência necessária para gerar o mesmo fluxo luminoso. Conforme se observa, a substituição de uma lâmpada incandescente convencional por uma fluorescente compacta pode proporcionar uma economia de energia de até 80%.

Tabela 6.2-7: Equivalência de potência entre lâmpadas incandescentes e fluorescentes.

Incandescente	Fluxo luminoso (lúmens)	Fluorescente
40 W	430	9 a 11 W
60 W	730	11 a 15 W
75 W	960	15 a 20 W
100 W	1.380	20 a 23 W

Fonte: CHEREL et al., 1997.

Conforme visto no capítulo anterior (Tabela 4.3-7), a maioria das lâmpadas amostradas era incandescente. A Tabela 6.2-8, abaixo, apresenta a distribuição relativa das lâmpadas incandescentes, segundo a potência.

[9]Esses valores são também encontrados em catálogos (OSRAM, PHILIPS, etc.).

Tabela 6.2-8: Distribuição relativa das lâmpadas incandescentes amostradas (%).

	Manaus					Porto Velho					Macapá				
	20 W	40 W	50 W	60 W	100 W	20 W	40 W	50 W	60 W	100 W	20 W	40 W	50 W	60 W	100 W
F1	0,7	37,3	4,9	55,4	1,7	9,3	23,3	0,0	65,1	2,3	0,0	36,8	0,0	45,6	17,5
F2	1,6	28,8	1,1	65,9	2,7	0,5	19,2	1,3	71,8	7,2	0,5	47,2	0,0	42,7	9,5
F3	4,9	38,8	3,4	50,6	2,1	0,0	15,5	1,2	81,4	1,9	0,0	57,3	0,8	36,0	5,9
F4	0,0	39,7	4,1	54,1	1,7	5,1	27,3	0,0	67,7	0,0	0,0	15,5	3,1	76,3	5,2
F5	0,0	38,3	0,0	60,0	1,7	0,0	43,5	0,0	43,5	13,0	0,0	61,0	0,0	39,0	0,0
Total	2,0	35,8	2,9	57,2	2,1	3,4	18,0	1,0	73,0	4,6	0,2	46,4	0,8	45,1	7,6

Nota-se, portanto, que mais de 90% das lâmpadas incandescentes eram de 40 W ou 60 W, as quais podem ser substituídas por fluorescentes compactas de 11 W e 13 W, respectivamente. As demais eram de 20 W, 50 W e 100 W e podem ser substituídas por fluorescentes de 9 W, 12 W e 20 W, respectivamente.

A Tabela 6.2-9 compara a potência média das lâmpadas, considerando dois cenários. Os índices representam a potência média ponderada das lâmpadas, segundo a participação relativa de cada tecnologia. No cenário eficiente, "Fluores.1" representa a parcela de lâmpadas fluorescentes que substituem as incandescentes do cenário base; "Fluores.2" representa a mesma parcela de fluorescentes do cenário base. A diferença entre os dois cenários indica o ganho potencial de eficiência proporcionado pela substituição de todas as incandescentes por fluorescentes compactas de mesmo fluxo luminoso. Nota-se, assim, que os índices médios variam entre 53% (Manaus) e 61% (Porto Velho).

Tabela 6.2-9: Potência média das lâmpadas e estimativa do ganho potencial de eficiência energética na iluminação[10].

	Cenário Base			Cenário Eficiente			Diferença	
	Incandescentes	Fluorescentes	Total	Fluores.1	Fluores.2	Total	(W)	(%)
Manaus								
F1	53,0	23,8	42,9	12,8	23,8	16,6	26,3	61,3
F2	54,0	22,9	40,9	12,8	22,9	17,0	23,9	58,5
F3	51,7	24,9	38,8	13,0	24,9	18,7	20,0	51,7
F4	51,2	23,2	36,9	12,3	23,2	17,8	19,1	51,7
F5	51,6	32,9	41,5	12,3	32,9	23,5	18,0	43,4
Total	52,8	26,8	41,0	12,8	26,8	19,2	21,8	53,2

[10]Economias proporcionadas pela substituição de todas as lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas. Considera-se que se trata de lâmpadas fluorescentes com reator eletrônico, cujas perdas no reator são pouco significativas e, por simplificação, foram desprezadas. Tal fato será levando em conta no ato da análise econômica, visto que as lâmpadas dotadas de reator eletrônico são mais caras que as demais.

Tabela 6.2-9: Continuação.

	Cenário Base			Cenário Eficiente			Diferença	
	Incandescentes	Fluorescentes	Total	Fluores.1	Fluores.2	Total	(W)	(%)
Porto Velho								
F1	49,8	20,0	43,7	12,5	20,0	15,1	28,6	65,4
F2	57,7	33,5	54,7	13,2	33,5	21,7	33,0	60,3
F3	59,1	37,7	52,7	13,3	37,7	25,1	27,6	52,4
F4	52,5	23,4	42,3	12,8	23,4	18,2	24,1	57,0
F5	47,8	40,0	46,3	11,5	40,0	26,9	19,4	41,8
Total	56,7	26,8	49,9	13,3	26,8	19,4	30,4	61,0
Macapá								
F1	59,6	23,8	48,4	14,4	23,8	17,6	30,8	63,6
F2	54,2	22,9	44,4	12,8	22,9	17,0	27,3	61,6
F3	50,8	24,9	39,5	12,8	24,9	18,6	20,9	52,8
F4	58,7	23,2	39,6	14,1	23,2	18,7	20,9	52,7
F5	47,8	32,9	40,2	11,4	32,9	23,0	17,2	42,8
Total	53,6	26,8	42,4	13,0	26,8	19,3	23,1	54,5

6.2.4 Lazer

Nesta categoria de equipamentos, estão o televisor, o aparelho de som, o rádio e o vídeo cassete, os quais representam cerca de 12% do consumo e 11% da demanda máxima residencial. Conforme analisado no capítulo anterior, além da potência dissipada no modo ativo, esses aparelhos consomem energia no modo *standby*, cuja parcela não é desprezível. Dentre esses, o televisor é o que apresenta o maior potencial de economias, particularmente de potência evitada no horário de pico.

Uma forma de medir a eficiência energética de um televisor é através da razão entre sua potência nominal e o tamanho da tela. Infelizmente, não foram levantadas informações sobre o tamanho dos aparelhos. Desse modo, para avaliação do ganho potencial de eficiência dos televisores, toma-se como referência outros estudos e levantamentos similares.

Um trabalho de campo feito recentemente na Argentina [TANIDES et al., 1998] indica que, apesar da tendência de aumento no tamanho dos aparelhos[11], a potência média tem diminuído. Segundos os autores, entre 1980 e 1995, a potência média dos aparelhos de 20" a 21" baixou de aproximadamente 80 W para menos de 60 W (~25%). Os aparelhos de 26" a 33" apresentaram uma redução de 28,5%, entre 1978 e 1996.

De modo inverso, a potência no modo *standby* tem aumentado substancialmente. Em média, os índices aumentaram de 8 W para 20 W, para os aparelhos de 26" a 33", e de 3 W para 8 W, para os aparelhos de 20" a 21". Contudo, há aparelhos fabricados recentemente que apresentam valores inferiores a 5 W, enquanto outros apresentam índices superiores a 30 W!

No levantamento de campo feito nas três cidades analisadas por este trabalho não foram coletadas informações sobre o tamanho dos aparelhos, de modo a avaliar a eficiência energética dos mesmos. Para a estimativa desse parâmetro, toma-se como referência a potência nominal dos aparelhos amostrados e a eficiência média dos aparelhos comercialmente disponíveis, a exemplo do que foi feito com o ar condicionado.

A Tabela 6.2-10 apresenta o tamanho, a potência nominal e a eficiência energética de vários modelos de televisores comercialmente disponíveis. Conforme se observa, a eficiência varia entre 2,5 e 7,1 Watts por polegada (W/"). Nota-se que, com exceção dos aparelhos com tela superior a 40 polegadas, a eficiência energética não está relacionada ao tamanho dos aparelhos. Contudo, os modelos de 20 e 21 polegadas tendem a ser mais eficientes.

Tabela 6.2-10: Tamanho, potência nominal e eficiência energética de alguns modelos de televisores.

Marca	Modelo	Tamanho da tela (polegadas)	Potência Nominal (Watts)	Potência no Modo standby (Watts)	Eficiência Energética (Watts/polegada)
Sharp	C.1438	14	45	-	3,2
Philips	14PT111A	14	47	< 10	3,4
Philips	14PT212A	14	49	< 10	3,5
Sharp	C.2038	20	50	-	2,5
Philips	20PT120A	20	57	< 10	2,9
Philips	20PT222A	20	61	< 10	3,1
Philips	21PT232A	21	64	< 10	3,0
Philips	29PT552A	29	100	< 10	3,4
Philips	29PT652A	29	100	< 10	3,4
Philips	29PT752A	29	105	< 10	3,6
Sharp	C.29ST58	29	130	-	4,5
Philips	33PT772A	33	130	< 10	3,9
Philips	48PP790A	48	340	5	7,1
Philips	54PP700A	54	340	5	6,3

Fontes: Philips e Sharp

[11] Segundos os autores, entre 1978 e 1996 o tamanho médio dos aparelhos aumentou de 18 para 22 polegadas.

Supondo que os aparelhos em uso apresentem uma eficiência média igual àquela dos modelos comercialmente disponíveis (3,8 W/"), a Tabela 6.2-11, abaixo, apresenta uma estimativa do tamanho dos aparelhos amostrados nas três cidades, por classe de consumidores.

Tabela 6.2-11: Estimativa do tamanho dos aparelhos de televisores amostrados (polegadas).

	F1	F2	F3	F4	F5	Total
Manaus	19	21	21	23	22	21
Porto Velho	18	20	17	19	19	18
Macapá	17	19	18	18	20	19

Para estimativa do ganho potencial de eficiência energética, ajusta-se a potência dos aparelhos em função do tamanho médio estimado e do índice de eficiência do modelo mais eficiente encontrado no mercado (2,5 W/"). A Tabela 6.2-12 compara a potência média dos aparelhos em uso com àquela que teriam, caso a eficiência fosse igual à do modelo mais eficiente. Segundo as estimativas, o ganho potencial de eficiência energética é de 35%.

Tabela 6.2-12: Potência nominal e ganho potencial de eficiência energética dos televisores amostrados.

	Manaus			Porto Velho			Macapá		
	Em uso	Mercado	Difer.(%)	Em uso	Mercado	Difer.(%)	Em uso	Mercado	Difer.(%)
F1	73	47	35,0	67	44	35,0	66	43	35,0
F2	79	52	35,0	75	49	35,0	72	47	35,0
F3	82	53	35,0	66	43	35,0	71	46	35,0
F4	89	58	35,0	73	47	35,0	71	46	35,0
F5	84	55	35,0	71	46	35,0	78	51	35,0
Total	80	52	35,0	71	46	35,0	71	46	35,0

6.2.5 Outros Equipamentos

Conforme visto no Capítulo 5 (Figura 5.2-1), os quatro usos finais analisados anteriormente (refrigeração, climatização, iluminação e lazer) representam mais de 90% do consumo de eletricidade e praticamente 100% da demanda máxima do setor residencial. Com exceção do chuveiro e o ferro, os quais somam juntos quase 5% do consumo, todos os demais equipamentos encontrados representam muito pouco do consumo/demanda. Assim, a substituição dos aparelhos em uso por tecnologias mais eficientes significaria economias de energia e potência pouco significativas. Contudo, o rápido aumento na difusão de muitos desses equipamentos, conforme será visto no

próximo capítulo, tende a aumentar o peso relativo dos mesmos e, conseqüentemente, os ganhos potenciais de eficiência energética.

Embora não haja (ou seja muito difícil obter) informações detalhadas a respeito disso, estudos indicam índices potenciais que variam entre 5% e 33%, de acordo com a tecnologia considerada [GELLER, 1991; JANNUZZI et al., 1993]. Esses índices foram tomados como referência nas simulações do ganho potencial de eficiência energética desses equipamentos. Os impactos são analisados na próxima seção.

6.2.6 Impactos na Estrutura de Uso Final

Para avaliação das economias proporcionadas pelo uso de tecnologias mais eficientes, basta inserir no modelo de reconstituição da demanda os novos índices de potência e comparar os resultados com aqueles obtidos anteriormente. Conforme já mencionado, as economias podem ser tanto em temos de energia economizada quanto de potência evitada.

a) Economias de Energia

A Tabela 6.2-13, abaixo, apresenta as economias potenciais de energia, as quais seriam alcançadas pela substituição imediata de todos os aparelhos em uso por tecnologias mais eficientes.

Tabela 6.2-13: Síntese do potencial técnico por classe e uso final em cada uma das três cidades (%).

Manaus									
Classe	Refriger.	Climatiz.	Aq.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
F1	38,2	28,2	0,0	61,4	34,4	13,1	15,0	0,0	38,1
F2	36,0	28,5	5,0	58,8	33,5	15,0	14,9	14,9	36,1
F3	32,5	27,4	5,0	52,2	34,3	13,0	14,3	15,0	32,5
F4	29,7	26,4	5,0	52,9	33,7	18,6	13,9	14,9	29,3
F5	34,7	26,1	5,0	43,1	33,9	14,5	13,8	14,8	28,1
Total	34,5	27,1	5,0	54,7	33,9	14,7	14,4	14,9	32,9

Tabela 6.2-13: Continuação.

Porto Velho									
Classe	Refriger.	Climatiz.	Aq.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
F1	37,0	30,0	0,0	65,5	36,2	14,6	15,0	0,0	44,2
F2	37,0	30,0	0,0	60,4	34,0	17,9	14,8	15,0	41,6
F3	31,8	27,8	5,0	52,4	35,2	18,0	14,5	14,8	33,1
F4	28,6	26,2	5,0	56,9	36,5	17,9	13,5	15,0	26,6
F5	34,8	26,0	5,0	41,8	36,5	14,9	13,6	15,0	25,9
Total	33,6	27,2	5,0	56,2	35,0	17,7	14,3	14,9	33,6
Macapá									
Classe	Refriger.	Climatiz.	Aq.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
F1	38,8	28,9	0,0	63,7	32,6	19,0	15,0	0,0	40,2
F2	34,3	29,3	5,0	61,6	34,2	18,5	14,7	15,0	37,6
F3	31,9	27,0	5,0	52,9	34,9	17,9	14,7	15,0	32,4
F4	33,3	26,8	5,0	52,7	33,8	15,4	14,0	15,0	30,5
F5	35,1	25,9	5,0	42,8	33,7	15,7	14,0	15,0	24,4
Total	33,7	27,0	5,0	55,5	34,2	17,6	14,5	15,0	32,6

Segundo as informações levantadas e a metodologia empregada, é possível reduzir aproximadamente 1/3 do consumo, sem alterar os hábitos de uso e as condições operacionais dos equipamentos. Os índices médios variam de 5% (aquecimento de água) a 55% (iluminação).

Quanto às classes de consumidores, observa-se maiores índices nas classes mais baixas, onde os aparelhos são normalmente mais obsoletos. As maiores variações são referentes à iluminação, particularmente em Porto Velho, onde os índices variam de 42% (F5) a 66% (F1).

No entanto, é importante lembrar que as economias potenciais de energia e/ou potência dependem também do peso relativo de cada uso final. Assim, embora o ganho potencial de eficiência de um dado equipamento ou uso final seja elevado numa classe, as economias podem ser pouco significativas, devido a irrelevância desse equipamento nessa classe. Tome-se como exemplo o caso da climatização nas duas primeiras classes, na cidade de Porto Velho, cujo índice potencial é de 30%, ao passo que as economias proporcionadas significariam apenas 5,8% e 8,6% do total economizado em F1 e F2, respectivamente (Tabela 6.2-14).

Combinando o ganho potencial de cada tecnologia com a respectiva contribuição no consumo/demanda residencial, verifica-se (Tabela 6.2-14) o destaque da refrigeração e da iluminação nas classes mais baixas, ocorrendo o inverso com a climatização. Os equipamentos destinados ao

lazer, os quais representam um pouco mais que 10% do ganho potencial técnico, apresentam um comportamento mais regular entre as classes.

Tabela 6.2-14: Distribuição do ganho potencial de eficiência de cada uso final em cada classe (%).

Manaus									
Classe	Refriger.	Climatiz.	Aq.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
F1	39,0	19,4	0,0	27,9	12,3	0,9	0,2	0,3	100,0
F2	35,6	21,6	0,1	26,9	13,8	1,5	0,1	0,4	100,0
F3	27,5	32,1	0,2	24,7	13,5	1,3	0,2	0,4	100,0
F4	17,9	45,4	1,1	22,9	10,4	1,7	0,2	0,4	100,0
F5	16,5	55,6	0,9	15,9	9,3	1,2	0,2	0,5	100,0
Total	28,5	32,4	0,4	24,4	12,4	1,3	0,2	0,4	100,0
Porto Velho									
Classe	Refriger.	Climatiz.	Aq.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
F1	36,5	5,8	0,0	44,6	12,1	0,9	0,1	0,0	100,0
F2	32,8	8,6	0,0	43,7	12,6	2,2	0,2	0,1	100,0
F3	28,9	21,9	0,9	33,3	12,4	2,0	0,2	0,3	100,0
F4	18,6	46,2	3,0	21,8	8,1	1,4	0,2	0,7	100,0
F5	16,9	57,9	2,4	14,5	5,7	1,3	0,3	1,0	100,0
Total	27,9	23,6	1,0	33,8	11,2	1,9	0,2	0,3	100,0
Macapá									
Classe	Refriger.	Climatiz.	Aq.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
F1	44,6	13,1	0,0	29,9	10,9	1,4	0,1	0,0	100,0
F2	42,4	13,7	0,1	30,3	11,4	1,9	0,1	0,1	100,0
F3	30,5	33,1	0,1	23,8	10,1	2,2	0,1	0,2	100,0
F4	14,8	48,1	0,8	23,6	10,8	1,2	0,1	0,6	100,0
F5	5,9	68,5	3,2	13,4	7,0	1,1	0,1	0,8	100,0
Total	29,3	32,9	0,5	24,8	10,3	1,8	0,1	0,3	100,0

Em média, as economias proporcionadas pela refrigeração giram em torno de 28%. Aquelas referentes à climatização variam de 23,6%, em Porto Velho, a 34% em Macapá. A iluminação representa 34% em Porto Velho e cerca de 25% nas outras cidades. Os equipamentos destinados ao lazer contribuem com cerca de 10-12% das economias proporcionadas. Os dados são representados graficamente na Figura 6.2-1, a seguir.

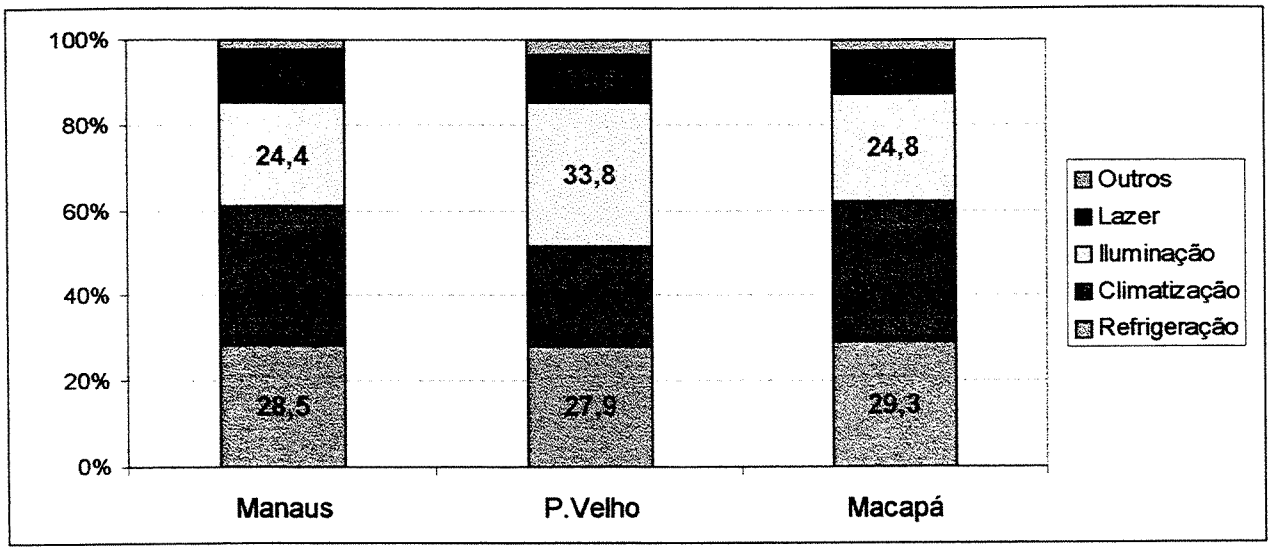


Figura 6.2-1: Contribuição de cada uso final nas economias potenciais de energia - cenário técnico.

b) Impactos na Curva de Carga

A Figura 6.2-2, abaixo, permite uma comparação entre a curva de carga residencial estimada em Manaus, representada pela curva denominada *convencional*, e aquela correspondente ao uso de tecnologias mais eficientes, segundo a disponibilidade tecnológica do mercado.

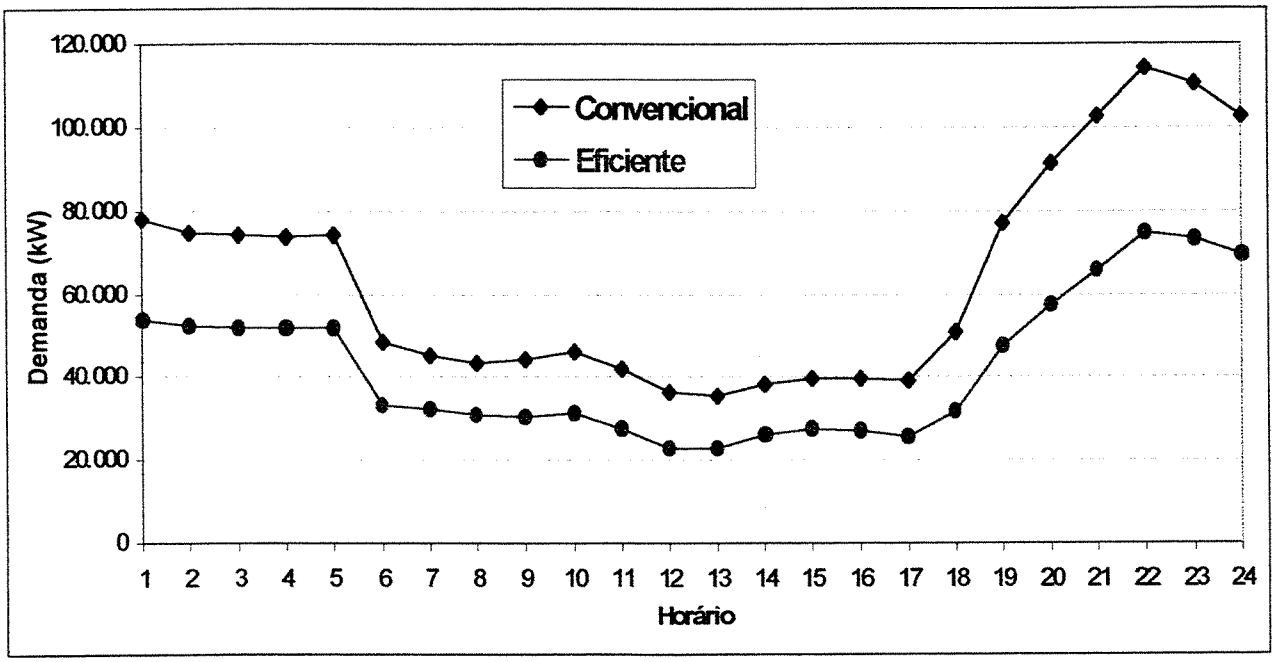


Figura 6.2-2: Curva de carga de aparelhos convencionais *versus* aparelhos eficientes - Manaus/96.

Verifica-se, assim, uma redução de aproximadamente 40 MW, no período de maior demanda residencial (22:00 h às 24:00 h). Durante às cinco primeiras horas do dia (00:00 h às 05:00 h), a redução é de aproximadamente 20 MW.

A Figura 6.2-3, abaixo, mostra que os maiores impactos ocorrem principalmente nos períodos de maior demanda residencial, chegando a um índice potencial pouco inferior a 40%, por volta das 19 horas. Quanto aos impactos na curva de carga do sistema, os índices são da ordem de 12%, durante as cinco primeiras horas do dia, giram em torno de 5%, entre às 8:00 h e 17:00 h, e chegam a 15%, por volta das 22 horas.

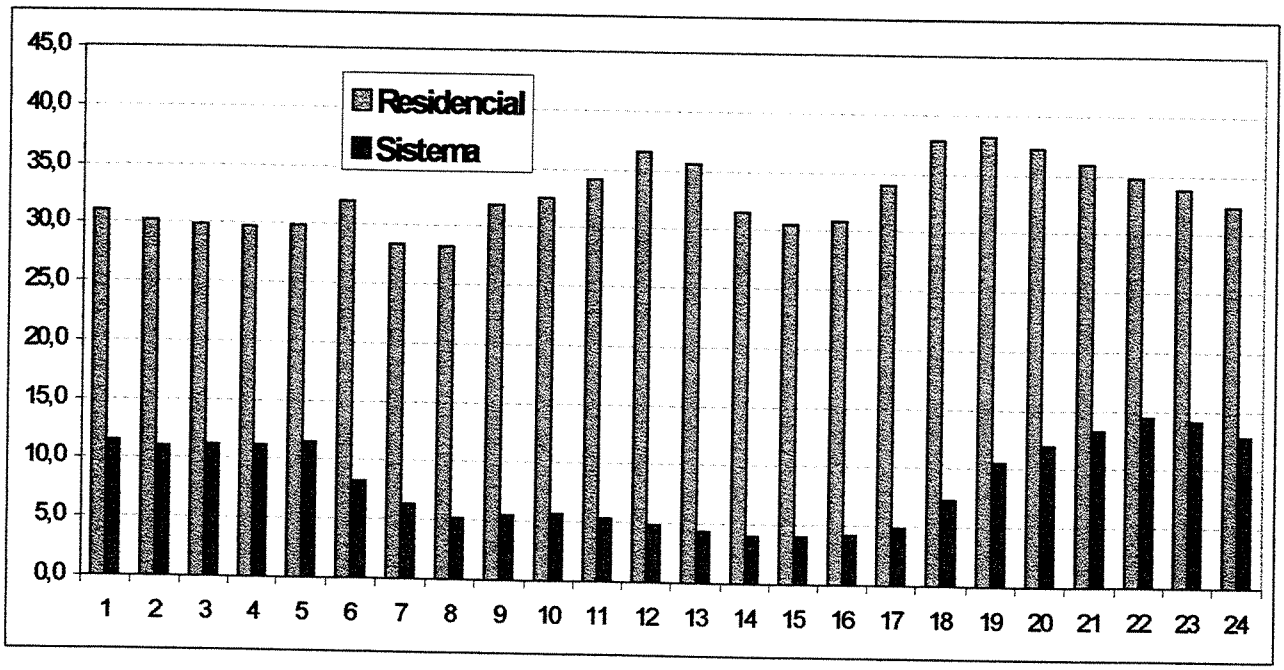


Figura 6.2-3: Reduções na demanda devido ao uso de tecnologias mais eficientes - Manaus/96 (%).

Nas demais cidades, observa-se impactos similares (Figura 6.2-4), em relação à curva de carga residencial, segundo as estimativas feitas anteriormente (Capítulo 5). Porto Velho apresenta os maiores índices, devido ao maior impacto da iluminação fluorescente.

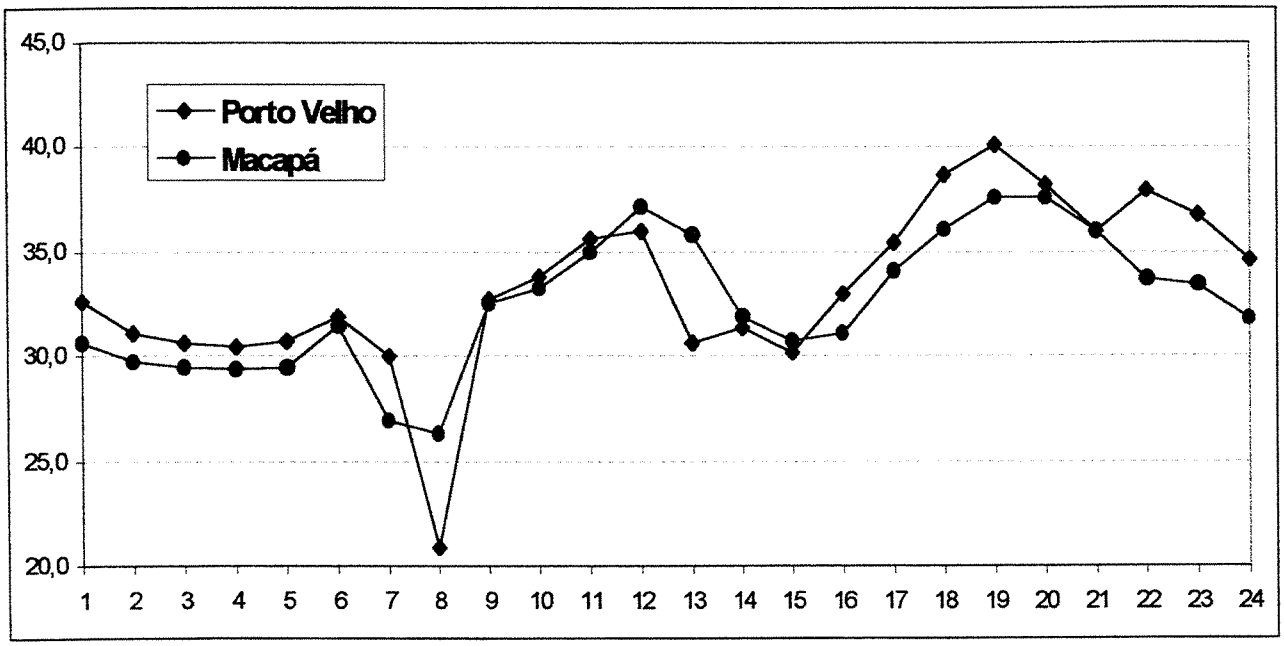


Figura 6.2-4: Reduções na demanda devido ao uso de tecnologias mais eficientes - 1996 (%).

6.3 Potencial Econômico

Conforme detalhado no Capítulo 3, a análise do potencial economicamente viável é feita com base nos *custos* e *benefícios* proporcionados pela aquisição de uma tecnologia, em detrimento de outra tecnicamente equivalente (isto é, com a mesma capacidade ou nível de serviço prestado), porém, energeticamente menos eficiente (ótica do consumidor).

Os custos ou investimentos são constituídos unicamente pela diferença entre o preço de cada tecnologia. Os benefícios são as reduções na fatura de energia elétrica proporcionadas pela aquisição de um equipamento mais eficiente.

6.3.1 Refrigeração

A Tabela 6.3-1, a seguir, mostra o custo final equivalente para o consumidor de vários modelos de refrigerador, tomando-se como base o preço médio comercial e os gastos com energia elétrica. Segundo os parâmetros empregados na análise (ver notas da tabela), o modelo que apresenta o menor custo para o consumidor é o CRB23, da Consul, cujo volume útil é de 230 litros.

Em segundo lugar, com um custo final 15% maior do que o do modelo anterior e um volume de 290 litros (26% maior), aparece o modelo mais eficiente encontrado no mercado, o RC29XM, da Continental.

Tabela 6.3-1: Características técnicas e custos de alguns modelos nacionais de refrigerador.

Marca	Modelo	Volume (Litros)	Preço (R$) [1]	Consumo de Eletricidade			Custo Total [1 + 2] (R$)	Valor Índice
				kWh/ano	R$/ano	VP (R$) [2]		
CONSUL	CRB23	230	379,00	384	58,37	272,90	651,90	1,00
CONTINENTAL	RC29XM	290	548,50	286	43,41	202,97	751,47	1,15
CONSUL	CRC23C	230	459,00	428	65,12	304,45	763,45	1,17
ELETROLUX	R250	250	459,00	432	65,66	307,01	766,01	1,18
BRASTEMP	BRA24	240	429,00	528	80,26	375,23	804,23	1,23
CONSUL	CRA30C	300	594,00	342	51,98	243,05	837,05	1,28
ELETROLUX	R280	280	419,00	625	95,03	444,31	863,31	1,32
BRASTEMP	BRA30	300	639,00	371	56,36	263,52	902,52	1,38
CONSUL	CRC23A	230	599,00	428	65,12	304,45	903,45	1,39
ELETROLUX	R310	310	578,67	479	72,78	340,27	918,94	1,41
CONSUL	CRB34	340	639,00	426	64,75	302,75	941,75	1,44
CONSUL	CRA34C	340	664,00	426	64,75	302,75	966,75	1,48
BRASTEMP	BRA34	340	709,00	414	62,93	294,22	1.003,22	1,54
BRASTEMP	BRD32A	320	939,00	602	91,56	428,11	1.367,11	2,10

1) Preço médio comercial dos principais distribuidores (para detalhes, ver Anexo IVA);
2) Tarifa de eletricidade igual a 0,152 R$/kWh (tarifa média residencial da CERON - setembro de 1999)[12];
3) Taxa de desconto de 20% ao ano e vida útil dos aparelhos igual a 15 anos, sem valor residual.

Visando reduzir as diferenças de volume entre os modelos, pode-se agrupá-los em três classes, conforme feito na Tabela 6.3-2, abaixo, a qual apresenta a distribuição relativa dos refrigeradores amostrados em cada uma das três cidades analisadas, segundo o volume útil dos aparelhos. Desse modo, entre 230 e 250 litros, o modelo economicamente mais vantajoso é o CRB23, entre 280 e 310 litros, o RC29XM e, entre 320 e 340 litros, o CRB34.

Tabela 6.3-2: Distribuição dos refrigeradores amostrados segundo o volume dos aparelhos (%).

	Manaus			Porto Velho			Macapá		
	Até 260	270 a 310	Maior 310	Até 260	270 a 310	Maior 310	Até 260	270 a 310	Maior 310
F1	11,8	67,7	20,4	16,4	68,9	14,7	12,1	67,0	20,9
F2	10,5	63,2	26,3	10,8	63,6	25,7	10,7	62,6	26,8
F3	8,2	59,8	32,0	8,0	59,2	32,7	7,8	61,5	30,6
F4	9,1	47,7	43,2	9,2	48,2	42,5	8,4	52,0	39,6
F5	7,1	35,7	57,1	8,1	41,6	50,3	5,5	49,8	44,6
Total	9,9	60,7	29,4	10,1	61,1	28,8	9,7	61,5	28,8

Nota-se, também, que, no primeiro grupo (230 a 250 litros), nenhum dos demais pode ser competitivo com o CRB23, já que este apresenta menor consumo de energia e menor preço. Já no segundo grupo, o modelo R280 apresenta um consumo maior e um preço menor que o do modelo mais eficiente (RC29XM). Desse modo, a viabilidade econômica do modelo eficiente depende dos parâmetros de análise (tarifa de eletricidade, taxa de desconto e vida útil dos aparelhos). Mantendo-se a mesma tarifa e vida útil empregadas anteriormente (Tabela 6.3-1), uma análise econômica indica que os referidos modelos apresentam o mesmo Valor Presente, quando a taxa de desconto for igual a 45,26% ao ano. Sob este ponto de vista, o modelo RC29XM deverá ser preterido em favor do R280, sempre que a taxa de juros for superior a 45,26% ao ano. No terceiro grupo (320 a 340 litros), com exceção do BRD32A, da Brastemp, os demais modelos apresentam custos muito similares.

Quanto ao freezer, verifica-se (Tabela 6.3-3) resultados similares àqueles do refrigerador. O modelo mais eficiente encontrado no mercado, o FC23XM da Continental (230 litros), apresenta o terceiro menor custo final, perdendo apenas para modelos com volume bastante inferior.

Tabela 6.3-3: Características técnicas e custos de alguns modelos nacionais de freezer[13].

Marca	Modelo	Volume	Preço	Consumo de eletricidade			Custo Total	Valor
		(Litros)	(R$) [a]	KWh/ano	R$/ano	VP (R$) [b]	[a + b] (R$)	Índice
Consul	CVU16C	157	514,50	534,0	81,17	379,50	894,00	1,00
Eletrolux	F170	170	529,00	622,8	94,67	442,61	971,61	1,09
Continental	FC23XM	230	736,00	348,0	52,90	247,31	983,31	1,10
Consul	CVU19B	186	629,00	613,2	93,21	435,78	1.064,78	1,19
Consul	CVU24A	240	699,00	553,2	84,09	393,14	1.092,14	1,22
Eletrolux	F210	210	639,00	718,8	109,26	510,83	1.149,83	1,29
Brastemp	BVS22A	220	798,00	576,0	87,55	409,35	1.207,35	1,35
Eletrolux	F250	250	749,00	799,2	121,48	567,97	1.316,97	1,47
Brastemp	BVS24A	237	739,00	828,0	125,86	588,44	1.327,44	1,48
Brastemp	BVG26B	257	971,50	912,0	138,62	648,13	1.619,63	1,81

Portanto, a diferença entre os potenciais técnico e econômico é pequena, pois o modelo energeticamente mais eficiente só não é economicamente viável para uma parcela pequena dos consumidores (cerca de 14%)[14].

[12]Tarifa regulada pela ANEEL - Resolução 161/99.
[13]Manteve-se as mesmas condições da Tabela 6.3-1.
[14]Comparações entre os referidos potenciais serão feitas posteriormente.

6.3.2 Climatização

A Tabela 6.3-4 apresenta o custo médio final de alguns modelos nacionais de ar condicionado para o consumidor. Nota-se que, normalmente, os modelos mais eficientes apresentam maior preço, porém, o custo final é compensado pelas economias de energia. Por exemplo, o preço de um dos modelos mais eficientes encontrados no mercado, o BCG07 da Brastemp, é cerca de 40% maior que o preço de um modelo equivalente, o CCF07 da Consul (o menos eficiente dos modelos testados pelo INMETRO), porém, ao longo de 15 anos de operação[15], o custo final para o consumidor é cerca de 10% inferior; o equivalente a uma taxa interna de retorno de 36% a.a.

Tabela 6.3-4: Características técnicas e custos de alguns modelos nacionais de ar condicionado.

Marca	Modelo	Capacidade (BTU's)	Preço (R$) [1]	Consumo de Eletricidade			Custo Total [1 + 2] (R$)	Valor Índice
				KWh/ano	R$/ano	VP (R$) [2]		
Brastemp	BCG07	7.500	689,00	934	142,03	664,05	1.353,05	1,00
Consul	CCF07	7.500	498,00	1.387	210,82	985,69	1.483,69	1,10
Brastemp	BCG10	10.000	839,00	1.127	171,33	801,07	1.640,07	1,21
Electrolux	AE10F	10.000	689,00	1.479	224,88	1.051,40	1.740,40	1,29
Consul	CCF10	10.000	699,00	1.557	236,71	1.106,74	1.805,74	1,33
Brastemp	BCG12	12.000	959,00	1.340	203,66	952,22	1.911,22	1,41
Brastemp	BCH10	10.000	1.029,00	1.259	191,38	894,81	1.923,81	1,42
Springer	XCB105D	10.500	989,00	1.583	240,63	1.125,07	2.114,07	1,56
Consul	CCF12	12.000	779,00	1.894	287,84	1.345,80	2.124,80	1,57
Springer	XQB125D	12.500	969,00	1.889	287,20	1.342,79	2.311,79	1,71
Springer	XCB185D	18.000	1.279,00	2.205	335,22	1.567,31	2.846,31	2,10

Entre os modelos com capacidade de refrigeração de 10.000 BTU's, destaca-se o BCG10, da Brastemp (EER = 3,1), cujo preço médio observado no mercado foi de R$ 839,00 e o consumo médio anual (3,3 h/dia de funcionamento) de eletricidade igual a 1.127 kWh; o que significa um custo final equivalente a R$ 1.640, contra R$ 1.740 para o concorrente mais próximo (o modelo AE10F da Eletrolux). A taxa interna de retorno seria de 35% ao ano. Os modelos com capacidade nominal entre 10.500 e 12.500 BTU's apresentam custos similares.

Conforme estimativas feitas anteriormente (Tabela 6.2-5), a capacidade média de um condicionador de ar típico das cidades analisadas gira em torno de 10.000 BTU's, com pequenas variações entre as classes de consumidores. Desse modo, o modelo BCG10 da Brastemp pode ser

[15]Considerou-se um tempo médio diário de funcionamento de 3,3 horas, o que corresponde a 18.000 horas de operação, ao longo de 15 anos.

tomado como referência na estimativa do ganho potencial de eficiência economicamente viável (potencial econômico).

Em resumo, segundo os dados levantados, as hipóteses consideradas e a metodologia empregada, não se observa nenhuma restrição econômica à difusão de equipamentos de ar condicionado mais eficientes. Ou, de modo equivalente, o *potencial econômico* coincide com o *potencial técnico*, cujo índice gira em torno de 27%, conforme estimado anteriormente.

6.3.3 Iluminação

Conforme visto na seção anterior, a substituição de uma lâmpada incandescente convencional (LIC) por uma fluorescente compacta (LFC) pode proporcionar uma economia de energia de até 80%, no caso de uma LIC de 100 W ser substituída por uma LFC, dotada de reator eletrônico, cujas perdas no reator são praticamente desprezíveis.

A Tabela 6.3-5, abaixo, faz uma análise comparativa entre LICs e LFCs com mesmo fluxo luminoso. Os dados mostram que a desvantagem do preço relativamente elevado de uma fluorescente é compensada pelo seu menor consumo de energia e maior durabilidade. Tecnicamente, isto é, em termos de consumo de energia, as fluorescentes são entre 67% e 76% mais eficientes. Economicamente, os índices variam entre 44% e 58%.

Tabela 6.3-5: Análise técnico-econômica entre lâmpadas incandescentes convencionais e fluorescentes compactas (base: 8.000 horas de uso).

	Unidade	*Incandescente*			*Fluorescente*[1]			*Diferença (Inc. - Fluor.)*		
Potência	*W*	*40*	*60*	*100*	*11*	*13*	*20*	*26,8*	*44,4*	*76*
Durabilidade	h	1000	1000	1000	8000	8000	8000	-7000	-7000	-7000
Preço unitário [a]	R$	0,75	1,00	1,50	14,80	17,90	26,80	-14,05	-16,9	-25,3
No. de unidades [b]	Unid.	8	8	8	1	1	1	7	7	7
Preço total (a x b) [c]	R$	6,00	8,00	12,00	14,80	17,90	26,80	-8,8	-9,9	-14,8
Consumo de energia	kWh	320	480	800	106	125	192	214,4	355,2	608
Gastos c/ energia [d][2]	R$	48,64	72,96	121,60	16,05	18,97	29,18	32,59	53,99	92,42
Custo total [c + d]	R$	54,64	80,96	133,60	30,85	36,87	55,98	23,79	44,09	77,62

1) Nos cálculos do consumo adiciona-se 20% à potência nominal, devido às perdas no reator.
2) Tarifa de eletricidade igual a 0,152 R$/kWh.

Apesar da nítida vantagem das fluorescentes, elas são, muito freqüentemente, preteridas em favor das incandescentes. Dentre outros fatores responsáveis por isso[16], destaca-se a taxa de juros cobrada pelo mercado, visto que o retorno do investimento ocorre ao longo de um dado período de tempo, o qual varia em função do uso diário das lâmpadas. No entanto, a Tabela 6.3-6, abaixo, mostra as vantagens de uso de uma LFC de 11 W em detrimento de uma LIC de 40 W. Com um tempo médio de uso diário de 4,5 h e uma taxa de desconto de 20% ao ano, a diferença de custo (Valor Presente Líquido - VPL) é de R$ 8,65 por lâmpada.

Tabela 6.3-6: Análise comparativa dos custos de duas tecnologias equivalentes de iluminação, em função do tempo diário de uso, durante 8.000 horas de operação.

Uso	Lâmpada incandescente convencional - 40 W					Lâmpada fluorescente compacta - 11 W					Diferença
Diário	Preço	Energia elétrica consumida			Custo total	Preço	Energia elétrica consumida			Custo total	VPL
(h)	(R$)	kWh/ano	R$/ano	VP (R$)	VP (R$)	(R$)	KWh/ano	R$/ano	VP (R$)	VP (R$)	(R$)
1,0	1,14	15	2,22	10,89	12,03	14,90	4,8	0,73	3,59	18,39	-6,37
1,5	1,77	22	3,33	15,48	17,25	14,90	7,2	1,10	5,11	19,91	-2,66
2,0	2,29	29	4,44	19,18	21,47	14,90	9,6	1,46	6,33	21,13	0,34
2,5	2,71	37	5,55	22,13	24,84	14,90	12,0	1,83	7,30	22,10	2,73
3,0	3,05	44	6,66	24,50	27,55	14,90	14,5	2,20	8,09	22,89	4,66
3,5	3,33	51	7,77	26,44	29,77	14,90	16,9	2,56	8,72	23,52	6,24
4,0	3,56	58	8,88	28,04	31,60	14,90	19,3	2,93	9,25	24,05	7,55
4,5	3,76	66	9,99	29,39	33,15	14,90	21,7	3,30	9,70	24,50	8,65
5,0	3,93	73	11,10	30,53	34,46	14,90	24,1	3,66	10,08	24,88	9,58
5,5	4,07	80	12,21	31,52	35,59	14,90	26,5	4,03	10,40	25,20	10,39

1) Tarifa de eletricidade constante e igual a 0,152 R$/kWh (CERON - setembro de 1999)
2) Taxa de desconto igual a 20% ao ano

As vantagens são ainda maiores no caso de substituição de uma LIC de 60 W por uma LFC de 13 W e de uma LIC de 100 W por uma LFC de 20 W, onde o tempo médio de uso diário necessário para compensar a substituição, considerando uma taxa de desconto de 20% ao ano, gira em torno de 1,5 h, conforme mostra a Figura 6.3-1, abaixo.

Com um tempo médio de uso diário de 4,5 h, a substituição de uma LIC de 100 W por uma LFC de 20 W (mais 20% de perdas no reator), proporciona uma economia de R$ 36,55; o que significa uma taxa interna de retorno de aproximadamente 90% ao ano (Figura 6.3-2). Mesmo que o tempo de uso seja de apenas 2 horas por dia, a Taxa Interna de Retorno (TIR) varia entre aproximadamente 20% e 38% ao ano.

[16]Falta de conhecimento e confiança por parte do consumidor, ou simplesmente por uma questão de preferência.

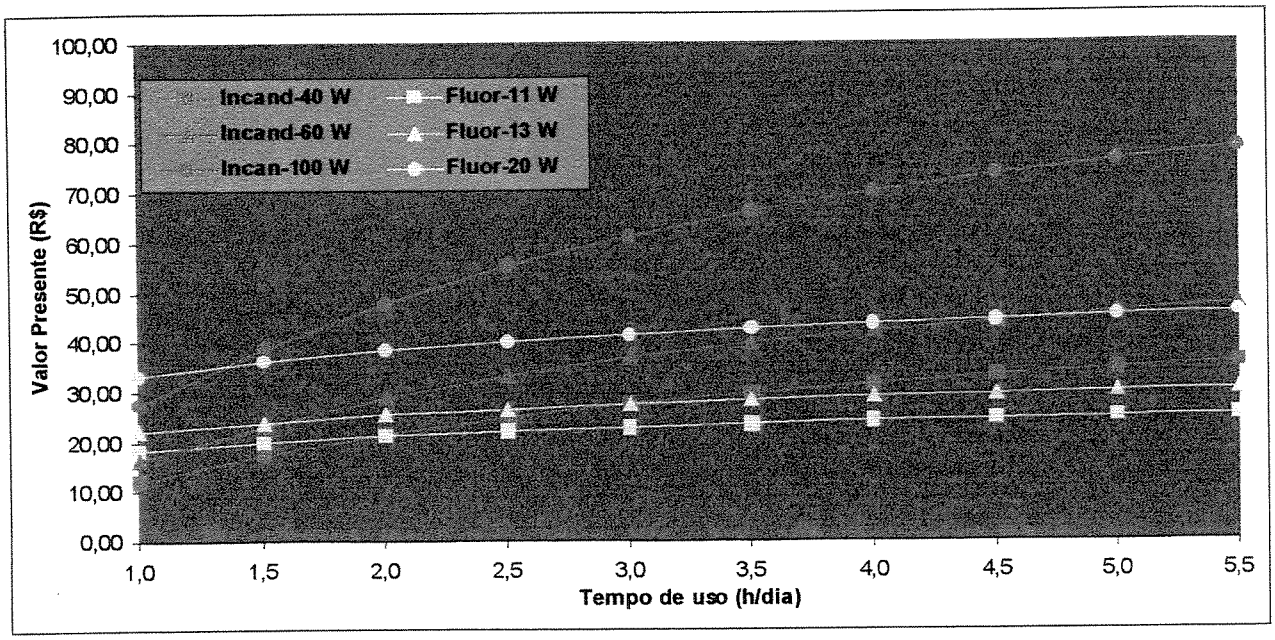


Figura 6.3-1: Custo final (Valor Presente) de diferentes tecnologias de iluminação para o consumidor.

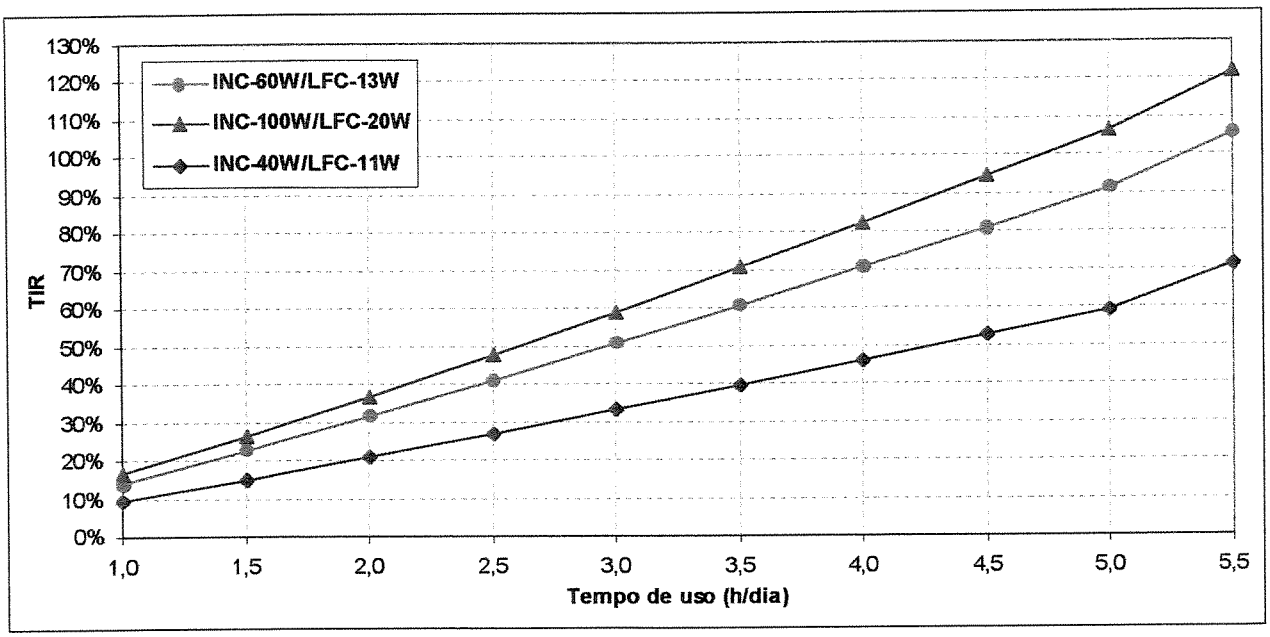


Figura 6.3-2: Taxa Interna de Retorno do investimento em tecnologias de iluminação eficiente.

Tomando como referência uma taxa de desconto de 20% ao ano, para que o investimento seja economicamente vantajoso, é necessário que o tempo médio de uso diário seja maior ou igual a 1,85 h, no caso de substituição de uma LIC de 40 W por uma LFC de 11 W. Para os outros dois casos, isto é, LIC de 60 W / LFC de 13 W e LIC de 100 W / LFC de 20 W, os índices são de 1,65 h e 1,35 h, respectivamente. Em outras palavras, do ponto de vista econômico, só não

é vantajosa a aquisição de uma LFC em detrimento de uma LIC, quando o tempo de uso diário for inferior a esses índices.

Desse modo, para avaliação do potencial economicamente viável, seria necessário estimar o tempo médio de uso diário de cada lâmpada instalada no domicílio, cuja informação é desconhecida. Em princípio, poder-se-ia deduzir que, nos quartos e banheiros, o tempo de uso das lâmpadas é normalmente inferior aos índices mencionados anteriormente. Assim, o cálculo da parcela de lâmpadas incandescentes cuja substituição por fluorescentes compactas não é economicamente vantajosa poderia ser feito através da distribuição relativa dos cômodos, conforme mostra a Tabela 6.3-7, abaixo, a qual apresenta também a distribuição relativa das lâmpadas fluorescentes e a razão entre esses dois indicadores. Nota-se, porém, que, embora as lâmpadas fluorescentes sejam mais instaladas nas salas e cozinhas do que nos quartos e banheiros, 32% das lâmpadas fluorescentes estão instaladas nos dois últimos cômodos, os quais representam em média 49% do total de cômodos.

Tabela 6.3-7: Distribuição dos cômodos e das lâmpadas fluorescentes em Manaus (%).

Local	Lâmpadas (L)	Cômodos (C)	Razão [(L)/(C)]
Cozinha	22,1	14,3	1,5
Quarto	21,1	30,8	0,7
Sala	19,8	16,0	1,2
Banheiro	10,9	18,2	0,6
Outro	26,1	20,7	1,3

Supondo que a distribuição das lâmpadas (incandescentes + fluorescentes) seja proporcional ao número de cômodos e que o tempo de uso das lâmpadas fluorescentes já instaladas seja maior ou igual aos índices mencionados anteriormente, pode-se estimar que, em somente 35% dos quartos e banheiros, o tempo médio de uso das lâmpadas é inferior aos referidos índices. Assim, estima-se que a parcela de lâmpadas incandescentes, cuja substituição por fluorescentes compactas não é economicamente viável, seja da ordem de 17% (35% x 49%).

Desse modo, o potencial econômico seria cerca de 17% inferior ao potencial técnico, o que significa um ganho potencial de eficiência de aproximadamente 46%. Os impactos dessa redução potencial são apresentados na última seção do capítulo.

6.3.4 Lazer

Conforme visto anteriormente, dentre os equipamentos pertencentes a esta categoria de uso final, destaca-se o televisor, cujo ganho potencial técnico foi estimado em 35%, sem considerar as possibilidades de redução da potência no modo *standby*.

Uma pesquisa de mercado indica que não há relação entre o preço e a eficiência energética dos aparelhos. Isto é, os aparelhos mais eficientes não são mais caros que os outros. De fato, o modelo mais eficiente encontrado no mercado (SHARP - C-2038, 20 ") apresenta um dos menores preços do mercado (média de R$ 449,00), nesta categoria. Para maiores informações, ver Anexo IVD.

Portanto, o preço não impõe restrições à compra de um aparelho energeticamente eficiente. Supondo que a eficiência energética dos aparelhos não esteja relacionada com o desempenho de outras funções, isto é, não influencia negativamente o nível de serviço prestado, conclui-se que o potencial tecnicamente viável é também economicamente viável, independente da taxa de juros cobrada pelo mercado, da durabilidade dos aparelhos e da tarifa de eletricidade praticada.

6.3.5 Outros Equipamentos

Como já mencionado, com exceção de poucos equipamentos, dentre os quais se destacam as lâmpadas e o ar condicionado, normalmente não há relação entre o preço e a eficiência energética de um eletrodoméstico. Desse modo, um aparelho energeticamente mais eficiente é também economicamente eficiente e, portanto, o potencial econômico eqüivale ao potencial técnico.

6.4 Potencial de Mercado

Conforme descrito no Capítulo 3, nesta seção, procura-se levantar um ganho potencial de eficiência mais realístico, do ponto de vista do mercado local, onde se considera, ainda que implicitamente, todos os custos e benefícios proporcionados pela aquisição de uma tecnologia mais eficiente. Em outras palavras, o potencial de mercado corresponde as economias proporcionadas

pela aquisição de aparelhos eficientes, na proporção das motivações e percepções do consumidor. As estimativas são feitas com base em experiências vividas em contextos similares ou satisfatoriamente comparáveis, como aquelas citadas no Capítulo 2 (Seção 2.5).

Conforme analisado no referido capítulo (Seção 2.2), há vários programas e mecanismos destinados à difusão de tecnologias mais eficientes. No setor residencial particularmente, destacam-se os seguintes: a) *informação, treinamento* e *educação*; b) *empréstimos* e *descontos*; c) *transformação de mercado*. O desempenho ou eficácia dos programas varia de acordo com a situação analisada e depende muito do interesse e empenho dos diversos atores envolvidos.

A seguir, procura-se avaliar as possibilidades de interferência no mercado consumidor e simular o ganho potencial decorrente, convencionalmente denominado *potencial de mercado*. Tais possibilidades são avaliadas de acordo com o contexto sócio-econômico das cidades analisadas, os referidos mecanismos de intervenção e as experiências mencionadas anteriormente.

6.4.1 Refrigeração

Como visto anteriormente, a refrigeração representa cerca de 28% do consumo residencial de eletricidade dessas cidades e aproximadamente 15% da demanda máxima residencial. Verificou-se, também, a disponibilidade tecnológica e comercial de aparelhos mais eficientes, cuja difusão no mercado consumidor proporcionaria reduções de 34% no consumo/demanda dos aparelhos. Notou-se, ainda, que há pouca relação entre o preço e a eficiência energética dos aparelhos, de modo que a viabilidade econômica é similar à viabilidade técnica.

Conforme apresentado no Capítulo 2, Seção 2.7.5, um programa de informação, treinamento e educação - envolvendo fabricantes, distribuidores e consumidores finais - visando incentivar a difusão de refrigeradores e freezers mais eficientes, promoveu um aumento da ordem de 9% na eficiência média dos aparelhos. Não houve qualquer incentivo econômico ou financeiro.

No referido capítulo, Seção 2.3.5, verificou-se também que os *programas de desconto* são um dos mecanismos mais eficazes na difusão de equipamentos mais eficientes, particularmente em consumidores de baixa renda. Veja-se novamente o exemplo a seguir:

"Um programa de refrigeradores eficientes (25% mais eficientes que um modelo convencional), feito pela New York State Electric and Gas, foi acompanhado em quatro situações. Em regiões onde não houve qualquer esforço de marketing nem descontos, a taxa de participação dos consumidores foi de 15%; onde houve somente informações e marketing, o índice foi de 35%; onde houve desconto de US$ 35,00 na compra de um novo aparelho, a taxa de participação subiu para 49%; e com descontos de US$ 50,00 o índice de participação foi de 60% [KREITLER et al., 1987]".

No caso de Manaus, Porto Velho e Macapá, a aquisição de um aparelho mais eficiente significa a redução de aproximadamente 25 W na carga do sistema[17]. Supondo que o custo marginal de expansão da capacidade do sistema seja de 1.200,00 R$/kW[18], cada aparelho eficiente adquirido proporcionaria uma economia para o setor elétrico da ordem de R$ 30,00, os quais significam quase 10% do custo inicial do aparelho e poderiam ser usados como incentivo à compra de um refrigerador ou freezer mais eficiente.

À luz de experiências como aquelas citadas acima, lembrando ainda que um aparelho eficiente não custa mais caro do que um modelo convencional, assume-se a hipótese de que seria possível atingir uma taxa de participação de 60% dos consumidores elegíveis. Isto significaria um ganho potencial de mercado cerca de 40% inferior àquele correspondente ao potencial econômico; isto é, uma redução de aproximadamente 20% (0,34 x 0,60) no consumo/demanda dos equipamentos de refrigeração doméstica. Os impactos e as comparações com os demais cenários e usos finais são apresentados na última seção do capítulo.

[17]Os índices variam muito pouco entre os equipamentos (refrigerador e freezer) e as cidades.

6.4.2 Climatização

A climatização é responsável por cerca de 39% do consumo residencial de eletricidade em Manaus e Macapá e 29% em Porto Velho. Quanto à contribuição na carga máxima do setor, os índices são da ordem de 50%, nas duas primeiras cidades, e 15% na outra. Um aparelho típico dessas cidades consome anualmente cerca de 1.700 kWh e, no período de maior demanda, requer aproximadamente 0,5 kW de capacidade instalada.

O ganho potencial de eficiência, técnica e economicamente viável, gira em torno de 27%, de modo que a aquisição de um modelo mais eficiente proporciona uma economia anual de energia de 460 kWh e reduz a carga do sistema em aproximadamente 135 W. Desse modo, para cada aparelho eficiente comprado, o setor elétrico deixa de investir R$ 162,00 na expansão do sistema (cerca de 20% do preço de um aparelho típico), os quais poderiam igualmente servir de subsídio ou incentivo à compra de um aparelho mais eficiente.

Conforme visto anteriormente, ainda que um aparelho mais eficiente custe inicialmente mais caro ao consumidor, somente as economias de energia proporcionam um retorno de cerca de 35% ao ano. Observou-se, ainda, que o modelo mais eficiente encontrado no mercado, compatível com um aparelho típico da região de estudo, custa cerca de R$ 150,00 a mais que o seu concorrente mais próximo. Desse modo, um desconto de R$ 162,00 seria mais que suficiente para cobrir a diferença de preço, no ato da compra de um novo aparelho.

Assim, a energia economizada (352 kWh/ano) teria um custo negativo e proporcionaria uma economia anual de R$ 53,54, o que significaria, ao longo de 15 anos de operação, um valor presente igual a R$ 252,33, corrigidos com uma taxa de desconto de 20% ao ano e desprezando-se qualquer aumento real na tarifa de energia.

Supondo uma taxa de participação de 80% dos consumidores elegíveis, o ganho potencial de eficiência estaria em torno de 22%; o que significaria uma redução de aproximadamente 15 MW na carga do sistema, no caso de Manaus (13,5% da demanda máxima residencial).

[18]Tentou-se (várias vezes e de várias formas) conseguir informações oficiais e atualizadas sobre esse valor, junto à Eletrobrás e às concessionárias da região (Eletronorte, Ceron e CEA), porém, as respostas (quando houve retorno) eram que os cálculos estavam sendo feitos, e que seriam enviados, assim que possível...

6.4.3 Iluminação

A iluminação representa cerca de 15% do consumo doméstico de eletricidade em Manaus e Macapá, e 20% em Porto Velho. Quanto à demanda, sua contribuição, no horário de pico, é da ordem de 21%, nas duas primeiras cidades, e de 35% na última.

As pesquisas de campo indicaram também que cerca de 55% das lâmpadas existentes em Manaus, na época do levantamento, eram incandescentes. Em Macapá, o índice era da ordem de 58% e, em Porto Velho, 77%. Estima-se ainda que cerca de 83% das lâmpadas incandescentes podem ser substituídas por fluorescentes compactas, tomando como critério econômico uma taxa interna de retorno igual ou superior a 20% ao ano.

O fator de coincidência com o pico é da ordem de 58%, de modo que a instalação de uma LFC de 11 W (mais 20% de perdas no reator), em lugar de uma LIC de 40 W, reduz a carga do sistema em 15,5 W. Desse modo, a redução na demanda máxima do sistema, significa uma economia de R$ 18,65, para o setor elétrico, o que é superior ao custo médio de uma LFC de 11 W e poderia igualmente servir de subsídio ou incentivo à sua aquisição.

Quanto à substituição de LIC's de 60 W e 100 W por LFC's de 13 W e 20 W, respectivamente, as reduções na demanda do sistema seriam de 26 W e 44 W, proporcionado economias de R$ 30,90 e R$ 52,89, respectivamente. Essas economias são muito superiores ao custo inicial das lâmpadas (preço), de modo que apenas metade desse valor seria suficiente para motivar o consumidor a adquirir uma lâmpada fluorescente compacta, em detrimento de uma incandescente.

Supondo igualmente uma taxa de participação de 80% dos consumidores elegíveis, o impacto em Manaus seria uma redução de 8,8 MW na carga do sistema, o que poderia evitar o investimento de R$ 10,6 milhões, na expansão de sua capacidade.

6.4.4 Lazer

Conforme visto anteriormente, os equipamentos destinados ao lazer são responsáveis por 12% do consumo doméstico de eletricidade em Manaus e 11% da demanda máxima[19]. O ganho potencial de eficiência gira em torno de 34% e não se observa diferença significativa entre o preço de um aparelho eficiente e aquele de um aparelho convencional.

O principal equipamento é o televisor, o qual apresenta uma potência nominal média de 80 W e cerca de 80% dos aparelhos são usados simultaneamente no horário de maior demanda. Um aparelho eficiente apresenta uma potência de 52 W, o que significaria uma redução de 22,4 W na carga do sistema e, portanto, uma economia de R$ 26,88 para o setor elétrico.

De modo análogo, estima-se que, combinando diferentes mecanismos de informação e incentivo, seria possível atingir 60% dos consumidores elegíveis. Isso significaria um ganho potencial de eficiência de aproximadamente 20% (0,34 x 0,6).

6.4.5 Outros Equipamentos

Com exceção da cidade de Porto Velho, onde o aquecimento de água é mais expressivo, os quatro usos finais mencionados anteriormente significam mais de 90% do consumo e quase 100% da carga máxima residencial. Desse modo, o ganho de eficiência de outros equipamentos causaria pouco impacto na demanda, ainda que a importância de alguns desses equipamentos aumente no futuro, em decorrência de um maior índice de posse, como analisado no próximo capítulo. Para efeitos de cálculo, considerou-se uma taxa de participação de 60% dos consumidores elegíveis.

[19]Em Porto Velho, o índice é de 16,8% em relação à demanda.

6.5 Síntese dos Resultados

6.5.1 Economias de Energia

A Figura 6.5-1 apresenta as economias potenciais de energia de cada cenário (dados relativos a Manaus), segundo as hipóteses feitas anteriormente. A iluminação apresenta o maior potencial, cujos índices variam de 30%, potencial de mercado, a 55%, potencial técnico. Quanto à refrigeração, os índices variam de 20% a 34%, respectivamente. A climatização apresenta um índice técnico-econômico menor (27%), porém um maior potencial de mercado (22%). Com exceção do aquecimento de água, cujo ganho potencial é pouco significativo, os demais usos finais apresentam um índice técnico-econômico de 15% e um potencial de mercado que varia de 6% a 8%.

Em média (*total*), os impactos representam uma redução de 33% no cenário técnico, 30% no econômico e cerca de 22% no de mercado. Os dados relativos às demais cidades são análogos a estes e podem ser vistos no Anexo VIIA.

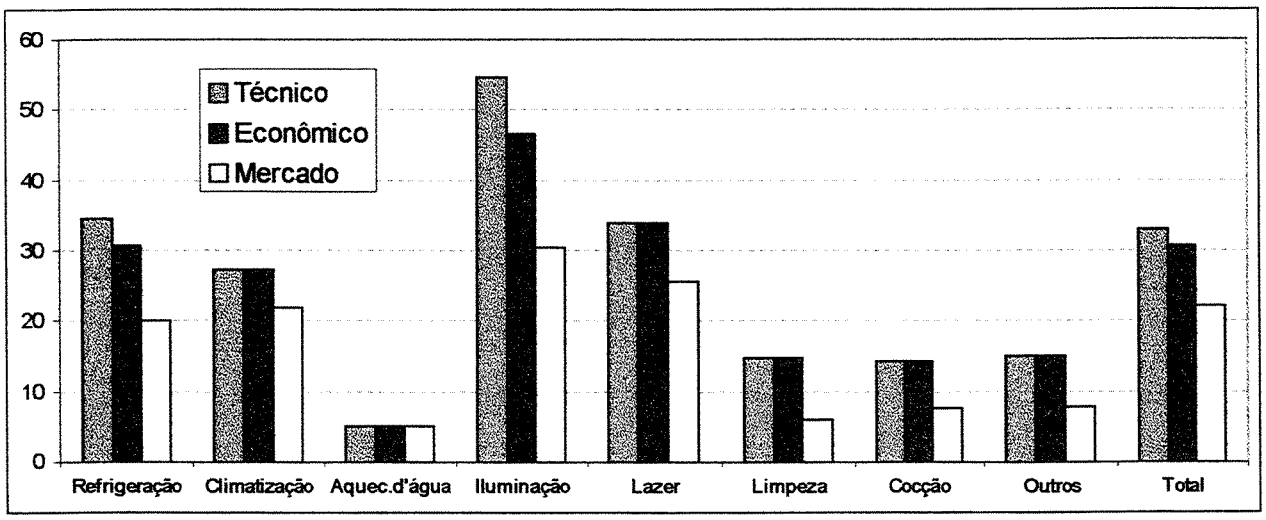


Figura 6.5-1: Síntese das economias potenciais de energia (%) - Manaus/1996.

6.5.2 Impactos sobre a Curva de Carga

A Figura 6.5-2 apresenta a curva de carga residencial em Manaus, considerando quatro cenários: a curva denominada *tendencial* se refere à situação atual (1996) e as demais correspondem aos referidos cenários de eficiência energética (técnico, econômico e de mercado).

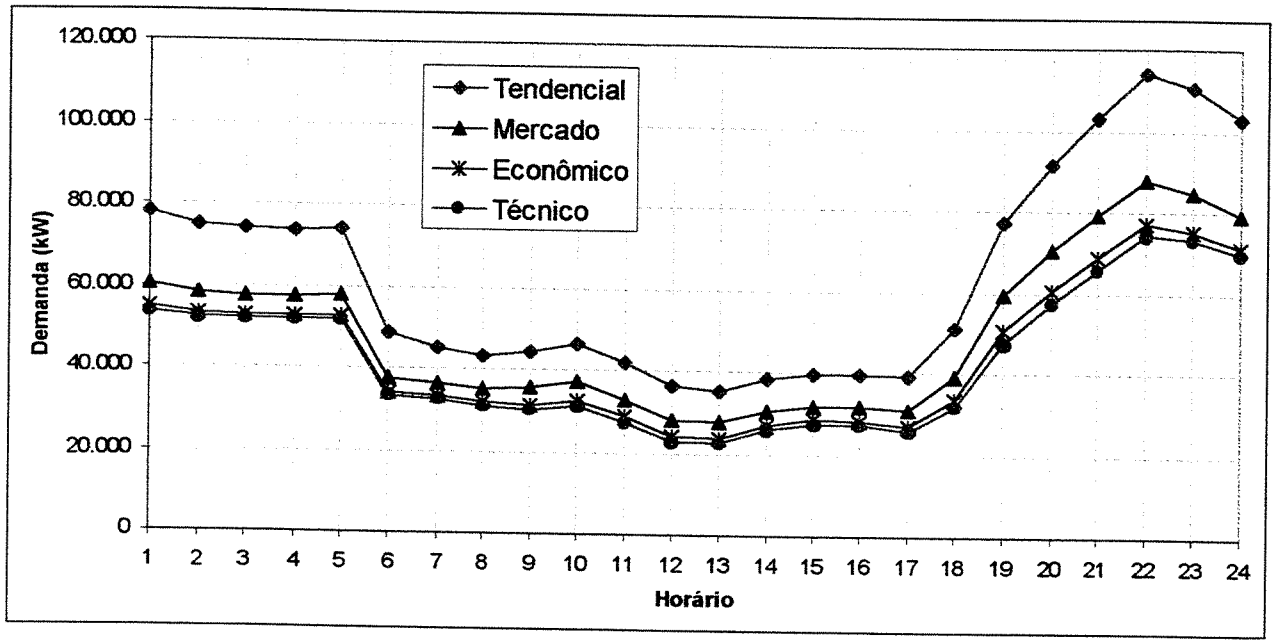


Figura 6.5-2: Estimativa da curva de carga residencial em diferentes cenários - Manaus - 1996

Conforme se observa, os impactos são maiores nos horários de maior demanda, devido ao maior uso dos principais equipamentos nesses períodos. Nota-se, também, que as reduções potenciais de demanda são proporcionais às reduções do consumo, visto que a única alteração proposta em cada cenário se refere à eficiência energética dos aparelhos; isto é, não foram contabilizadas as possibilidades de gerenciamento de carga, como o uso programado dos aparelhos.

6.6 Conclusões do Capítulo

Conforme analisado no decorrer deste capítulo, são grandes os impactos e os benefícios proporcionados pelo uso de tecnologias eficientes. Embora existam ainda grandes entraves à difusão de aparelhos mais eficientes[20], eles têm se reduzido muito nos últimos anos. Um exemplo interessante é o da iluminação, onde o preço de uma lâmpada eficiente, conjugado com o valor da tarifa de eletricidade, desencorajavam o uso de tecnologias eficientes de iluminação.

Como analisado por JANNUZZI (1993), o custo de 1 kWh economizado pela substituição de uma lâmpada incandescente convencional (LIC) por uma fluorescente compacta (LFC) era de US$ 0,15. Assim, mesmo com uma taxa de desconto de 6% ao ano, para que o consumidor resi-

[20]Dentre os quais se destacam a assimetria de informações e a falta de interesse político.

dencial tivesse algum benefício, seria necessário uma redução de 40% no preço da lâmpada. Outros estudos feitos naquela época indicam resultados similares [RECHE, 1991]. Hoje, com um tempo médio de uso diário igual a 5,5 horas, a substituição de uma LIC de 100 W por uma LFC de 24 W proporciona ao consumidor uma taxa interna de retorno de 120% ao ano (Figura 6.3-2).

Com menor intensidade, porém, de modo bastante expressivo, verifica-se o mesmo em relação a vários outros equipamentos, dentre os quais se destaca o refrigerador, devido à sua importância nos domicílios brasileiros. Conforme verificado, a suposta correlação entre a eficiência energética e o preço dos aparelhos tem se reduzido drasticamente. Constata-se, portanto, que o preço dos aparelhos não é mais o principal responsável pelo baixo grau de difusão de tecnologias eficientes. Outro detalhe importante é que a oferta de aparelhos eficientes tem aumentado substancialmente nos últimos anos.

É preciso, contudo, que os benefícios decorrentes do uso dessas tecnologias sejam devidamente calculados e mostrados a toda a sociedade. E, como já mencionado, isso requer o esforço conjunto dos vários atores envolvidos na luta contra o uso ineficiente e irracional de energia (fabricantes e distribuidores de equipamentos, associações de consumidores, setor elétrico, administração pública e demais organizações).

Capítulo 7

Projeções da Demanda e Impactos da Difusão de Tecnologias Eficientes

7.1 Introdução

No capítulo anterior, foram definidos e mensurados potenciais de melhorias na eficiência do uso doméstico de eletricidade, através da difusão de tecnologias mais eficientes. Os índices levantados se referem ao ano em que foram feitos os levantamentos de campo (1996) e, assim, ilustram apenas uma situação hipotética; pois, para que fossem efetivamente realizados naquele ano, as medidas contempladas nas hipóteses deveriam ter sido tomadas previamente. Para que os benefícios da aquisição de tecnologias mais eficientes se tornem efetivamente reais no futuro, é necessário que providências[1] comecem a ser tomadas agora.

Neste capítulo, foram feitas projeções da demanda, considerando-se quatro cenários alternativos (tendencial, técnico, econômico e de mercado) e três horizontes de projeção (2001, 2006 e 2011), conforme descrito no Capítulo 3. Os critérios de eficiência energética são os mesmos do capítulo anterior e os procedimentos de cálculo do ganho potencial de eficiência são análogos. A diferença é que, agora, a difusão de tecnologias eficientes ocorre gradualmente, à medida que novos aparelhos vão sendo adquiridos, em função do crescimento do mercado consumidor e da necessidade de reposição de aparelhos.

A expansão do mercado consumidor, que irá definir o estoque futuro de aparelhos, é definida pelo aumento do número de domicílios eletrificados e/ou pelo crescimento do índice de posse.

Para a projeção desses indicadores, analisou-se a evolução recente dos mesmos, segundo a disponibilidade de dados e os objetivos do trabalho. A finalidade é simular o comportamento futuro da demanda, visando avaliar o impacto da penetração de tecnologias eficientes. Procurou-se, assim, fazer previsões plausíveis e moderadas, de modo a não superestimar ou enaltecer os resultados.

7.2 Número de Consumidores

Antes de fazer projeções do número de consumidores, é importante analisar alguns indicadores demográficos. A Tabela 7.2-1 apresenta a evolução da população residente, do número de domicílios particulares e do número de domicílios eletrificados, nas três cidades analisadas, segundo os dados levantados nos três últimos censos demográficos (1980, 1991 e 1996).

Tabela 7.2-1: População residente, domicílios particulares permanentes e domicílios eletrificados.

	População residente			Taxa anual de crescimento (%)		
	1980	1991	1996	80-91	91-96	80-96
Manaus	633.392	1.011.501	1.157.357	4,3	2,7	3,8
Porto Velho	133.898	287.534	294.334	7,2	0,5	5,0
Macapá	137.451	179.777	220.962	2,5	4,2	3,0
	Domicílios particulares permanentes			Taxa anual de crescimento (%)		
	1980	1991	1996	80-91	91-96	80-96
Manaus	130.496	205.997	257.853	4,2	4,6	4,3
Porto Velho	28.158	66.591	71.243	8,1	1,4	6,0
Macapá	22.996	33.233	46.825	3,4	7,1	4,5
	Domicílios eletrificados			Taxa anual de crescimento (%)		
	1980	1991	1996	80-91	91-96	80-96
Manaus	118.375	-	252.696	-	-	4,9
Porto Velho	18.149	-	69.106	-	-	8,7
Macapá	16.832	-	46.357	-	-	6,5

Fonte: IBGE (Censos Demográficos de 1980, 1991 e Contagem da População/1996)

Os dados indicam que, no período de 1980 a 1991, o crescimento médio populacional foi de 4,3% ao ano em Manaus, 7,2% em Porto Velho e 2,5% em Macapá. Entre 1991 e 1996, houve uma forte retração no índice de crescimento em Porto Velho; Manaus continuou crescendo moderadamente e Macapá apresentou um índice quase duas vezes superior àquele do período anterior.

Quanto ao número de domicílios particulares, observa-se que, em geral, o índice de crescimento foi bem maior do que aquele relativo à população residente. Em média, no período de

[1]Informação, treinamento, educação, incentivos, normalização e certificação, fiscalização, punições, etc.

1980 a 1996, os índices foram de 4,3% ao ano em Manaus, 4,5% em Macapá e 6% em Porto Velho. A mesma observação é válida para os domicílios eletrificados, cujo índice de crescimento foi de 5% em Manaus, 6,5% em Macapá e 8,7% em Porto Velho.

Em resumo, os números indicam que houve um crescimento demográfico considerável e, conseqüentemente, um aumento ainda maior no número de domicílios particulares e eletrificados. Nota-se, também, que os indicadores apresentam comportamentos distintos, tanto no tempo quanto no espaço. Considerando o período 1980-1996, a cidade que mais cresceu foi Porto Velho, porém, observa-se uma certa estagnação nos últimos anos (1991-1996).

Para as projeções do número de consumidores, três fatores relacionados aos referidos indicadores merecem atenção especial. O primeiro se refere ao crescimento demográfico, cuja tendência futura é de índices bem menores do que aqueles observados no passado recente. O segundo aspecto a ser considerado é que a taxa de eletrificação dessas cidades, que era baixa até poucos anos, está muito próxima da saturação, conforme mostra a Figura 7.2-1, abaixo.

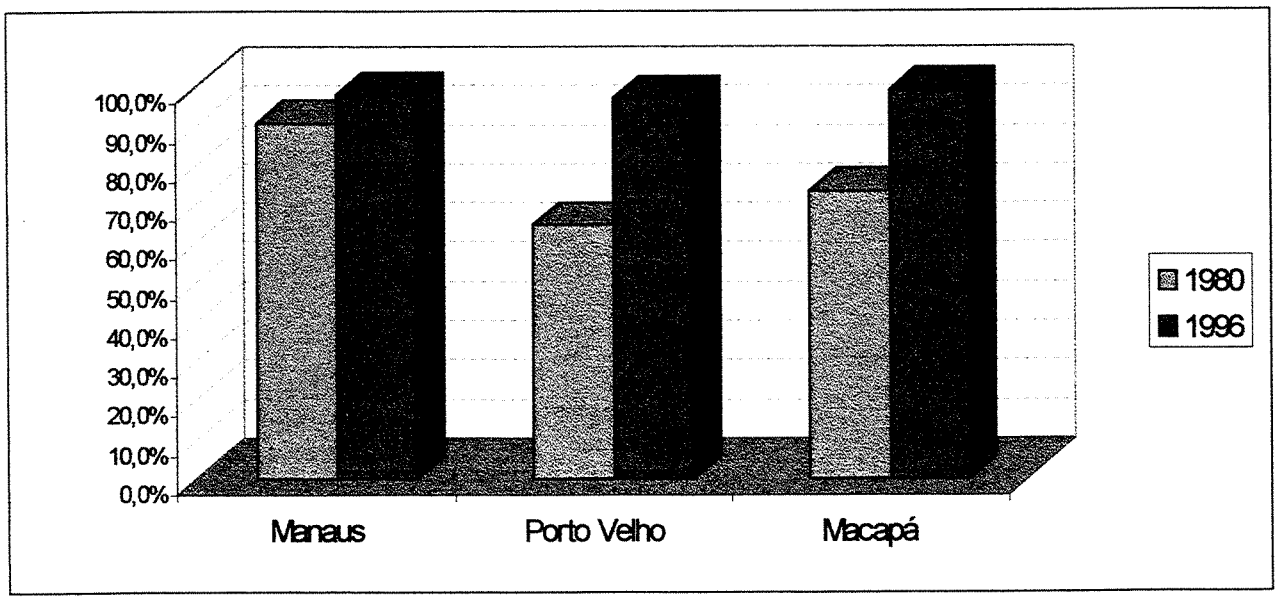


Figura 7.2-1: Evolução recente da taxa de eletrificação (parcela de domicílios eletrificados).

Finalmente, o terceiro aspecto a ser considerado é que o número de pessoas por domicílio vem se reduzindo muito nos últimos anos, conforme indica a Figura 7.2-2, abaixo. Desse modo, o

crescimento do número de domicílios deverá continuar superior ao crescimento demográfico, pelo menos a curto e médio prazos.

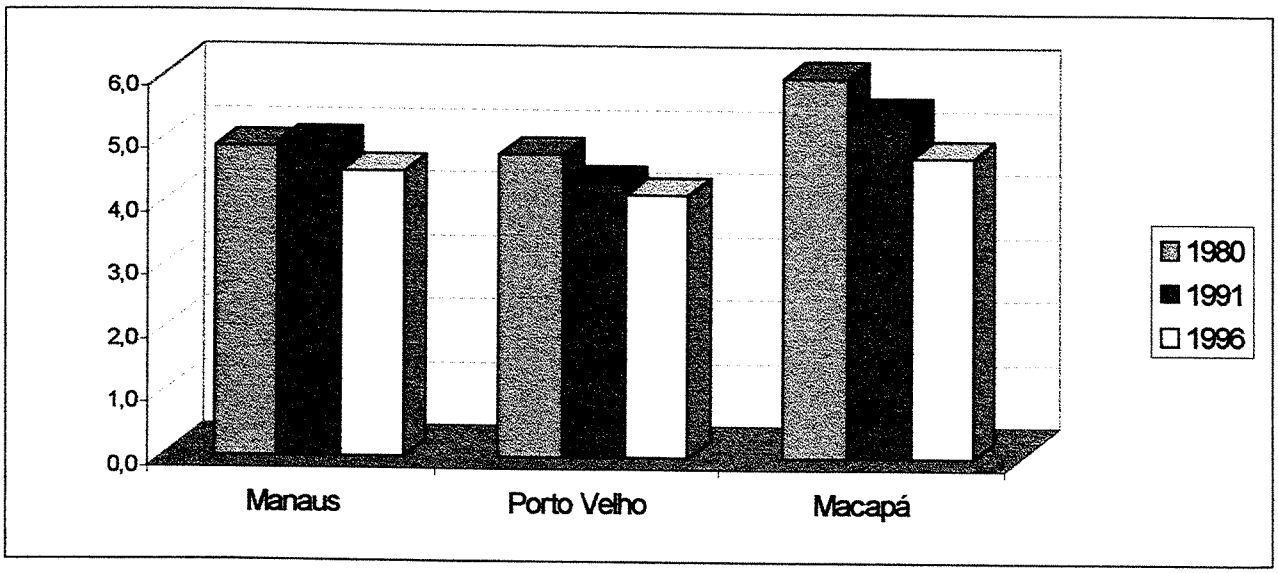


Figura 7.2-2: Evolução recente do número de moradores por domicílio [Censos Demográficos/IBGE].

É importante lembrar que o número de domicílios eletrificados não corresponde exatamente ao número de consumidores residenciais. Isto porque uma única ligação (que corresponde a um consumidor cadastrado) pode atender dois ou mais domicílios. Além disso, há domicílios ligados clandestinamente à rede de energia elétrica.

Contudo, dados das concessionárias de eletricidade indicam índices de crescimento coerentes com aqueles mencionados acima. No estado de Rondônia, o número de consumidores residenciais cresceu cerca de 7% a.a. nos últimos dez anos (1989-1998) [CERON, 1998]. Em Manaus, o crescimento foi da ordem de 4% a.a. [ELETRONORTE, 1997b].

Segundo SCHAEFFER et al. (1998), as projeções oficiais do Plano 2015 [ELETROBRÁS, 1993] indicam uma taxa média de crescimento do número de consumidores residenciais de 7,1% ao ano, para a toda a região Norte. Salvo informação contrária, não há previsões oficiais desagregadas ao nível deste estudo, isto é, relativas às três referidas cidades da RA. Contudo, é provável que os índices se situem bastante abaixo da média da região toda, visto que se trata dos maiores centros urbanos da região, cuja taxa de eletrificação já está próxima da saturação (Figura 7.2-1).

Como indicado na introdução, procurou-se fazer previsões moderadas, de modo a não superestimar os resultados obtidos. A Tabela 7.2-2 apresenta as taxas empregadas no crescimento do número de consumidores, supondo retrações ao longo do tempo, devido à redução do crescimento demográfico e o aumento da taxa de eletrificação.

Tabela 7.2-2: Taxa anual empregada nas projeções do crescimento do número de consumidores.

	1996/2001	2001/2006	2006/2011
Manaus	4,0%	3,0%	2,5%
Porto Velho	5,0%	4,0%	3,0%
Macapá	6,0%	4,5%	3,5%

Quanto às variações entre classes de consumidores, não há informações confiáveis sobre a evolução no tempo. Sabe-se, porém, que há uma tendência de redução nos índices relativos às classes extremas (primeiras e últimas) e aumento nas classes intermediárias; isto é, uma melhor distribuição relativa do consumo, onde consumidores de classes extremas são gradualmente transferidos a classes intermediárias, conforme mostra a Figura 7.2-3, abaixo.

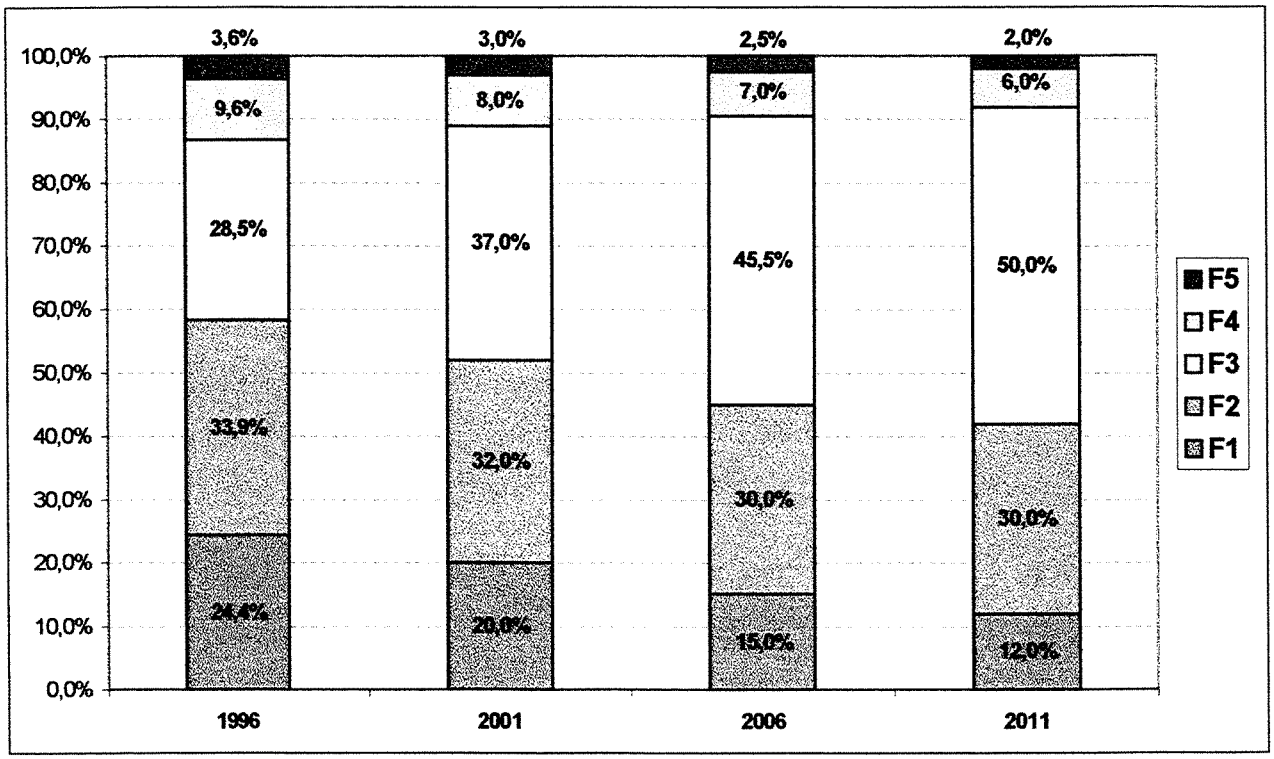


Figura 7.2-3: Distribuição relativa dos consumidores residenciais de eletricidade em Manaus.

Segundo as taxas de crescimento da Tabela 7.2-2 e a distribuição relativa dos consumidores, indicada na Figura 7.2-3, a tabela abaixo apresenta as projeções do número de consumidores, para as referidas cidades, classes e horizontes de projeção.

Tabela 7.2-3: Projeções do número de consumidores.

	Manaus			Porto Velho			Macapá		
	2001	2006	2011	2001	2006	2011	2001	2006	2011
F1	49.003	42.606	38.564	9.183	13.408	15.543	8.460	11.555	13.396
F2	78.405	85.213	96.410	36.733	39.105	38.858	27.701	33.702	33.489
F3	90.656	129.239	160.684	36.274	48.602	64.763	33.091	41.406	55.815
F4	19.601	19.883	19.282	7.347	7.821	7.772	7.915	7.703	6.698
F5	7.351	7.101	6.427	2.296	2.793	2.591	1.979	1.926	2.233
Total	245.017	284.042	321.367	91.834	111.730	129.525	79.145	96.293	111.629

7.3 Estoque de Aparelhos

A Tabela 7.3-1 apresenta o índice de posse de eletrodomésticos e a taxa média anual de crescimento, na cidade de Manaus, entre 1988 e 1996. Inicialmente, é importante ressaltar que os dados foram levantados através de amostragens e, portanto, é necessário prudência na análise, particularmente quando se trata de equipamentos com um índice muito baixo de posse, como o caso da lavadora de louça e do microcomputador, por exemplo.

Contudo, nota-se um forte crescimento no índice de posse de vários eletrodomésticos, dentre os quais se destacam a lavadora de roupa, o vídeo cassete, o freezer e o condicionador de ar. Este último equipamento merece atenção especial, pois, embora 72,3% dos consumidores não o possuíssem em 1996, ele já representava cerca de 27% do consumo e 32% da demanda máxima residencial, conforme estimativas feitas no Capítulo 5.

A geladeira e o ventilador apresentaram também um índice de crescimento significativo. Contudo, é muito provável que o índice de posse desses equipamentos, assim como do ferro elétrico e do televisor, estejam próximos da saturação. Deve-se esperar, portanto, um crescimento bastante moderado no índice de posse de aparelhos desse tipo de equipamento.

Tabela 7.3-1: Posse de eletrodomésticos* e taxa anual de crescimento [%] - Manaus, 1988/1996.

Eletrodoméstico	1988	1996	Cresc.	Eletrodoméstico	1988	1996	Cresc.
Televisão	88,2	93,3	0,7	Freezer	12,8	20,5	6,1
Ferro	83,8	88,1	0,6	Secador de cabelo	12,1	12,3	0,2
Geladeira	81,9	92,4	1,5	Lavadora de roupa	10,9	28,9	13,0
Ventilador	75,4	92,2	2,5	Vídeo cassete	8,3	24,4	14,4
Liqüidificador	71,3	78,4	1,2	Aspirador	3,1	1,9	-5,7
Conjunto de som	55,7	59,8	0,9	Máquina de escrever	1,7	0,7	-11,3
Rádio	42,0	23,8	-6,9	Forno elétrico	1,0	1,9	8,6
Máquina de costura	23,6	20,3	-1,9	Secadora de roupa	0,7	1,9	13,6
Ar condicionado	21,7	28,7	3,6	Lavadora de louça	0,7	0,2	-13,5
Enceradeira	14,3	3,9	-15,0	Microcomputador	0,3	2,4	29,5

*Porcentagem de domicílios que possuem o equipamento.
FONTE: PROCEL, 1988/96

Observa-se, ainda, que vários equipamentos apresentaram uma redução no índice de posse. Conforme já mencionado, isso pode ter sido falhas no levantamento, porém, outras fontes indicam também resultados similares, para a maioria dos casos (Tabela 7.3-2). Esses dados são coerentes também com aqueles dos demais equipamentos mencionados anteriormente.

Tabela 7.3-2: Taxa média anual de crescimento do índice de posse de eletrodomésticos - Brasil[2].

Equipamento	Taxa (%a.a.)	Equipamento	Taxa (%a.a.)
Lavadora de louça	15,5	Geladeira	0,6
Secadora de roupa	12,1	Ferro elétrico	0,3
Freezer	11,2	Liqüidificador	0,3
Lavadora de roupa	8,3	Torradeira elétrica	-0,8
Conjunto de som	4,1	Secador de cabelos	-1,2
Ar condicionado	3,8	Aspirador de pó	-2,3
Ventilador	3,6	Máquina de costura	-3,3
Batedeira de bolo	2,4	Enceradeira	-6,5
Televisão	0,9	Microondas	-

Fonte: IBGE - Pesquisa de Orçamento Familiar - 1987/1996.

Mais informações sobre a evolução do mercado nacional de eletrodomésticos podem ser obtidas através do volume de vendas industriais, como indicado na Tabela 7.3-3. Conforme se observa, destacam-se os equipamentos eletrônicos (microondas e áudio-visuais) e aqueles destinados à refrigeração (geladeiras e freezers). Dos 15 equipamentos analisados, o único que apresentou retração no volume de vendas foi a enceradeira (-5,6% ao ano).

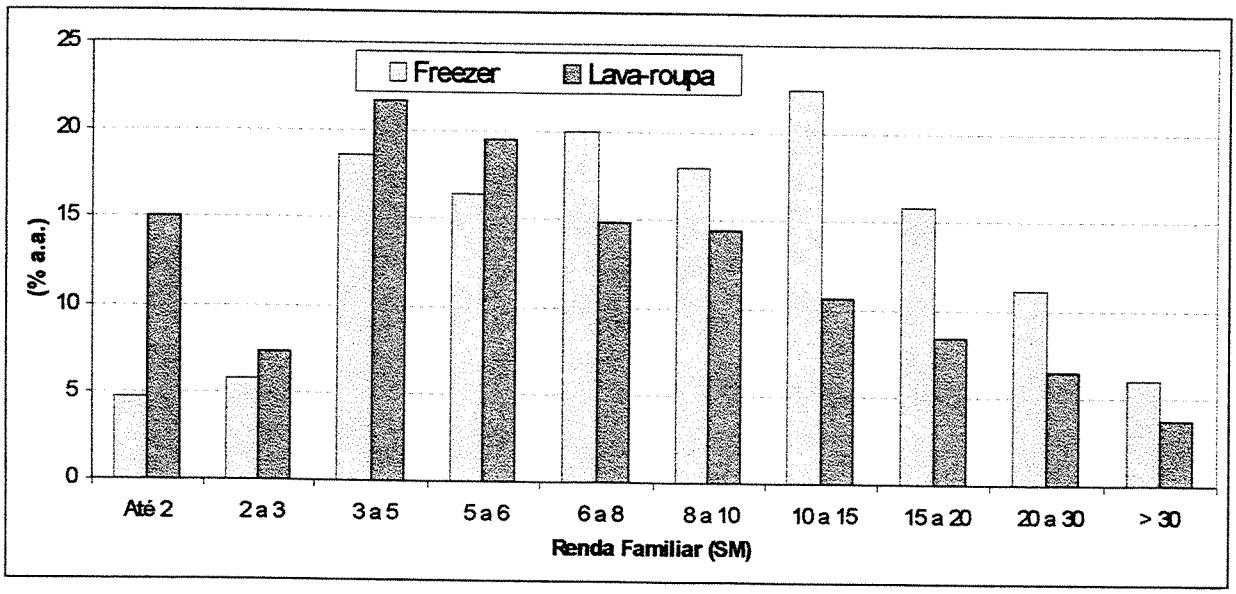
[2]Média das regiões metropolitanas pesquisadas.

Tabela 7.3-3: Vendas industriais de eletrodomésticos - Brasil (1.000 unidades).

Eletrodomésticos	1988	1996	Cres.(% a. a.)
Fornos de microondas	129	1.316	33,7
Vídeos cassete (VCR)	271	2.703	33,3
Televisores (a cores + P&B)	2.697	8.593	15,6
Conjuntos de som (systems)	1.292	3.782	14,4
Espremedores de frutas	399	992	12,1
Refrigeradores	1.650	4.042	11,9
Freezers (verticais)	297	679	10,9
Aspiradores	295	630	9,9
Ferros de passar	2.930	6.046	9,5
Batedeiras	601	1.229	9,4
Liqüidificadores	2.348	4.047	7,0
Ventiladores/circuladores de ar	1.910	3.018	5,9
Fornos elétricos (minifornos)	79	102	3,2
Condicionadores de ar	424	534	2,9
Enceradeiras	286	180	-5,6

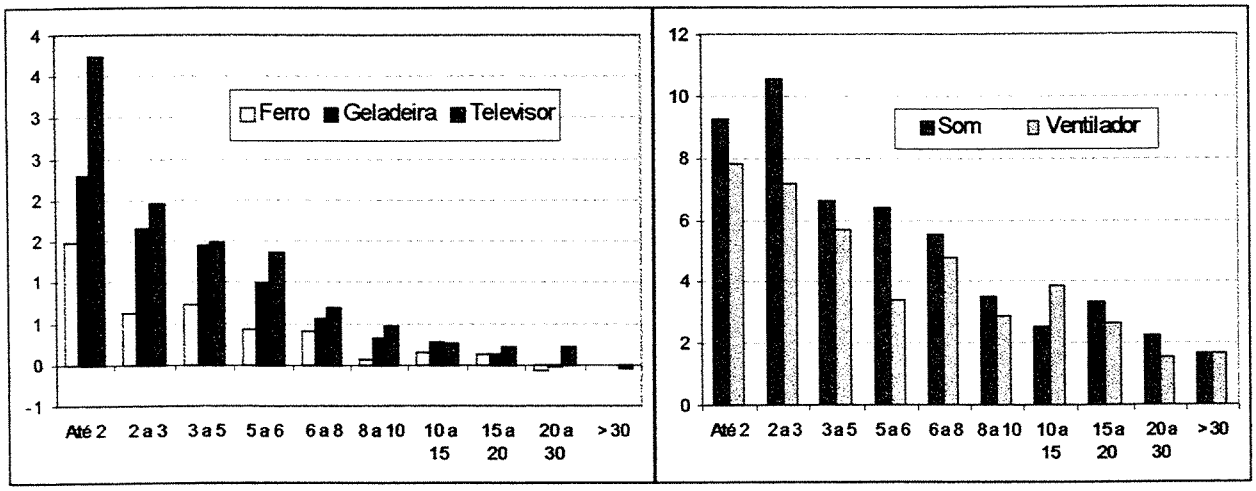
Fonte: Gazeta Mercantil, 1998.

Quanto às variações no crescimento do índice de posse de eletrodomésticos entre classes de renda, observa-se dois tipos de comportamento, durante o referido período: para alguns equipamentos, dentre os quais se destacam o freezer e a lavadora de roupa (Figura 7.3-1), observa-se maiores taxas nas classes intermediárias. Para outros (maioria), verifica-se uma nítida tendência de maiores índices nas primeiras classes de renda (Figura 7.3-2).



Fonte: IBGE - Pesquisa de Orçamento Familiar (1987/1996).

Figura 7.3-1: Taxa anual de crescimento do índice de posse de freezers e lavadoras de roupa - Brasil.



Fonte: IBGE - Pesquisa de Orçamento Familiar (1987/1996).

Figura 7.3-2: Taxa anual de crescimento do índice de posse de alguns eletrodomésticos no Brasil (%).

Embora esses dados forneçam subsídios importantes, fazer previsões do estoque futuro de eletrodomésticos é um exercício bastante complexo, particularmente quando a demanda é desagregada em classes. Conforme analisado, as informações disponíveis são insuficientes e, às vezes, incompatíveis com a estrutura ou nível de desagregação das etapas anteriores. Há equipamentos cuja ocorrência só foi verificada no ano de 1996 (ano base), como o microondas, por exemplo. Neste caso, não há nenhum referencial para as projeções do índice de posse e, portanto, o índice estimado é mera inferência do autor. Há outros que, embora houvesse informações, o bom senso indica que elas são incoerentes e, portanto, não servem de referência.

Para os demais equipamentos (grande maioria), tomou-se como referência a média entre as duas fontes consultadas (PROCEL e POF/IBGE). Supôs-se, porém, uma redução de 5% ao ano na taxa de crescimento do índice de posse. A Tabela 7.3-4 apresenta o crescimento médio observado nos períodos anteriores ao levantamento, segundo as fontes consultadas, e as estimativas para os três horizontes considerados, conforme os procedimentos acima descritos. Os valores em itálicos, correspondem aos equipamentos cuja ocorrência só foi verificada em 1996 ou as informações disponíveis foram julgadas incoerentes. Neste último caso, merece destaque o ventilador, que, embora os dados apontem um crescimento considerável no índice de posse, as análises feitas nos capítulos anteriores sugerem que a posse desse equipamento esteja muito próxima do seu grau de saturação.

Tabela 7.3-4: Taxa média anual de crescimento do índice de posse de aparelhos (%).

	Referências		Estimativas		
Equipamento	Procel/1988-1996	POF/1987-1996	1996-2001	2001-2006	2006-2011
Vídeo cassete	14,70	nd	11,03	8,28	6,21
Lavadora de louça	13,50	15,50	10,88	8,16	6,13
Secadora de roupa	13,60	12,10	9,64	7,23	5,43
Lavadora de roupa	13,00	8,30	7,99	5,99	4,50
Freezer	6,10	11,20	6,49	4,87	3,65
Forno elétrico	8,64	nd	6,48	4,86	3,65
Ar condicionado	3,57	3,80	2,76	2,07	1,55
Conjunto de som	0,90	4,10	1,87	1,40	1,05
Batedeira	nd	2,40	1,80	1,35	1,01
Geladeira	1,50	0,60	0,79	0,59	0,45
Televisor	0,70	0,90	0,60	0,45	0,34
Liqüidificador	1,19	0,30	0,56	0,42	0,32
Ferro elétrico	0,63	0,30	0,35	0,26	0,20
Secador de cabelo	0,20	-1,20	-0,38	-0,29	-0,22
Lâm. Incandescentes	-1,70	nd	-1,28	-0,96	-0,73
Máq. de costura	-1,90	-3,30	-1,95	-1,46	-1,10
Rádio	-6,87	nd	-5,15	-3,86	-2,89
Enceradeira	*-15,02*	*-6,50*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Máq. de escrever	*-11,30*	*nd*	*-5,65*	*-4,24*	*-3,18*
Aspirador	*-5,69*	*-2,30*	*1,00*	*0,75*	*0,56*
Ventilador	*2,50*	*3,60*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
Lâm. fluorescentes	*5,00*	*nd*	*5,00*	*3,75*	*2,81*
Microcomputador	*29,55*	*nd*	*14,77*	*11,08*	*8,31*
Aparelho de fax	*nd*	*nd*	*5,00*	*3,75*	*2,81*
Bebedouro	*nd*	*nd*	*1,20*	*0,90*	*0,68*
Chuveiro	*nd*	*nd*	*1,00*	*0,75*	*0,56*
Espremedor de frutas	*nd*	*nd*	*0,56*	*0,42*	*0,32*
Microondas	*nd*	*nd*	*8,64*	*6,48*	*4,86*
Motor elétrico	*nd*	*nd*	*0,10*	*0,08*	*0,06*
Secretária eletrônica	*nd*	*nd*	*5,00*	*3,75*	*2,81*

nd: *valores não-disponíveis*

Com base nas taxas de crescimento indicadas na tabela acima, A Tabela 7.3-5, abaixo, apresenta uma estimativa do índice de posse e do estoque futuro de aparelhos, para a cidade de Manaus e os principais equipamentos amostrados. Os dados relativos aos demais equipamentos e cidades são apresentados no Anexo VIII.

Tabela 7.3-5: Índice de posse e parque de aparelhos dos principais equipamentos - Manaus.

	Geladeira	Freezer	Ar Cond.	Ventilad.	Televisor	Som	Ferro	Lava-Roupa	Lâmp.Inc.	Lâmp.Flu.
	Índice de Posse (aparelho/domicílio)									
1996	0,99	0,22	0,43	1,73	1,32	0,65	0,88	0,29	3,55	2,82
2001	1,03	0,30	0,50	1,73	1,36	0,71	0,89	0,43	3,33	3,59
2006	1,05	0,45	0,53	1,73	1,38	0,74	0,90	0,70	3,22	4,07
2011	1,06	0,51	0,56	1,73	1,40	0,85	0,91	0,81	3,15	4,46
	Estoque de Aparelhos (unidades)									
1996	199.294	43.941	88.533	348.194	267.543	130.363	177.055	58.946	716.293	571.077
2001	253.161	72.527	115.323	431.215	333.028	174.621	221.003	102.335	819.235	948.856
2006	300.718	110.784	143.124	509.804	394.503	215.114	260.823	165.383	928.548	1.285.542
2011	346.099	142.364	169.149	582.414	453.152	257.392	298.441	224.227	1.023.740	1.610.111

7.4 Potência dos Aparelhos

Conforme definido anteriormente, assume-se uma redução "natural" de 1% ao ano na potência média dos aparelhos novos. Para o cálculo da potência de um aparelho adquirido *n* anos após o ano base, sejam P_B a potência no ano base e P_n a potência no referido ano de projeção. Simbolicamente, isto pode ser representado através da seguintes equação:

$$P_n = P_B \times 0{,}99^n \qquad \text{(Equação 7.4-1)}$$

Para o cálculo da potência média do parque de aparelhos de um dado equipamento, num dado ano e cenário de projeção, são necessários os seguintes parâmetros:

- Estoque de aparelhos "velhos" (isto é, em uso desde o ano base) - E_V;
- Estoque de aparelhos "novos" (reposição + expansão do mercado) - E_N;
- Estoque total de aparelhos (velhos + novos) - E_T;
- Estoque de aparelhos "novos eficientes" - E_E;
- Estoque de aparelhos "novos convencionais" - E_C;
- Potência dos aparelhos "velhos" - isto é, potência levantada no ano de 1996 - P_V;
- Potência dos aparelhos "novos eficientes" - P_E;
- Potência dos aparelhos "novos convencionais" - P_C.

Como definido anteriormente, a reposição de aparelhos é feita em função da idade do parque no ano base, conforme indica a Tabela 7.4-1, abaixo. Assim, a parcela de aparelhos com idade superior a 10 anos constitui o estoque de aparelhos que deverá ser reposto no ano 2001. Aqueles com idade entre 6 e 10 anos serão substituídos no ano 2006 e os demais serão repostos no ano 2011, onde todo o estoque de aparelhos existentes em 1996 deverá ter sido reposto.

Tabela 7.4-1: Distribuição relativa de alguns aparelhos segundo a faixa de idade - Manaus/1996 (%).

	Geladeira			Freezer			Condicionador de Ar			Televisor			Lava Roupa		
Idade	*0-5*	*6-10*	*>10*	*0-5*	*6-10*	*>10*	*0-5*	*6-10*	*>10*	*0-5*	*6-10*	*>10*	*0-5*	*6-10*	*>10*
F1	50,5	36,1	13,4	63,6	27,3	9,1	57,1	31,7	11,2	54,6	30,6	14,8	73,3	26,7	0,0
F2	54,1	37,6	8,3	65,0	25,0	10,0	59,6	31,3	9,1	58,3	33,9	7,8	65,8	28,9	5,3
F3	48,1	39,5	12,4	80,0	17,1	2,9	64,0	28,3	7,6	58,0	35,6	6,4	66,7	33,3	0,0
F4	56,3	41,7	2,1	73,7	26,3	0,0	65,0	34,0	1,0	57,6	36,5	5,9	79,3	17,2	3,4
F5	68,4	26,3	5,3	69,2	30,8	0,0	68,8	28,5	2,6	64,3	33,3	2,4	64,3	35,7	0,0
Total	52,1	38,0	9,9	72,7	23,0	4,4	62,4	30,5	7,1	57,6	34,2	8,2	69,9	27,7	2,3

Assim, no cenário tendencial (CL), onde todos os aparelhos adquiridos são considerados pouco eficientes ou *convencionais*, a potência média dos equipamentos (P_{CL}), num dado ano de projeção, deve ser ponderada em função do estoque de aparelhos velhos e do estoque de aparelhos novos. A potência dos aparelhos velhos é aquela do ano base e a dos aparelhos novos é calculada através da Equação 7.4-1. Simbolicamente, isso pode ser representado da seguinte forma:

$$P_{CL} = (E_V \times P_V + E_C \times P_C) / E_T \qquad \text{(Equação 7.4-2)}$$

Nos demais cenários, a penetração de aparelhos eficientes ocorre gradualmente, em função do sucateamento de aparelhos (índice de reposição), da expansão do mercado consumidor (número de domicílios x índice de posse) e da análise de viabilidade (*técnica*, *econômica* ou *de mercado*). No cenário técnico (CT), onde todos os novos aparelhos são considerados *eficientes*, a expressão para o cálculo da potência média é dada pela Equação 7.4-3, abaixo.

$$P_{CT} = (E_V \times P_V + E_E \times P_E) / E_T \qquad \text{(Equação 7.4-3)}$$

No cenário econômico (CE), onde uma parcela dos aparelhos adquiridos é considerada *eficiente* (E_E) e outra, *convencional* (E_C), a seguinte expressão é usada para o cálculo da potência média do parque de aparelhos (Equação 7.4-4):

$$P_{CE} = (E_V \times P_V + E_C \times P_C + E_E \times P_E) / E_T \qquad \text{(Equação 7.4-4)}$$

A mesma expressão é usada para o cenário de mercado (CM); a diferença é que E_C e E_E mudam em função da viabilidade de cada cenário - E_C é maior neste cenário, devido à restrições impostas pelo mercado, conforme analisado anteriormente.

7.5 Resultados das Projeções

7.5.1 Consumo de Energia

Com base nos dados e na metodologia descrita anteriormente, a Tabela 7.5-1 apresenta as projeções do consumo de eletricidade para a cidade de Manaus, considerando os quatro referidos cenários de projeção e os oito usos finais analisados anteriormente.

Tabela 7.5-1: Projeções do consumo de eletricidade em Manaus (MWh/mês).

2001	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Tendencial	16.928	22.621	1.294	8.329	7.070	1.980	350	562	59.135
Técnico	15.204	21.164	1.230	4.048	5.976	1.849	328	478	50.278
Econômico	15.294	21.164	1.230	4.765	5.976	1.849	328	478	51.084
Mercado	15.859	21.443	1.242	6.191	6.112	1.875	335	503	53.560
2006	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Tendencial	20.842	26.088	1.383	9.586	8.279	2.635	512	772	70.098
Técnico	16.832	22.460	1.314	4.981	6.386	2.102	436	660	55.171
Econômico	17.009	22.460	1.314	5.849	6.386	2.102	436	660	56.216
Mercado	18.327	23.055	1.327	7.583	6.663	2.213	457	694	60.320
2011	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Tendencial	23.533	28.239	1.505	10.580	9.245	3.162	824	885	77.974
Técnico	17.841	22.378	1.430	7.348	6.697	2.616	723	757	59.789
Econômico	17.993	22.378	1.430	8.123	6.697	2.616	723	757	60.717
Mercado	19.911	23.478	1.445	8.317	7.191	2.723	753	795	64.614

Segundo as hipóteses do cenário tendencial, o consumo doméstico de eletricidade em Manaus deverá crescer em média 3,5% ao ano, entre 1996 e 20011. O crescimento é maior no primeiro período (1996-2001), devido à menor taxa de reposição de aparelhos e maior expansão do mercado consumidor. Nos demais cenários, o índice médio varia entre 1,7% e 2,2%.

As tendências de cada cenário podem ser vistas graficamente na Figura 7.5-1. Conforme visto no capítulo anterior, há pouca diferença entre os cenários técnico e econômico.

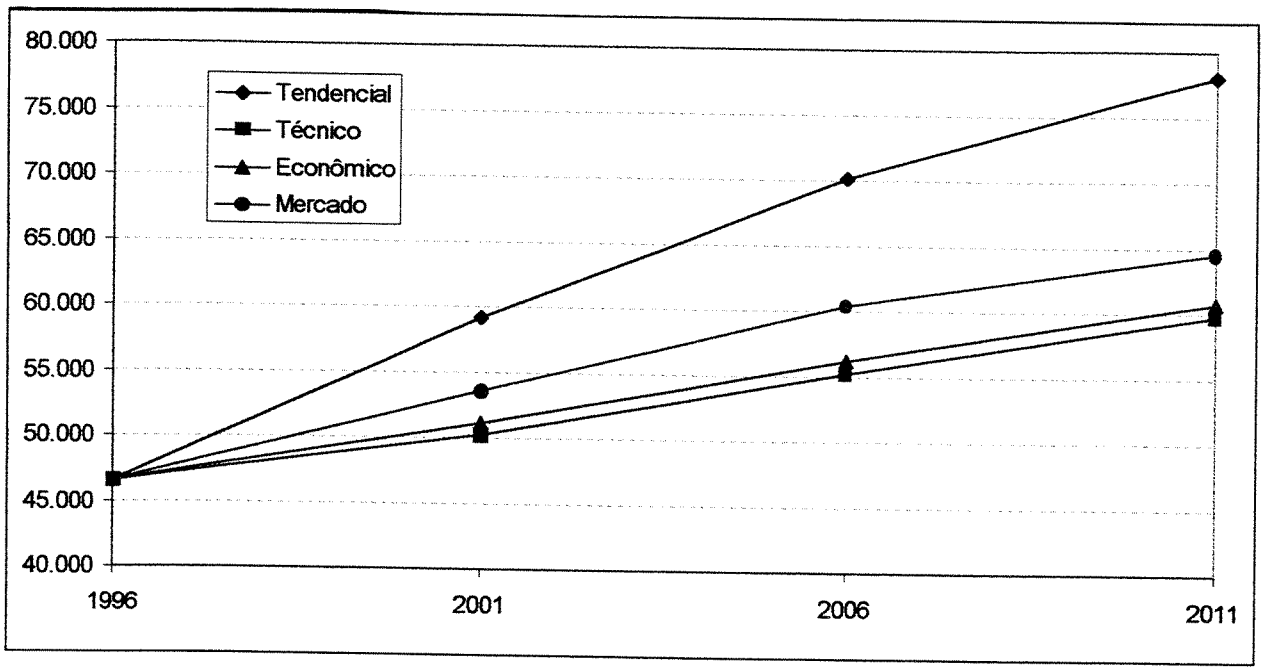


Figura 7.5-1: Projeções do consumo de eletricidade em Manaus (MWh/mês).

Um aspecto interessante é que, apesar da estagnação do índice de posse de alguns equipamentos importantes (ex.: ventilador) e da proliferação de vários outros (ex.: microondas e vídeo), a estrutura de uso final não se altera muito com o tempo, como indica a Tabela 7.5-2. Segundo as projeções, poderá ocorrer um pequeno aumento na participação relativa da refrigeração e da limpeza e o inverso em relação à climatização, aquecimento de água e iluminação. Cocção e *outros* poderão apresentar um sensível aumento, porém, o seu peso relativo continuará pouco expressivo. Os equipamentos de áudio e vídeo (lazer) deverão apresentar os mesmos índices de 1996.

Tabela 7.5-2: Composição do consumo de eletricidade por uso final e classe, em diferentes períodos (%).

	Refrigeração		Climatização		Aquec.d'água		Iluminação		Lazer		Limpeza		Cocção		Outros	
	1996	2011	1996	2011	1996	2011	1996	2011	1996	2011	1996	2011	1996	2011	1996	2011
F1	38,9	40,8	26,3	25,4	0,1	0,2	17,3	14,4	13,6	13,9	2,7	4,2	0,4	0,4	0,7	0,6
F2	35,6	40,0	27,4	24,4	0,8	1,3	16,5	13,8	14,9	13,9	3,5	4,7	0,3	0,8	0,9	1,1
F3	27,6	28,8	38,2	37,3	1,3	1,2	15,4	14,3	12,8	11,9	3,2	4,1	0,6	1,3	1,0	1,2
F4	17,6	20,6	50,4	47,0	6,3	5,8	12,7	11,7	9,1	9,1	2,7	3,3	0,4	1,2	0,9	1,3
F5	13,3	14,4	59,8	58,8	5,2	5,1	10,3	9,7	7,7	7,1	2,2	2,7	0,4	0,8	1,0	1,4
Tot.	27,2	30,2	39,3	36,2	2,5	1,9	14,7	13,6	12,0	11,9	3,0	4,1	0,4	1,1	0,9	1,1

Nota: os dados relativos a 2011 se referem ao cenário tendencial.

Em relação aos equipamentos mais importantes, destaca-se o freezer, cuja participação relativa deverá passar de 6,7% para 11%, entre 1996 e 2011, como indica a Tabela 7.5-3, abaixo.

Quanto à iluminação, a redução de sua participação relativa poderá ocorrer devido ao processo "natural" de substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes. Conforme indicado na Tabela 7.3-4, acima, entre 1988 e 1996, a posse de lâmpadas fluorescentes aumentou cerca de 5% ao ano, em Manaus, enquanto as incandescentes apresentaram uma redução de 1,7% ao ano.

Tabela 7.5-3: Composição do consumo de eletricidade por equipamento, em diferentes períodos (%).

	Relativa		Acumulada	
	1996	2011	1996	2011
Ar condicionado	26,9	25,0	-	-
Refrigerador	20,5	19,1	47,4	44,1
Ventilador	12,4	11,2	59,8	55,3
Lâmpadas incandescentes	10,7	7,8	70,4	63,1
Televisor	8,8	8,1	79,2	71,2
Freezer	6,7	11,0	85,9	82,3
Lâmpadas fluorescentes	4,0	5,8	90,0	88,0
Conjunto de som	2,8	3,0	92,8	91,0
Chuveiro	2,5	1,9	95,3	93,0
Ferro elétrico	1,9	1,8	97,2	94,7
Lavadora de roupa	0,9	1,8	98,1	96,5
Bebedouro	0,6	0,6	98,7	97,1
Vídeo cassete	0,3	0,7	99,0	97,8
Forno de microondas	0,2	0,8	99,1	98,6
Outros	0,9	1,4	0,9	1,4
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Os ganhos potenciais de eficiência são apresentados na Tabela 7.5-4, abaixo. Em 2001, apenas a iluminação apresenta grande impacto, pelas razões expostas anteriormente. Em média, estima-se que seria *tecnicamente possível* reduzir 15% o consumo, em relação ao cenário tendencial. A difusão de tecnologias *economicamente viáveis* proporcionaria uma redução 13,6%. Corrigindo parcialmente as barreiras impostas à difusão de tecnologias mais eficientes (cenário de mercado), seria possível reduzir 9,4% o consumo.

Em 2006, com exceção da iluminação, cuja difusão de lâmpadas eficientes não está relacionada à idade do parque, as projeções indicam maiores impactos, devido principalmente ao maior índice de reposição de aparelhos. Tanto a refrigeração como a climatização apresentam índices duas vezes maiores que aqueles do período anterior. Em média, as economias projetadas no cenário de mercado atingem 14%. No cenário econômico, o índice é de 19,8%, o que significa uma

economia anual de aproximadamente 170 GWh. Em 2011, os impactos são ainda maiores, proporcionando uma economia anual superior a 200 GWh, no cenário de mercado.

Tabela 7.5-4: Ganho potencial de eficiência em relação ao cenário tendencial - Manaus (%).

2001	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Técnico	10,2	6,4	5,0	51,4	15,5	6,6	6,3	14,8	15,0
Econômico	9,7	6,4	5,0	42,8	15,5	6,6	6,3	14,8	13,6
Mercado	6,3	5,2	4,0	25,7	13,6	5,3	4,4	10,4	9,4
2006	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Técnico	19,2	13,9	5,0	48,0	22,9	20,2	14,9	14,5	21,3
Econômico	18,4	13,9	5,0	39,0	22,9	20,2	14,9	14,5	19,8
Mercado	12,1	11,6	4,0	20,9	19,5	16,0	10,8	10,2	13,9
2011	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Técnico	24,2	20,8	5,0	30,6	27,6	17,3	12,3	14,5	23,3
Econômico	23,5	20,8	5,0	23,2	27,6	17,3	12,3	14,5	22,1
Mercado	15,4	16,9	4,0	21,4	22,2	13,9	8,6	10,2	17,1

As demais cidades apresentam índices semelhantes. Os impactos são maiores em Porto Velho, devido principalmente à maior presença de lâmpadas incandescentes no ano base. Os resultados são apresentados no Anexo VIII.

7.5.2 Curva de Carga

Como não foram consideradas, nas projeções, mudanças nos hábitos de uso, o perfil de carga não se altera significativamente. Contudo, os diferentes cenários construídos indicam grandes potenciais de redução de carga, particularmente no horário de maior demanda. Em termos relativos, os impactos são similares àqueles observados anteriormente. A Tabela 7.5-5 apresenta as economias projetadas para o ano 2011 dos principais usos finais, em termos de quilowatts evitados no horário de pico. Segundo as hipóteses do cenário de mercado, seria possível reduzir 17,5% a demanda máxima coincidente, o que significaria 32,6 MW a menos no horário de pico. Nota-se também que a climatização representa quase 50% das reduções.

Tabela 7.5-5: Redução da demanda máxima coincidente (kW) - Manaus/2011.

Cenário	Refrigeração	Climatização	Iluminação	Outros	Total
Técnico	7.906	19.163	11.783	5.633	44.486
Econômico	7.695	19.163	8.955	5.633	41.447
Mercado	5.031	15.527	8.248	3.840	32.645

A Figura 7.5-2 apresenta a curva de carga de um dia útil, para o ano 2011, relativos à cidade de Manaus, segundo os quatro cenários elaborados. Devido à importância da climatização, os impactos são maiores nos períodos de maior demanda. A diferença entre os cenários tendencial e técnico chega a 45 MW, por volta das 22 horas.

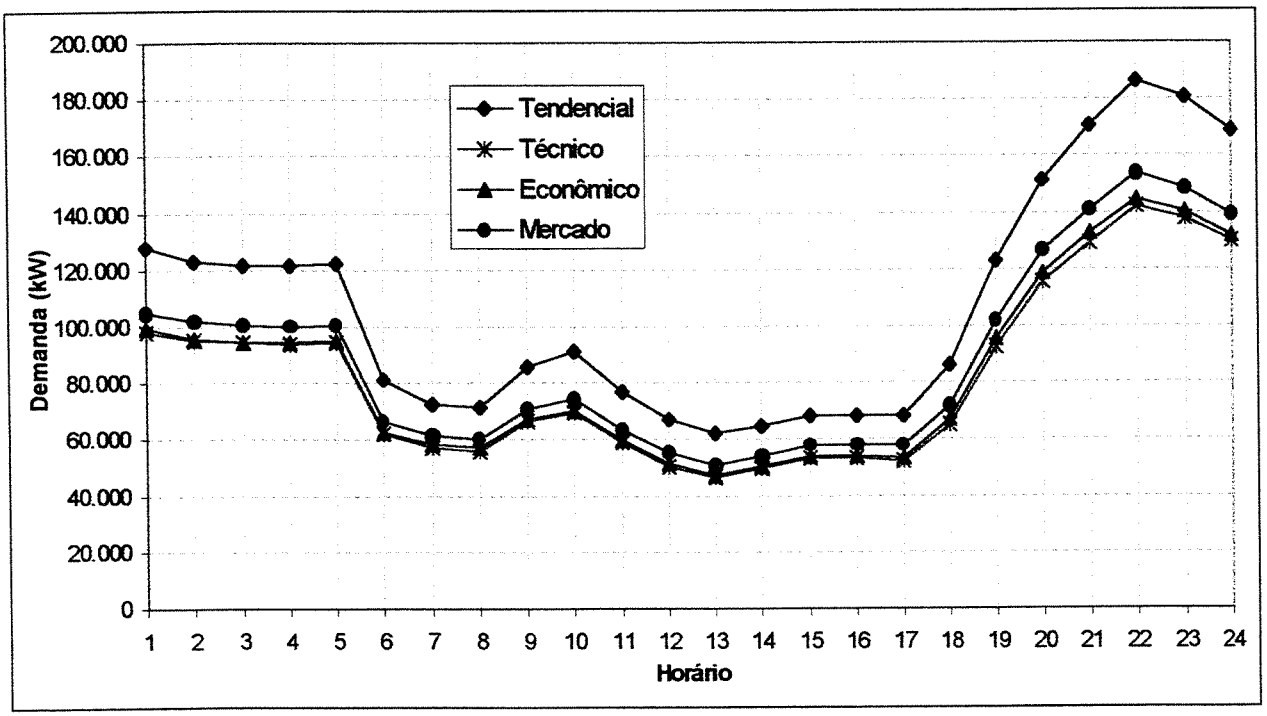


Figura 7.5-2: Curva de carga de um dia útil projetada para o ano 2011 - Manaus (kW).

Comparando esses resultados com aqueles relativos às economias de energia, observa-se que os cenários técnico, econômico e de mercado estão ainda mais próximos uns dos outros. Isto porque em 2011 todos os aparelhos existentes em 1996 deverão ter sido sucateados e, portanto, repostos, segundo os critérios de viabilidade de cada cenário. Isto se deve também ao peso relativo do ar condicionado, cujos potenciais técnico e econômico são coincidentes e o de mercado, apenas 20% inferior. Como já mencionado, a hipótese de proximidade entre o cenário de mercado e os demais deve-se aos benefícios decorrentes da aquisição de um aparelho eficiente, os quais proporcionam ao consumidor uma taxa interna de retorno de 36% ao ano e reduzem a demanda máxima do sistema em 15 MW, o que corresponde a R$ 18 milhões, os quais não foram contabilizados no cálculo econômico.

7.5.3 Impactos da Difusão de Tecnologias Eficientes

Os resultados das projeções indicam que, se todos os aparelhos adquiridos entre 1996 e 2001 tivessem a eficiência do modelo mais eficiente encontrado no mercado, seria possível reduzir 15% o consumo residencial de eletricidade em Manaus. Considerando apenas a parcela economicamente viável, o índice seria de 13,6%, o equivalente a uma economia anual de 97 GWh, em 2001. Tomando como referência a tarifa média residencial de fornecimento (152 R$/MWh), isto significaria uma economia anual de aproximadamente R$ 15 milhões (Tabela 7.5-6a). Além disso, seria reduzida a demanda máxima em 22 MW, o que evitaria o investimento de R$ 27 milhões na expansão da capacidade do sistema (Tabela 7.5-6b).

Tabela 7.5-6a: Economias decorrentes da difusão de aparelhos mais eficientes - Manaus[3].

	Cenário Técnico		Cenário Econômico		Cenário de Mercado	
Ano	GWh	Mil R$	GWh	Mil R$	GWh	Mil R$
2001	106	16.156	97	14.685	67	10.169
2006	179	27.227	167	25.321	117	17.836
2011	241	36.586	207	31.475	160	24.367

Em 2006, as economias de energia seriam de 167 GWh, o equivalente a R$ 25,3 milhões. A potência evitada seria de 35 MW, o que corresponde a R$ 42 milhões. Em 2011, quando todos os aparelhos existentes em 1996 deverão ter sido sucateados e repostos, as economias alcançariam 207 GWh e 41,4 MW, o que significa R$ 31,5 milhões e R$ 49,7 milhões, respectivamente.

Tabela 7.5-6b: Economias decorrentes da difusão de aparelhos mais eficientes - Manaus[4].

	Cenário Técnico		Cenário Econômico		Cenário de Mercado	
Ano	MW	Mil R$	MW	Mil R$	MW	Mil R$
2001	25,0	29.957	22,2	26.671	14,8	17.729
2006	38,4	46.090	35,0	41.999	23,8	28.503
2011	51,3	61.583	41,4	49.736	32,6	39.175

As estimativas revelam, portanto, o grande impacto da difusão de tecnologias eficientes. É importante lembrar que o consumidor não perderia com isso, pois somente foram considerados os casos economicamente viáveis, sob a ótica do consumidor. Os benefícios decorrentes da potência evitada não foram contabilizados no cálculo econômico, o que causaria impactos ainda maiores.

[3]As economias em reais foram calculadas supondo um custo marginal de 1.200 R$/kW.
[4]As economias em reais foram calculadas com base na tarifa média residencial de fornecimento (152 R$/MWh).

Capítulo 8

Conclusões e Recomendações

Conforme mencionado no primeiro capítulo, a Região Amazônica (RA) apresenta sérios problemas de suprimento de eletricidade. Apesar do grande potencial de recursos naturais e energéticos, a viabilização de projetos esbarra em diversos entraves sócio-econômicos, políticos e ambientais. Os custos de suprimento são elevados e têm sido sustentados por controvertidas políticas de subsídios, como a polêmica Conta de Compensação de Combustíveis (CCC).

Os esforços no sentido de atender às necessidades energéticas da região têm sido direcionados, quase que exclusivamente, à expansão e diversificação da oferta. Contudo, experiências indicam que a alocação de recursos (financeiros e humanos) tende a ser muito mais eficiente quando se combinam as opções do lado da oferta com aquelas do lado da demanda, conforme indica a literatura internacional. Para tanto, é necessário saber inicialmente quais são de fato as opções do lado da demanda, como elas podem ser viabilizadas e a que custo isso pode ser feito.

Conforme indicado neste trabalho, há um potencial considerável de melhorias na eficiência energética do uso doméstico de eletricidade. Comparando a eficiência energética dos aparelhos em uso com a disponibilidade tecnológica do mercado, verificou-se uma diferença de aproximadamente 33%, em 1996. Supondo que a expansão do mercado consumidor e a reposição do estoque existente em 1996 fossem feitas por tecnologias eficientes, seria tecnicamente possível aumentar 15% a eficiência energética dos aparelhos, em apenas 5 anos.

Ao contrário do que ocorria até pouco tempo com a grande maioria dos equipamentos, uma análise econômica indica que o preço dos aparelhos não é mais um obstáculo à difusão de tecnologias eficientes. Considerando somente as opções em que a substituição de um aparelho *convencional* por um *eficiente* proporciona ao consumidor um retorno maior ou igual a 20% ao ano, seria possível, em cinco anos, reduzir 13,6% o consumo e 15,4% a demanda máxima residencial. Os impactos aumentam com o tempo, à medida que o parque de aparelhos se renova. Após reposição de todo estoque existente em 1996, o que foi previsto para 2011, as economias potenciais somam 22%, em relação ao um cenário tendencial. Em Manaus, os impactos correspondem a uma economia anual de 207 GWh, o equivalente a R$ 31,5 milhões, e uma redução de 41,4 MW na demanda máxima do sistema, evitando ou postergando investimentos da ordem de R$ 49,7 milhões (R$ 154,65 por consumidor).

Detalhe importante é que apenas dois equipamentos (ar condicionado e refrigerador) são responsáveis por 40% dessas economias. Em termos de uso final, apenas duas categorias (climatização e refrigeração), as quais totalizam quatro equipamentos (ar condicionado, ventilador, freezer e refrigerador), representam quase dois terços das economias. A iluminação e lazer são responsáveis por cerca de 30% das economias e, portanto, os demais equipamentos/usos finais representam menos de 5% das economias de energia projetadas.

Constamos, portanto, que há de fato, como suposto no início do trabalho, um grande potencial de melhorias na eficiência energética do uso doméstico de eletricidade nessas cidades. Sem considerar os desperdícios decorrentes do uso inadequado e falta de manutenção dos aparelhos, o ganho potencial de eficiência (ou *energy efficiency gap*) varia entre 15% e 30%, de acordo com as perspectivas do mercado e o horizonte de análise.

Em nível nacional, os índices são menores, devido ao menor impacto da climatização e os entraves econômicos para a substituição dos chuveiros elétricos por tecnologias alternativas. Contudo, estudos indicam que seria economicamente viável reduzir 11% do consumo, o que corresponde a uma economia anual de 8 TWh, tomando como base o ano de 1998 [PROCEL, 1998]. Em termos monetários, as economias seriam superiores a 1 bilhão de reais, sem considerar os benefícios da redução de carga no horário de pico. Lembrando ainda que há uma parcela conside-

rável de energia perdida entre a geração e o consumo (transmissão e distribuição)[1], esses valores se tornam ainda mais expressivos, principalmente na RA, onde o índice de perdas é maior[2].

Nossas estimativas indicam, portanto, que o *energy efficiency gap* do setor residencial é bem maior em Manaus, Porto Velho e Macapá do que em outras regiões do país, e que as opções de redução são economicamente mais vantajosas. Lembrando ainda os obstáculos à expansão da capacidade de oferta, as opções de gerenciamento da demanda deveriam ser melhor investigadas.

Há, evidentemente, uma série de entraves à difusão de tecnologias eficientes, dentre os quais se destaca a forte estratificação do consumo, devido à concentração de renda e, conseqüentemente, da posse de equipamentos. Contudo, isso pode ser superado, ainda que parcialmente, através de programas de incentivo à aquisição de aparelhos mais eficientes, como empréstimos e descontos, por exemplo. Esses programas podem ser uma iniciativa da própria companhia de eletricidade, uma vez que há também obstáculos do lado da oferta, conforme citado anteriormente.

Como analisado no Capítulo 6, um condicionador de ar *eficiente* custa em média R$ 150,00 a mais que um modelo *convencional*. No entanto, sua aquisição proporciona ao consumidor, através das economias de energia, uma taxa interna de retorno de 35% ao ano. Além disso, cada aparelho eficiente adquirido reduz 135 W a demanda máxima do sistema, o que não foi contabilizado no cálculo de sua viabilidade econômica. Supondo um custo marginal de 1.200,00 R$/kW instalado, a aquisição de um aparelho eficiente evitaria um investimento de R$ 162,00 na expansão do sistema. Isso poderia ser destinado a programas de eficiência para consumidores de baixa renda.

Nossa análise indica ainda que a distância entre os potenciais técnico e econômico tem se reduzido muito nos últimos anos, graças à redução do preço das tecnologias eficientes e ao aumento da tarifa de eletricidade. Observa-se, porém, que os *atores* mais diretamente envolvidos, não estão cientes disso, já que a difusão de aparelhos eficientes é ainda pouco expressiva, conforme indicam os levantamentos de campo e de mercado. Isto sugere que a falta de informação continua sendo um grande obstáculo à difusão de tecnologias eficientes. Embora necessário, não basta afixar no aparelho uma etiqueta contendo informações sobre o seu consumo de energia; é

[1]Em nível nacional, estima-se um índice de 16% [SCHAEFFER et al., 1998].
[2]Estudos indicam valores superiores a 20% [JANNUZZI et al., 1995b].

preciso que os vendedores e consumidores saibam o que isto significa efetivamente, de modo que eles possam utilizá-lo como argumento ou critério de escolha de um novo aparelho[3].

Além dos resultados em termos de ganhos potenciais de eficiência, outros aspectos merecem atenção. Dentre eles, destaca-se a metodologia empregada. Conforme indicado no decorrer do trabalho, os ganhos potenciais de eficiência e seus impactos na estrutura de uso final estão condicionados a uma infinidade de fatores, de diversas ordens e dimensões. Por essa razão, procuramos inicialmente analisar os principais condicionantes da demanda, dentre os quais se destacam a posse e a tipologia de equipamentos e os hábitos de uso e manutenção dos aparelhos.

Em relação à posse de equipamentos, merece atenção a forte concentração de aparelhos, que, dentre outros aspectos já mencionados (Seção 4.6), tem implicações diretas na reconstituição da demanda e simulação dos impactos de medidas de GLD. Conforme indicado na Seção 5.2.3, a presença de vários aparelhos em um mesmo domicílio, como o caso do ventilador, do ar condicionado e do televisor, tende a superestimar a demanda e, conseqüentemente, os impactos de medidas de GLD. Portanto, é necessário ponderar a demanda/consumo desses equipamentos em função do peso relativo de cada aparelho no domicílio; o(s) aparelho(s) principal(ais) tende(m) a ser mais utilizado(s) que o(s) secundário(s), o que nem sempre é considerado nas simulações.

Quanto à tipologia ou especificações técnicas do aparelho, é importante levantar o máximo possível de informações, de modo a facilitar o trabalho de reconstituição da demanda e simulação dos ganhos potenciais de eficiência. Neste sentido, merecem atenção especial os aparelhos eletrônicos (televisor, vídeo, som, etc.), cuja demanda/consumo tende a ser subestimada, em razão da potência requerida no modo *standby*, o que é normalmente negligenciado.

Em relação aos hábitos de uso, é preciso prudência e bom senso no levantamento e análise dos dados, visando compensar o desconhecimento e a tendenciosidade de certos aspectos. É importante alguma estratégia para checar a consistência dos dados, como, por exemplo, se o tempo de uso diário é coerente com os intervalos horários em que o uso foi declarado.

[3]Na prática, constata-se que é muito raro o vendedor usar a Etiqueta Energia (Selo Procel) para persuadir o consumidor a adquirir o aparelho. Contudo, isso pode ser mudado drasticamente, através de campanhas de informação e treinamento de vendedores, como abordado no Capítulo 2.

Outro aspecto importante na reconstituição da demanda é a diferença entre a potência nominal do aparelho e aquela efetivamente requerida num dado instante ou intervalo de tempo. Há, ainda, o caso de equipamentos automáticos ou semi-automáticos, como os refrigeradores/freezers e os condicionadores de ar, cujo funcionamento está condicionado também a fatores climáticos. Neste caso, tornam-se fundamentais os trabalhos de monitoramento de aparelhos junto aos consumidores, de modo a capturar os efeitos do clima sobre o consumo/demanda dos aparelhos.

Em resumo, a simulação dos ganhos potenciais de eficiência energética ou, em outras palavras, a mensuração do *energy efficiency gap*, requer a combinação de diferentes instrumentos de coleta e análise de dados, visando capturar os principais condicionantes da demanda. Nossa experiência sugere as seguintes etapas e instrumentos:

a) elaboração de um questionário padronizado, o qual deve ser coerente com as características sócio-econômicas e climáticas da região de estudo e contemplar todos os aspectos necessários à elaboração da estrutura de uso final[4];

b) seleção criteriosa de uma amostra de consumidores e aplicação do questionário, o que requer a formação de uma equipe especializada;

c) monitoramento de aparelhos junto aos consumidores amostrados, visando complementar as informações levantadas no item anterior e corrigir eventuais viéses ou deficiências do método anterior[5];

d) elaboração de um banco de dados, contendo informações sobre o perfil sócio-econômico do consumidor, posse e tipologia de equipamentos e hábitos de uso e manutenção dos aparelhos;

e) análise estatística dos dados, checando a consistência das informações e representatividade da amostra e identificando os principais condicionantes da demanda;

f) reconstituição da demanda e análise da estrutura de uso final, tanto em termos de consumo de eletricidade quando de carga requerida;

g) avaliação da eficiência energética dos aparelhos em uso (amostrados), conforme levantamento de campo realizado;

h) levantamento de informações técnico-econômicas junto aos fabricantes e distribuidores de equipamentos, laboratórios especializados, etc., visando identificar a eficiência energética de diferentes marcas e modelos de aparelhos comercialmente disponíveis;

i) levantamento do ganho potencial de eficiência, através da comparação entre os ítens *g* e *h*;

j) projeções da demanda e simulação dos impactos da difusão de tecnologias mais eficientes.

---

[4]Atenção especial deve ser dada à tipologia de equipamentos (tamanho/capacidade, potência, marca, idade, etc.), lembrando que, além de reconstituir a demanda, é necessário avaliar a eficiência energética dos aparelhos amostrados e fazer projeções do estoque futuro de aparelhos, para então simular os impactos da difusão de tecnologias eficientes.

[5]No caso de regiões com fortes sazonalidades, é fundamental que o trabalho de monitoramento seja realizado em pelo menos dois períodos do ano (verão e inverno).

Quanto ao aspecto tecnológico, merecem destaque os trabalhos de normalização, certificação e etiquetagem de aparelhos, visando banir do mercado modelos obsoletos e ineficientes e informar aos consumidores as características técnicas e energéticas do aparelho. Neste sentido, o empenho do Procel tem sido fundamental. Contudo, observa-se ainda a existência de aparelhos no mercado, cujas especificações técnicas não incluem nem mesmo a potência nominal do aparelho, como o caso de alguns modelos de refrigerador da Brastemp. Há outros, cujas especificações são ambíguas ou pouco precisas, como o caso dos televisores da Philips, cuja indicação da potência requerida no modo *standby* é "<10 W".

Em resumo, apesar dos avanços e esforços recentes, a estrutura operacional e tecnológica do uso final de eletricidade no Brasil é ainda uma "caixa preta". O único levantamento nacional sobre posse de eletrodomésticos e hábitos de uso foi realizado em 1988 [PROCEL, 1989][6]. Conforme citado no decorrer do trabalho, há uma série de levantamentos e estudos realizados em regiões e setores específicos[7]. Contudo, diferentes metodologias e interesses, dentre outros aspectos, dificultam a unificação dos resultados[8]. É preciso, portanto, redefinir as metas nacionais de eficiência energética [ALVEAL & SILVA, 1999], padronizar métodos e realizar trabalhos de campo voltados para o interesse público.

É preciso, enfim, coordenar melhor as ações e combinar diferentes formas e estratégias de levantamento de dados[9], visando a formação de um *banco de dados* sobre o uso final de eletricidade no país (e em diferentes regiões), a exemplo do que tem sido feito nos países desenvolvidos. Somente após conhecer a estrutura *operacional* e *tecnológica* de uso final, é que se pode avaliar efetivamente as possibilidades e os benefícios do uso eficiente e racional de energia.

---

[6]Estudos indicam outros levantamentos mais recentes (Castro Souza, R. "*As pesquisas de mercado no setor elétrico*". Relatório interno do Procel, setembro 1997) [PROCEL, 1998], porém, os dados não devem ter sido disponibilizados ou suficientemente divulgados, já que estudos recentes sobre o potencial brasileiro de conservação de eletricidade tomaram como referência os dados de 1988 [SCHAEFFER et al., 1998].

[7]Trabalhos realizados através de parcerias entre o Procel, concessionárias de eletricidade, universidades e institutos de pesquisas.

[8]Com a privatização das concessionárias estaduais e abertura do mercado de eletricidade, torna-se ainda mais difícil a integração desses trabalhos.

[9]Ensaios em laboratórios especializados, simulando o uso cotidiano de aparelhos em diferentes circunstâncias e regiões, monitoramento de aparelhos junto aos usuários, pesquisas de campo e de mercado, junto aos fabricantes, distribuidores e consumidores finais.

Quanto às cidades investigadas, destacamos a importância do levantamento de campo, sem o qual teria sido impossível elaborar a estrutura de uso final e, conseqüentemente, as simulações do ganho potencial de eficiência seriam muito pouco confiáveis. Relembramos, contudo, a necessidade de novas e maiores investigações, as quais podem ser agora melhor direcionadas, incluindo novos aspectos e aprofundando outros, como indicado no decorrer do trabalho.

Detalhe importante é que, embora se trate da Região Amazônica, onde o GLD está longe de ser uma prioridade, os casos analisados (Manaus, Porto Velho e Macapá) apresentam um contexto bastante favorável ao GLD, graças à conjugação dos seguintes fatores: i) as características sócio-econômicas dessas cidades, similares à de centros urbanos das regiões Sul e Sudeste do país; pelo menos em relação à posse e tipologia de equipamentos; ii) as peculiaridades da estrutura de uso final, onde se destacam a refrigeração e a climatização, cujos ganhos potenciais de eficiência são mais expressivos; e iii) as dificuldades em relação ao suprimento de eletricidade.

Diante da situação atual do setor elétrico na região, cuja problemática energética atinge todos os setores da economia, e não apresenta soluções triviais, nosso trabalho sugere que as opções do lado da demanda devem ser, no mínimo, melhor investigadas. Além de mais atrativas do que muitas opções de suprimento, tanto em termos econômicos quanto ambientais, as opções do lado da demanda apresentam menores riscos de investimento e não são mutuamente exclusivas (podem ser implementadas em pequena e grande escalas), como ocorre freqüentemente com aquelas do lado da oferta.

É importante, porém, lembrar que, assim como outras políticas de desenvolvimento regional (como a criação da Zona Franca de Manaus, por exemplo), a implantação de medidas de combate ao desperdício de energia elétrica requer o empenho de todos os atores envolvidos, principalmente dos poderes públicos municipal, estadual e federal. Esperamos, assim, que nossas investigações, assim como outros trabalhos acadêmicos que têm analisado a questão energética da Amazônia, sejam também objeto de discussão e análise na esfera político-administrativa. Não apresentamos uma solução definitiva para o problema, mas apontamos medidas plausíveis e de fácil compreensão, as quais são fundamentais para o futuro energético da Região Amazônica.

Referências Bibliográficas

ADEME – Agence de l'Environnement et de Maîtrise de l'Energie. "Foundation and Economic Consistency Framework for Demand Control Actions". Relatório Técnico, Paris, 1993.

ADEME _____. "L'Accord entre ADEME et EDF Concernant la Maîtrise de la Demande d'Electricité". Colóquio sobre Gerenciamento da Demanda de Eletricidade, Paris, 18 de janeiro de 1995.

ADEME _____. "Aides Financières du FACE pour les Opérations de Maîtrise de la Demande d'Electricité et d'Electrification à l'Aide des Energies Renouvelables". Relatório Técnico ADEME/EDF, Paris, 1995.

ADEME _____. "L'Etiquette Energie: Bien choisir pour mieux consommer". Comunicado à Imprensa, Paris, 6 de junho de 1997.

AIGNER, D. J.; SOROOSHIAN, C. e KERVIN, P. "Conditional Demand Analysis for Estimating Residential End-Use Load Profiles". The Energy Journal, v.5, n.3, p.81-97, 1984.

ALEXANDER, L. e MARGE, A. "The Increased Importance of National Market Transformation Strategies for Accomplhishing Energy Efficiency". In Proceedings of the ACEEE 1996 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Vol. 7 (1-6) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1996.

ALVEAL, C. e SILVA, D. "Mudança do Contexto Energético Brasileiro e o Futuro do PROCEL". Anais do VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, Rio de Janeiro, 30 de novembro a 02 de dezembro de 1999, Vol. 1, p. 383-389.

ANGIOLETTI Robert e SIMON, Jean-Ives. "Les Consommations d'Electricité des Menages - Panorama des Usages, Evolution des Consommations, Enjeus". Colóquio sobre Gerenciamento da Demanda de Eletricidade; Paris, 25 e 26 de novembro de 1997.

ANGLADE A., BEYRAND, D. e BURLE, G. "Campagne de Mesure des Caractéristique de Consommation Electrique des Matériels Electriques en Aquitaine". Colóquio sobre Gerenciamento da Demanda de Eletricidade; Paris, 25 e 26 de novembro de 1997.

AUCH, Lynn e McDONALD, Mike. "Conservation Advertising Campaigns and Advertising Effectiveness Research: The Right Combination to Solidify the Conservation Ethic". In Proceedings of the ACEEE 1994 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Vol. 1 (1-7) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

BANDALA, A. I. "Importância do Sistema Mexicano de Iluminação no Setor de Comércio e Serviços". Prepared for the Right Light Three Conference (Newcastle, England) Anzures, México, 1995.

BARAKAT e CHAMBERLIN. "Market Study of Competition in the Energy Efficiency Services Market". Prepared for ENVEST^{SCE}, Inc. (1994)

BAUDUIN, Philipe. "La Prise en Compte des Externalités: Quelles Sont les Voies Possibles". Revue de l'Énergie, N. 467, avril 1995.

BENARD, Michel e ORMIERES, Dominique. "La Maîtrise de la Demande d'Electricité dans les Departement d'Outre-Mer". Revue de l'Energie, No. 483, dezembro de 1996.

BLEVINS, R. P. e MILLER, B. "1992 Survey of Utility Demand-Side Management Programs". TR-102193 Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto, CA, 1993.

BOYLE, Stewart. "DSM Progress and Lessons in the Global Context". Energy Policy, V. 24, N. 4 p 345-359, 1996.

BROWN, M. e WHITE, D. "Evaluation of Bonneville's 1988 and 1989 Residential Weatherization Program Dynamics"; ORNL/COM-323 ORNL, Oak Ridge, TN, 1992.

BRUCE et al. (1996). "Climate Change 1995". Economic and Social Dimensions of Climate Change". Contribuition of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge 1996.

BRY, Xavier. "Analyses Factorielles Simples". Editora Economica, Paris, 1995.

CARTAXO, Elizabeth F. "A Evolução do Uso da Energia em Função da Ocupação Econômica do Estado do Amazonas – Um Breve Histórico". Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia; Volume I, p. 160-173. Rio de Janeiro 22 a 26 de outubro de 1996.

CARTAXO, E. F., JANNUZZI, G.M. e POMPERMAYER, M.L. "Padrões de Uso Residencial de Eletricidade na Região Amazônica: comparação entre as zonas urbana e rural". Anais do XV Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica. Águas de Lindóia-SP, 22 a 26 de novembro de 1999.

CAURET, Lionel et ADNOT, Jérome. "Planification Intégrée de l'Energie dans les Département d'Outre Mer: SIADOM - Outil de Décomposition des Courbes de Charge du Secteur Résidentiel". Convênio ARMINES/ADEME - No. 9510021, 1996.

CAURET, Lionel. "Dynamiques de la Maîtrise de la Demande d'Electricité: jeux d'acteurs et outils en métropole et en outre mer". Tese de Doutorado – EHESS/Paris, dezembro de 1997. 235p.

CCE – Comissão das Comunidades Européias. "Study on Energy Efficiency Standards for Domestic Refrigeration Appliances ". GEA – Group for Efficient Appliances, Working Group 106 – Relatório final, março de 1993.

CCE – Comissão das Comunidades Européias. "Maîtrise de la Demande Electrique: Campagne de mesures par usage dans le secteur domestique". Programa SAVE, contrato Nº 4.1031/93.58, Relatório final, Paris, 1995.

CERON – Centrais Elétricas do Estado de Rondônia S.A. "Boletim Estatístico". PR/PGP/PGPM, Porto Velho, 1995/1998/1999.

CHAMBERLIN, John e HERMAN, Patricia M. "How Much DSM is Really There? A Market Perspective". Energy Policy, V. 24 N. 4, 1994.

CHEREL, Didier, RIPOL, Francis e SIMON, Jean-Yves. "Produits et techniques de maîtrise de la demande d'électricité en zones rurales – solutions alternatives aux renforcements de réseaux". ADEME/EDF, Paris, outubro de 1997.

CHI, Meng e MAGOUIRK, Jeff k. "Measuring the Rebound Effect as a Result of a Residential Fuel-Switching Program". In Proceedings of the ACEEE 1994 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Vol. 1 (19-25) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

CISIA – Centre International de Statistique et d'Informatique Appliquées. "KIT – ETUDIANT – SPAD.N Intégré – Version PC". Saint-Mandé, France, 1993.

CLIP - Club d'Ingénierie Prospective Energie et Envrionnement. "MDE - L'Eclairage en France - Diffusion des technologies efficientes de maîtrise de la demande d'électricité dans le secteur de l'éclairage en France". Les Cahiers du CLIP - No. 7 - Janeiro de 1997.

COCHRAN, W.G. *"Técnicas de Amostragem"*. Fundo de Cultura (trad.), Rio de Janeiro, 1965.

COSTA NETO, P. L. "*Estatística*". Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1975.

COLOMBIER, M. ATTALI, S. "Le Procurement: Un Moyen de Stimuler l'Offre de Nouvelles Technologies plus efficientes". Colóquio sobre Gerenciamento da Demanda de Eletricidade; Paris, 25 e 26 de novembro de 1997.

Da SILVA, M. V. M. e BERMANN, C. "O Paradoxo Energético da Amazônia". Anais do VIII Congresso Brasileiro de Energia, Volume II, pp-560-569, Rio de Janeiro, 30 de novembro a 02 de dezembro de 1999.

DAVIS, T.D. VAN LIERE, K. D. e KIRKSEY, W.E. "DSM Residential Customer Acceptance". EM-5766 Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA, 1988.

De JANVRY, A., FAFCHAMPS, M. e SADOULET, E. 1991. "Peasant Household Behavior with Missing Markets: Some Paradoxes Explained". *The Economic Journal* 101(409):1400-1417.

DEBERGUE, Sophie, LE SCOUR, Jean-François. "Evaluation d'Opérations Pilotes de Diffusion des Lampes Fluocompactes". Colóquio sobre Gerenciamento da Demanda de Eletricidade; Paris 25 e 26 de outubro de 1997.

DUTT, Gautam S. "Techniques for End-Use Electricity Analysis and Conservation Program Design and Evaluations". Volume A; The Center for Energy and Environment Studies; Princeton University Princeton, NJ, USA, 1992.

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A. "Perspectivas do Mercado e da Conservação de Energia Elétrica". Rio de Janeiro, abril de 1992a.

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A. "Plano 2015 – Relatório Executivo". Brasília abril de 1992b.

ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. "Cenários Sócio-Econômicos e as Necessidades de Energia Elétrica Até o Ano 2010". Estado de Rondônia, 1988.

ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. "Cenários Energéticos para a Amazônia, 1988-2010". Manaus, 1989.

ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. "Boletim Estatístico – Sistema Manaus". Manaus, 1995.

ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. "Relatório Interno - Informação Técnica". Manaus, janeiro de 1997a.

ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. "Registros Estatísticos". Manaus, janeiro de 1997b.

ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. "Relatório Gerencial". Manaus, janeiro de 1997c.

ENGEL, D.C, and KINERT, R.C. "Up Periscope on PG&d DSM Load Deferral". in Proceedings: 6th National Demand-Side Management Conference 21-24 Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto, CA, 1993.

EPRI – Electric Power Research Institute. "Demand-Side Management". V. 01 Overview of Key Issues EA/EM-3597, 1984.

FARUQUI, A. MAULDIN, M. SCHICK, S., SEIDEN, K. and WILKER, G. "Efficient Electricity Use: Estimates of Maximum Energy Savings". EPRI CU-6746, Palo Alto, CA, 1990.

FELS, M., ed. 1986. "Special Issue Devoted to Measuring Energy Savings: The Scorekeeping Approach". Energy and Building. 9(1-2). 180p.

FELS, Margaret F. e KEATING, Kenneth M. "Measurement of Energy Saving from Demand-Side Management Programs in US Electric Utilities". Annu. Ver.Energy Environ. 1993 18:57-88.

FERRARI, Eduadro Luiz. "Utilização de Curvas de Carga de Consumidores Residenciais, Medidas para Determinação de Diversidade da Carga e Carregamento de Transformadores de Distribuição". Tese de Mestrado, Escola Politécnica/USP, São Paulo, 1996.

FONSECA, Ricardo Barcia. (1995) "Diagnóstico do Sistema de Energia da Região Norte"...

FREUND, Caroline L. and WALLICH, Christine I. "The Welfare Effects of Raising Household Energy Prices in Poland". the Energy Journal, V. 17, N. 1, 1996.

FRIEDMANN, Rafael A. "Saving Electricity in Mexican Homes: Potential and Accomplishments to Date". In Proceedings of the ACEEE 1994 Summer Study on Energy Effi-

ciency in Buildings Vol. 4 (71-79) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

FURTADO, André T. "A Crise Energética Mundial e o Brasil". *In* Novos Estudos, No. 11, janeiro de 1985.

GAZETA MERCANTIL. "Atlas do Mercado Brasileiro". Gazeta Mercantil - Publicação Anual, Ano 1, No. 1, dezembro de 1998.

GELLER, H. "Uso Eficiente de Eletricidade: uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil" Washington D. C., 1991, 226 p.

GELLER, H. e MORREIRA, J. R. "Brazil's National Electricity Conservation Program (PROCEL): Progress and Lessons", Prepared for the ACEEE Summer School, Asilomar, California, 1992.

GELLER, H. e NADEL, S. "Market Transformation Strategies to Promote End-Use Efficiency"; American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

GELLER, H., JANNUZZI, G.M., SCHAEFFER, R. e TOLMASQUIM, M.T. "The Efficient Use of Electricity in Brazil: Progress and Opportunities". ACEEE, maio de 1997. "ver artigo, Jannuzzi, Tolmasquim, etc." American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

GELLINGS, C.W. e McMENAMIN, J.S. "DSM in the USA: What's real, what's not, and how we can tell the difference". World Electricity Conference, London, 1993.

GELLINGS, Clark W. "DSM in Transition: from mandates to markets - The perspective of the man who coined the term DSM". Energy Policy. V. 24 N. 4 p258-288, 1996.

GUERREIRO, A.G.; SERRA, S.T.; CARVALHO, M.L.R. e SILVA FILHO, M.C. "A Influência da Venda de Eletrodomésticos na Expansão do Consumo Residencial de Energia Elétrica"; in Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro, 22 à 26 de outubro de 1996.

GOFFINET J.M. "Campagne de Diffusion de Lampes Fluocompactes en Martinique - Opération LBC". Colóquio sobre Gerenciamento da Demanda de Eletricidade; Paris, 18 de janeiro de 1995.

GOLDSTEIN, David. B. "Market Transformations to Super Efficient Products: The Emergence of Partnership Approaches". In Proceedings of the ACEEE 1994 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Vol. 6 (91-99) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

GOLOVE, William H. 1994. "Are Investiments in Energy Efficiency Over or Under?: An Analysis of the Literature". In Proceedings of the ACEEE 1994 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Vol. 1 (38-43) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

GOUVELLO, Christophe de. "La Maîtrise de la Demande de l'Electricité en zones rurales: de l'expérimentation au développement d'une programmation géographique, intégrée dans les stratégies d'investissement des maîtres d'ouvrage". DIGEG/Ministère de l'Industrie - ADEME/CNRS, Editions de l'ADEME, 113 p, 1996.

GOUVELLO, Christophe de e NADAUD, Franck. "L'analyse des facteurs de développement de la Maîtrise de la Demande d'Electricité en zones rurales". CIRED/CNRS/EHESS - Relatório Técnico, Paris, dezembro de 1997.

GOUVELLO, Christophe de; POPPE, Marcelo; HOURCADE, Jean-Charles. "La Maîtrise de la Demande de l'Electricité et Surcoûts de la Desserte Electrique Rurale". CIRED – Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement - Dezembro de 1996.

HALL, Niclholas P. e REED, John H. "Marketing Energy Efficiency As a Consumer Commodity". In Proceedings of the ACEEE 1996 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Vol. 5 (61-68) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1996.

HARRIGAN, Merrilee S. e GREGORY, Judtih M. "Do Savings from Energy Education Persist?". In Proceedings of the ACEEE 1994 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Vol. 1 (65-73) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

HAUGLAND, T. "Social Benefits of Financial Investment Support in Energy Conservation Policy". the Energy Journal, IAEE, V. 17, N. 2, 1996.

HEULARD, V. e DUPRE, P. "Evaluation de l'Opération de Promotion de l'Electomenager Performant en Région Nord-Pas de Calais". Colloque MDE, Paris, 25 e 26 de outubro de 1997.

HIRST, E. "Possible Effects of Electric-Utility DSM Programs". Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, 1991.

HOLANDA, Jayme Buarque de. "Conservação de Energia Elétrica no Brasil". Anais do Seminário Internacional de Conservação de Energia Elétrica – Rio de Janeiro, dezembro de 1988.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. "Censos Demográficos de 1980 e 1991".

IBGE _____. "Contagem da População – 1996".

IBGE _____. "Pesquisa de Orçamento Familiar – 1996".

IEA – International Energy Agency. (1998) "Energy Policies of IEA Countries – Spain 1996 Survey". www.iea.org.

INESTENE - Institut d'Evaluation des Stratégies sur l'Energie et l'Environnement en Europe. "Base de Données du Modèle de Mise en Œuvre de Programmes de Maîtrise de la Demande d'Electricité sur les Réseaux Bas Tension - Modèle EVE". Paris, abril de 1996.

INESTENE _____. "Evaluation des possibilités de maîtrise de la demande d'électricité dans les réseaux électriques ruraux - Méthodologie du Modèle de Mise en Œuvre de Programmes de Maîtrise de la Demande d'Electricité sur les Réseaux Bas Tension – Modèle EVE". Parias, abril de 1997.

INESTENE _____. "Mure News – The Newsletter of the Mure II Database" – Abril de 1998.

JANNUZZI, G. M. "The Consumption of Energy in Low-Income Urban Household". Pacific an Asian Journal of Energy, Vol. 1 Issue 2; julho de 1987, pp 39-48, TATA ENERGY RESEARCH INSTITUTE, New Delhi, Índia.

JANNUZZI, G. M. "Residential Energy Demand in Brazil by Income Classes: Issues for the Energy Sector". Energy Policy, Vol. 17 (3), junho de 1991a, Inglaterra.

JANNUZZI, G. M. "The Estructure of Eletricity Demand in the Brazilian Household Sector". International Energy Studies Group Report, Lawrence Berkeley Laboratory, Energy Policy, Vol. 19 (11); 879-91, Novembro de 1991b, Inglaterra.

JANNUZZI, G. M. "Planejando o Consumo de Energia Elétrica Através de Programas de Difusão de Tecnologias Eficientes". Revista Brasileira de Energia, Vol. 3 (1): 176-188; Rio de Janeiro, 1993.

JANNUZZI, G. M. "The Establishment of an Energy Efficient Residential Lighting Programme: Social Relations Determining Policy Changes", Energy for a Sustainable Development, 1 (3): 44-5. Bangalore, Índia, setembro de 1994.

JANNUZZI, G. M.; da SILVA, E. P.; LEONARDI, M. L.; UGAYA, C. M.; MORET, A. S. e CANAVARROS, O. B. "Uso Eficiente de Energia e Incremento de Fontes Renováveis para a Cidade de Manaus". Convênio Unicamp/LBL, Relatório Final, Campinas-SP, 1995.

JANNUZZI, G. M.; da SILVA, E. P.; QUEIROZ G.; CANAVARROS, O.; POMPERMAYER, M. L.; UGAYA, C. M.; SALCEDO, M. Y. e JANNUZZI, P. M. "Uso Eficiente de Energia e Desenvolvimento Regional". Relatório Final, Projeto PROCEL/PNUD Nº BRA/93/032 – Convênio FUNCAMP/ELETROBRÁS/NEPAM/Unicamp, 68/1995, Campinas-SP, 1995.

JANNUZZI, G. M., PARENTE, R. C. P., BRAGA, A e LEONARDI, M.L . "Pesquisa sobre Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso nas Cidades de Manaus, Porto Velho e Macapá". Convênio NIPE/NEMPAM/Unicamp/Universidade do Amazonas, Relatório Final, 1996.

JANNUZZI, G. M. e SANTOS, V.F. "Cost and benefits of a utility rebate program to promote compact fluorescent almps in Brazilian households". The Journal of the International Energy Initiative, Vol. 2, No. 6 (53-56), março de 1996.

JANNUZZI, G. M., SWISHER, J. "Planejamento Integrado de Recursos: Meio Ambiente, Conservação de Energia e Fontes Renováveis". Ed. Autores Associados, Campinas-SP, 1997.

JANNUZZI, G.M., DORNELAS, V.F.S. e BITTENCOURT, M.L. "Avaliação do Programa de Incentivos à Substituição de Lâmpadas Incandescentes por Fluorescentes Compactas ou

Circulares em Fortaleza". Convênio Unicamp/Eletrobrás/Funcamp, Projeto Nº 87/97, Relatório Final, Campinas-SP, Dezembro de 1998.

JOCHEM, E., ADEGBULUGBE, A, S. BAHATTACHARJEE, B.B. SAHA, I. GRITSEVICH, T. JASZAY, G. JANNUZZI, E. WORRELL, & F. ZHOU. "Chapter 6: Energy End-Use Efficiency". World Energy Assessment. UNDP/ONU/WEC, New York, 2000.

JONNES, H. e TWISS, B. C. "Previsão Tecnológica para Decisões de Planejamento". Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1978.

KEATING, Kenneth M. "What Roles for Utility Sponsored DSM in a Competitive Environment?" Energy Policy, V. 24 N. 4, p 317-321, 1996.

KREITLER, V.L. e DAVIS, T.D. "Analysis of the NYSEG Power Pincher High Efficiency Refrigerator Program"; New York State Electric and Gas Corporation, Binghamton, Nova York, 1987.

LEBART, L. et al. "Statistique Exploratoire Multidimensionnelle". Dunod, Paris, 1994.

LEBOT, Benoit. "Affichage des Consommations des Appareils Electromenagers". Colóquio sobre Gerenciamento da Demanda de Eletricidade, Paris 18 de janeiro de 1995.

LEVINE, M. D., GADGIL, A., MEYERS, S., SATHAYE, J., STAFURIK, J. e WILBANKS, T. "Energy Efficiency, Developing Nations, and Eastern Europe: A Report to the US Working Group on Global Energy Efficiency". International Institute for Energy Conservation, Washington, DC, 1991.

LEVINE, Mark; HOWARD, Geller; KOOMEY, Jonathan; NADEL, Steven; PRICE, Lynn. "Electricity End-Use Efficiency: Experience with Technologies, Markets and Policies Throughout the World". 125p, 1992.

LEVINE, Mark D.; HIRST, Eric; KOOMEY, Jonathan G.; McMAHON, James E.; SANSTAD, Alan H. "Energy Efficiency, Market Failures, and Governement Policy". LBL-35376/ORNL/CON-383/UC-350; 39 p,1994.

LUTZENHISER, Loren. "Social and Behavioral Aspects of Energy Use". Annual Review Energy Environ. 1993. 18:247-289.

MARTIN, J.M. "Energy and Technological Change: Lessons from the last fifteen Years". In STI Review, No. 7, julho de 1990 - OCDE, Paris.

MARTIN, J.M. "Economia Mundial da Energia". Editora Unesp, São Paulo, 1992.

McINNES, G. e UNTERWURZACHER, E. "Electricity End-Use Efficiency: An Assessment of the Scope for Efficiency Gains and Policy Options". Energy Policy, abril de 1991.

MEADOWS, D. H. e D. L. "The Limits to Growth". Potomac Associates, 1972.

MELENDY e BARAKAT. "Practical applications of integrated resource planning". In Proceedings of the ACEEE 1990 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Vol. 1 (5-13) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1990.

MILLS, Evan. "Evaluation of European lighting programmes: Utilities finance energy efficiency". ENERGY POLICY, abril de 1991.

MILLS, E. "Efficient Lighting Programs in Europe: Cost Effectiveness, Consumer Response, And Market Dynamics". Energy: The International Journal 18 (2) 131-144, 1993.

MME - Ministério de Minas e Energia. "Balanço Energético Nacional". Brasília, 1994/1998.

NADEL, S. JORDAN, J., HOLMES, C. e NEAL, K. "Using DSM to Help Meet Clean Air Targets: A Case Study of PSI Energy"; American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

NADEL, S., PYE, M. e JORDAN J. "Achieving High Participation Rates Lessons Taught by Successful DSM Programs"; American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

NADEL S. e GELLER, H. "Utility DSM: What have we learned? Where are we going?"; Energy Policy, V. 24, N. 4, p 289-302, 1996.

NADEL, S. "DSM Programs in an Era of Tight Budgets Maximizing Long-Term Energy Savings while Minimizing Utility Cost"; American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1996.

NILSSON, H. "Market Transformation by Technology Procurement and Demonstration". In Proceedings of the ACEEE 1992 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings – American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1992.

NUTEK. "Domestic Electricity in Detached Houses". Relatório Técnico, Estocolmo, 1995.

PARTI, Michael e PARTI, Cynthia. "The Total and Appliance-Specific Conditional Demand for Electricity in the Household Sector". The Bell Journal Economics Vol. ? (308-320). 1980.

PHILIPS, M. "The Least-Cost Energy Path for Developing Countries: Energy-Efficiency Investments for the Multilateral Development Banks". International Institute for Energy Conservation, Washington, DC, 1991.

PRINDLE, W. "Demand-Side Management in the 1990's: Time to Come of Age". Energy Policy, abril de 1991.

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. "Pesquisa Nacional sobre Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo". Volumes 1, 2 e 3; 1989.

PROCEL _____. "Documento elaborado para o Seminário Internacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - Efficientia 98. Rio de Janeiro, 18 a 22 de outubro de 1998.

PYE, M. e NADEL, S. "Rate Impacts of DSM Programs: Looking Past the Rhetoric". American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

RABL, V. e CHAMBERLIN, J. "Demand-Side Management: the winds of chagen in the USA". Conferência de Copenhague - 23 de outubro de 1991.

RECHE, Ana Lúcia Rodrigues da Silva. "Conservação de energia em sistemas de iluminação de edificações". Tese de Mestrado, SCPG/PSE/Faculdade de Engenharia Mecânica/Unicamp, junho de 1991, 180p.

RIORDAN, Anthony F. "Performance Contracting for Low Income Conservation". In Proceedings of the ACEEE 1994 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Vol. 6 (175-183) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

ROBERTSON, J. H. "Integrated Electricity Supply (Local Integrated Resource Planning)". Demand Management Task Group Report, Ontario Hydro, 1994.

SCHAEFFER, R., MACHADO, A.C. "Estimativa do Potencial de conservação de Energia Elétrica pelo Lado da Demanda no Brasil". Contrato PROCEL/COPPETEC/UFRJ, Relatório Final, maio de 1998.

SCHIPER, L. "Household Electricity Use in Six IEA Countries"; Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley, CA, 1988.

SCHLENKER, Hans-Volker. "Experience à l'Etranger des Compangies d'Electricité du E7". Colóquio sobre Gerenciamento da Demanda de Eletricidade; Paris, 26 de janeiro de 1995.

SCHWEITZER, M. e PYE, M. "Key Factors Responsible for Changes in Electric-Utility DSM Resources"; ORNL/COM-391 Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, 1995.

SEPLAN – Secretaria de Planejamento do Estado do Amazonas. "Anuário Estatístico do Estado do Amazonas – 1979/1980". Centro de Desenvolvimento, Pesquisa e Tecnologia do Estado do Amazonas/Coordenadoria de Estatística Difusão e Ensino; Manaus, 1984/1991/1994.

SHIOSHANSI, F. P. "DSM in Transition: from mandates to markets". Energy Policy, V. 24 N. 4 p 283-284, 1996.

SILDER, Olivier e BAL, Jean-Louis. "Connaissance de la Consommation des Ménages: Les Campagnes des Mesures CIEL e ECODROME". Colóquio sobre Gerenciamento da Demanda de Eletricidade; Paris 25 e 26 de novembro de 1997.

SPARKS, S.D. GOETT, A., STUCKY, L. e DIMETROSKY, S. "Producing more with less evaluating the impacts of a T&d agricultural DSM program". in Proceedings of the ACEEE 1994 Summer Study on Buildings Vol. 2 (249-256) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

STEMPIN, Bernard. "Bilan de l'Opération Test *Lampes à Economie d'Energie* en Région Nord-Pas de Calais". Colóquio sobre Gerenciamento da Demanda de Eletricidade; Paris, 18 de janeiro de 1995.

SUOZZO, Margaret e NADEL, Steven. "Learning the Lessons of Market Transformation Programs". In Proceedings of the ACEEE 1996 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Vol. 5 (195-206) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1996.

SUTHERLAND, R. J. 1991. "Market Barriers to Energy Efficiency Investiments". *The Energy Journal* 12(3): 15-34.

TANIDES, C. G., DUTT, G. S. e BRUGNONI, M. S. "Characterisation and Energy Potential of Video Appliances in the Argentine Residential Sector". GEA – Grupo Energía y Ambiente, Facultad de Ingeniería (UBA), Buenos Aires, 1998.

TORRES, E. A. e HAYASHI, T. C. "Modelo DEN2 - Diagnóstico Energético para o Setor Residencial – Residências e Condomínios". Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFB), Salvador, 1994.

UGAYA, Cássia Maria Lie. "Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: uma aplicação da metodologia para a Região de Campinas-SP". Tese de Mestrado, SCPG/PSE/Faculdade de Engenharia Mecânica/Unicamp, março de 1996, 150p.

VALLÉE Catherine; LEBOT Benoít. "La Maîtrise de la Demande en Electricité dans les Pays d'Europe Central et Orientale". Revue de L'Energie No 483, dezembro de 1996.

VERNE, Corinne. "Presentation de la Campagne de Communication en Savoie sur les lampes à économie d'energie". Colóquio sobre Gerenciamento da Demanda de Eletricidade; Paris, 18 de janeiro de 1995.

VERTHUIJSEN, J.W. "Determinants of investment in energy efficiency". Den Haag, 1995.

VINE, E. "International DSM and DSM Program Evaluation: An Indeep Assessment". A Report from the International Database on Energy Efficiency Programs (INDEEP) Project, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, CA, 1995.

WARTUSCH, Fernando e JANNUZZI, Gilberto De Martino. "Consumo Residencial de Energia Elétrica: Geladeiras". Projeto de Iniciação Científica, Processo n°. 97/06672-6, Faculdade de Engenharia Mecânica/Unicamp, 1997.

WEIJO, R. O e ECKER, L. "Acquiring T&D benefits from DSM: a utility case study"; In Proceedings of the ACEEE 1994 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings Vol. 8 (257-263) American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 1994.

Anexo IA: Coeficiente de correlação (R) e teste de significância estatística (t) entre a posse de equipamentos e indicadores sócio-econômicos - Manaus.

	Morador		Crianças		Idosos		Emprego		Estudante		Instrução		Cômodos		Automóvel		Doméstica	
	R	t	R	t	R	t	R	T	R	t	R	t	R	t	R	t	R	t
Chuveiro	-0,06	-1,3	0,00	0,0	0,09	2,0	0,05	1,2	-0,07	-1,5	0,21	4,6	0,26	5,8	0,23	5,1	0,35	8,0
Ar Cond.	-0,01	-0,2	-0,07	-1,5	-0,06	-1,2	0,23	5,0	-0,05	-1,0	0,45	10,5	0,62	15,6	0,61	15,4	0,57	13,8
Ventilador	0,25	5,6	-0,01	-0,3	0,18	4,0	0,21	4,7	0,12	2,5	0,23	5,1	0,40	9,1	0,03	0,7	0,08	1,7
Geladeira	0,07	1,5	0,00	0,1	0,11	2,3	0,03	0,7	-0,01	-0,2	0,14	3,1	0,23	5,1	0,16	3,4	0,14	3,1
Freezer	0,08	1,8	-0,04	-0,8	0,00	0,0	0,10	2,2	0,07	1,6	0,29	6,5	0,34	7,5	0,25	5,4	0,26	5,8
Lava-Roupa	0,01	0,2	-0,08	-1,7	-0,09	-2,0	0,18	4,0	0,05	1,0	0,31	6,8	0,42	9,7	0,29	6,4	0,30	6,7
Seca-Roupa	-0,06	-1,4	-0,05	-1,1	-0,02	-0,4	0,03	0,6	-0,04	-0,8	0,13	2,9	0,15	3,2	0,10	2,1	0,18	3,8
Lava-Louça	0,01	0,3	-0,03	-0,6	-0,02	-0,4	0,07	1,5	0,05	1,0	0,07	1,5	0,13	2,8	0,19	4,1	0,12	2,5
Ferro	0,04	0,9	-0,01	-0,3	0,01	0,3	0,13	2,8	0,01	0,3	0,31	6,8	0,27	6,0	0,11	2,4	0,08	1,7
Forno	-0,03	-0,8	0,02	0,5	-0,05	-1,1	0,00	-0,1	0,00	0,0	0,12	2,6	0,14	3,0	0,19	4,2	0,18	3,8
Microondas	-0,02	-0,4	-0,02	-0,4	-0,05	-1,0	0,05	1,2	-0,01	-0,1	0,28	6,2	0,35	7,8	0,32	7,2	0,43	9,8
Televisor	0,14	3,0	-0,01	-0,1	0,04	0,9	0,27	6,0	-0,02	-0,3	0,42	9,6	0,60	14,8	0,41	9,4	0,40	9,2
Vídeo	-0,05	-1,2	-0,06	-1,3	-0,12	-2,6	0,15	3,3	-0,03	-0,6	0,37	8,5	0,39	8,9	0,41	9,3	0,38	8,7
Fax	0,00	0,0	-0,02	-0,3	-0,04	-0,8	0,01	0,3	0,01	0,2	0,08	1,6	0,22	4,9	0,20	4,4	0,20	4,4
Som	0,06	1,3	-0,05	-1,2	-0,02	-0,3	0,16	3,4	0,00	-0,1	0,30	6,8	0,38	8,7	0,27	5,9	0,25	5,5
Batedeira	0,02	0,3	-0,07	-1,6	-0,05	-1,0	0,09	2,0	0,07	1,4	0,26	5,8	0,29	6,4	0,17	3,8	0,24	5,2
Bebedouro	0,05	1,0	0,01	0,3	-0,03	-0,7	0,20	4,5	-0,03	-0,7	0,23	5,0	0,22	4,8	0,25	5,4	0,12	2,7
Enceradeira	0,02	0,5	-0,01	-0,1	0,00	0,1	0,03	0,6	0,00	0,1	0,09	1,9	0,13	2,9	0,09	1,9	0,16	3,4
Esp.Frutas	-0,03	-0,7	-0,04	-0,8	-0,07	-1,5	0,08	1,8	-0,02	-0,5	0,30	6,6	0,32	7,2	0,24	5,2	0,29	6,3
Liqüidificador	0,05	1,1	-0,01	-0,3	0,02	0,5	0,12	2,6	0,01	0,2	0,29	6,4	0,29	6,4	0,15	3,2	0,13	2,9
Máq.Costura	0,07	1,5	-0,04	-0,9	0,03	0,8	0,14	3,1	0,08	1,7	0,05	1,2	0,22	4,8	0,04	0,9	0,06	1,4
Máq.Escrever	-0,04	-0,9	-0,02	-0,3	-0,04	-0,8	0,01	0,3	-0,05	-1,2	0,10	2,1	0,10	2,2	0,20	4,4	0,14	3,1
Computador	-0,02	-0,5	-0,05	-1,0	-0,06	-1,3	0,10	2,1	0,00	0,1	0,20	4,4	0,24	5,2	0,31	6,9	0,23	5,1
Rádio	0,07	1,5	0,00	0,0	-0,07	-1,4	0,13	2,9	0,06	1,4	0,01	0,3	0,01	0,3	-0,01	-0,2	0,04	0,8
Sec.Cabelo	-0,05	-1,0	-0,02	-0,5	-0,08	-1,7	0,14	3,0	-0,07	-1,6	0,29	6,4	0,22	4,9	0,19	4,1	0,27	6,0
Secr.Eletrôn.	0,00	-0,1	0,02	0,4	-0,04	-0,9	0,06	1,3	0,01	0,1	0,12	2,5	0,11	2,3	0,23	5,1	0,18	3,9
Lâmp.Incand.	-0,02	-0,4	-0,02	-0,5	-0,09	-1,9	0,07	1,6	0,04	1,0	0,27	6,0	0,46	10,6	0,32	7,1	0,33	7,4
Lâmp. Fluor.	0,10	2,2	-0,07	-1,5	0,09	1,9	0,23	5,1	0,01	0,1	0,40	9,0	0,58	14,2	0,43	9,9	0,36	8,1

Anexo IB: Coeficiente de correlação (R) e teste de significância estatística (t) entre a posse de equipamentos e indicadores sócio-econômicos - Porto Velho.

	Morador		Crianças		Idosos		Emprego		Estudante		Instrução		Cômodos		Automóvel		Doméstica	
	R	t	R	t	R	t	R	t	R	t	R	t	R	t	R	t	R	t
Chuveiro	-0,04	-0,5	0,02	0,2	-0,03	-0,4	0,18	2,2	0,01	0,1	0,29	3,7	0,53	7,4	0,46	6,3	0,45	6,1
Ar Cond.	-0,03	-0,4	-0,03	-0,4	-0,09	-1,2	0,17	2,2	0,03	0,4	0,34	4,5	0,55	7,9	0,58	8,4	0,38	5,1
Ventilador	0,13	1,6	0,01	0,1	-0,02	-0,3	0,18	2,3	0,11	1,4	0,34	4,5	0,36	4,8	0,27	3,6	0,23	2,9
Geladeira	0,09	1,2	-0,02	-0,3	0,14	1,8	0,20	2,5	0,02	0,2	0,26	3,4	0,34	4,5	0,18	2,3	0,11	1,4
Freezer	0,18	2,3	0,01	0,2	-0,13	-1,6	0,14	1,8	0,22	2,8	0,26	3,3	0,40	5,3	0,38	5,0	0,26	3,4
Lava-Roupa	0,13	1,7	0,00	-0,1	-0,07	-0,9	0,17	2,2	0,20	2,5	0,10	1,2	0,21	2,7	0,13	1,6	0,15	1,9
Seca-Roupa	-0,03	-0,4	-0,08	-1,0	-0,07	-0,9	-0,06	-0,8	0,06	0,8	-0,07	-0,9	0,16	2,0	0,13	1,7	0,17	2,2
Lava-Louça	-0,05	-0,7	-0,07	-0,8	-0,06	-0,7	-0,05	-0,7	-0,01	-0,2	0,10	1,3	0,22	2,8	0,20	2,5	0,09	1,2
Ferro	0,00	0,0	0,03	0,4	-0,04	-0,6	-0,19	-2,4	0,03	0,4	-0,28	-3,7	-0,19	-2,5	-0,17	-2,1	-0,12	-1,6
Forno	0,02	0,2	-0,05	-0,6	-0,04	-0,5	0,04	0,5	0,07	0,9	0,11	1,4	0,26	3,4	0,20	2,6	0,16	2,1
Microondas	0,03	0,3	0,06	0,8	-0,09	-1,2	0,11	1,4	0,12	1,5	0,12	1,5	0,34	4,5	0,53	7,5	0,20	2,5
Televisor	0,18	2,3	0,00	0,0	-0,02	-0,3	0,27	3,5	0,20	2,6	0,42	5,7	0,53	7,4	0,50	6,9	0,23	3,0
Vídeo	-0,08	-1,1	-0,07	-0,8	-0,01	-0,1	0,13	1,7	0,03	0,4	0,41	5,6	0,45	6,2	0,46	6,3	0,33	4,4
Som	0,01	0,1	-0,06	-0,7	-0,07	-0,9	0,10	1,2	-0,03	-0,4	0,26	3,3	0,20	2,5	0,25	3,3	0,19	2,4
Batedeira	-0,12	-1,6	-0,04	-0,5	0,00	0,0	-0,12	-1,5	-0,05	-0,6	0,11	1,4	0,18	2,3	0,24	3,1	0,11	1,3
Bebedouro	-0,03	-0,4	-0,04	-0,5	0,03	0,4	0,04	0,5	0,13	1,7	0,16	2,0	0,36	4,8	0,45	6,1	0,50	6,9
Enceradeira	0,00	0,0	0,02	0,2	0,01	0,1	0,11	1,4	-0,02	-0,3	0,20	2,5	0,25	3,2	0,19	2,4	0,15	1,9
Esp.Frutas	-0,02	-0,2	-0,02	-0,2	-0,11	-1,5	0,02	0,2	-0,03	-0,4	0,24	3,1	0,32	4,1	0,24	3,1	0,19	2,4
Liqüidificador	0,07	0,9	0,00	0,0	-0,11	-1,4	0,17	2,1	0,09	1,1	0,24	3,0	0,30	3,9	0,19	2,5	0,15	1,9
Máq.Costura	0,09	1,1	-0,13	-1,6	-0,01	-0,1	-0,02	-0,3	0,09	1,2	-0,09	-1,1	0,04	0,6	-0,03	-0,4	-0,03	-0,3
Computador	-0,02	-0,2	0,01	0,1	-0,10	-1,3	-0,03	-0,4	0,14	1,8	0,18	2,3	0,19	2,4	0,34	4,5	0,32	4,3
Rádio	0,03	0,4	-0,03	-0,4	0,02	0,3	0,06	0,8	0,01	0,1	0,09	1,1	0,02	0,3	-0,04	-0,6	0,11	1,4
Sec.Cabelo	-0,10	-1,2	-0,16	-2,0	-0,16	-2,1	-0,02	-0,2	0,01	0,1	0,20	2,5	0,14	1,8	0,19	2,4	0,10	1,2
Secr.Eletrôn.	-0,09	-1,2	-0,05	-0,6	-0,04	-0,5	0,04	0,5	-0,09	-1,2	0,11	1,4	0,05	0,6	0,08	1,0	0,16	2,1
Lâmp.Incan.	-0,01	-0,1	-0,12	-1,5	0,09	1,2	0,15	1,9	-0,07	-0,9	0,31	4,0	0,56	7,9	0,38	5,1	0,32	4,1
Lâmp. Fluor.	-0,10	-1,2	-0,06	-0,7	0,04	0,5	0,01	0,1	0,00	0,0	0,25	3,2	0,40	5,3	0,39	5,2	0,10	1,3

Anexo II: Resultados da Análise Fatorial de Correspondência - Cruzamento entre variáveis e modalidades ativas (*Tabela de Burt*).

	Ferro		Freezer		Lava-Roupa		Ar Condicionado			Ventilador				Lâmp. Fluorescente				Lâmpadas Incandescentes					Geladeira			Televisor			Som			Rádio	
	0	1+	0	1+	0	1+	0	1	2+	0	1	2	3+	0	1-2	3-5	6+	0	1-2	3-4	5-6	7+	0	1	2+	0	1	2+	0	1	2+	0	1+
FER1	0,0	87,9	77,9	22,1	67,8	32,2	68,6	19,7	11,8	5,9	35,6	38,1	20,4	33,4	24,8	23,3	18,4	12,0	32,4	26,8	15,7	13,0	5,4	88,5	6,1	4,2	63,4	32,4	38,3	56,8	4,9	25,8	74,2
FER2	12,1	0,0	91,1	8,9	94,6	5,4	91,1	8,9	0,0	19,6	57,1	19,6	3,6	57,1	23,2	14,3	5,4	17,9	42,9	35,7	1,8	1,8	17,9	82,1	0,0	25,0	71,4	3,6	53,6	42,9	3,6	8,9	91,1
FRZ1	13,9	86,1	79,5	0,0	74,5	25,5	76,6	16,8	6,5	7,3	40,8	37,8	14,1	39,9	25,0	23,4	11,7	12,8	34,8	29,3	13,9	9,2	5,2	90,2	4,6	7,6	70,9	21,5	45,1	51,6	3,3	23,6	76,4
FRZ2	5,3	94,7	0,0	20,5	57,9	42,1	50,5	24,2	25,3	8,4	28,4	28,4	34,7	22,1	23,2	17,9	36,8	12,6	29,5	22,1	14,7	21,1	13,7	77,9	8,4	3,2	38,9	57,9	21,1	68,4	10,5	24,2	75,8
LVR1	16,1	83,9	83,3	16,7	71,1	0,0	81,2	14,9	4,0	9,1	43,2	32,8	14,9	43,5	24,0	21,0	11,6	11,6	37,7	28,0	15,5	7,3	9,4	87,5	3,0	8,8	72,9	18,2	47,7	49,2	3,0	21,6	78,4
LVR2	2,2	97,8	70,1	29,9	0,0	28,9	47,0	26,9	26,1	3,7	26,1	43,3	26,9	18,7	26,1	25,4	29,9	15,7	23,9	27,6	10,4	22,4	0,7	88,1	11,2	1,5	43,3	55,2	21,6	69,4	9,0	29,1	70,9
ARC1	15,5	84,5	85,5	14,5	80,9	19,1	71,3	0,0	0,0	5,8	39,7	36,7	17,9	42,7	28,8	20,3	8,2	10,9	37,9	33,9	13,6	3,6	8,5	87,3	4,2	9,1	75,8	15,2	48,2	48,2	3,6	24,5	75,5
ARC2	5,9	94,1	72,9	27,1	57,6	42,4	0,0	18,4	0,0	14,1	36,5	34,1	15,3	22,4	12,9	34,1	30,6	20,0	28,2	12,9	16,5	22,4	4,7	95,3	0,0	1,2	43,5	55,3	27,1	69,4	3,5	20,0	80,0
ARC3	0,0	100,0	50,0	50,0	27,1	72,9	0,0	0,0	10,4	8,3	31,2	33,3	27,1	16,7	16,7	14,6	52,1	12,5	14,6	12,5	12,5	47,9	0,0	77,1	22,9	0,0	22,9	77,1	8,3	77,1	14,6	25,0	75,0
VEN1	31,4	68,6	77,1	22,9	85,7	14,3	54,3	34,3	11,4	7,6	0,0	0,0	0,0	54,3	20,0	20,0	5,7	11,4	28,6	37,1	11,4	11,4	25,7	71,4	2,9	22,9	62,9	14,3	62,9	34,3	2,9	22,9	77,1
VEN2	18,1	81,9	84,7	15,3	80,2	19,8	74,0	17,5	8,5	0,0	38,2	0,0	0,0	47,5	25,4	16,4	10,7	12,4	39,0	28,8	10,2	9,6	6,2	92,1	1,7	9,6	75,7	14,7	50,8	47,5	1,7	16,9	83,1
VEN3	6,6	93,4	83,7	16,3	65,1	34,9	72,9	17,5	9,6	0,0	0,0	35,9	0,0	31,3	24,1	28,9	15,7	13,9	31,9	27,1	13,9	13,3	3,6	91,0	5,4	1,8	67,5	30,7	33,1	62,7	4,2	24,7	75,3
VEN4	2,4	97,6	61,2	38,8	57,6	42,4	69,4	15,3	15,3	0,0	0,0	0,0	18,4	15,3	25,9	22,4	36,5	11,8	28,2	23,5	23,5	12,9	7,1	78,8	14,1	3,5	35,3	61,2	22,4	64,7	12,9	36,5	63,5
LFL1	19,0	81,0	87,5	12,5	85,1	14,9	83,9	11,3	4,8	11,3	50,0	31,0	7,7	36,3	0,0	0,0	0,0	1,2	23,8	39,3	19,0	16,7	7,1	89,3	3,6	14,3	67,9	17,9	48,2	47,6	4,2	20,2	79,8
LFL2	11,4	88,6	80,7	19,3	69,3	30,7	83,3	9,6	7,0	6,1	39,5	35,1	19,3	0,0	24,6	0,0	0,0	7,0	36,0	33,3	17,5	6,1	5,3	89,5	5,3	2,6	78,1	19,3	51,8	44,7	3,5	30,7	69,3
LFL3	7,8	92,2	83,5	16,5	67,0	33,0	65,0	28,2	6,8	6,8	28,2	46,6	18,4	0,0	0,0	22,2	0,0	21,4	49,5	16,5	8,7	3,9	9,7	84,5	5,8	3,9	62,1	34,0	35,0	60,2	4,9	24,3	75,7
LFL4	3,8	96,2	55,1	44,9	48,7	51,3	34,6	33,3	32,1	2,6	24,4	33,3	39,7	0,0	0,0	0,0	16,8	34,6	30,8	10,3	5,1	19,2	5,1	85,9	9,0	0,0	39,7	60,3	12,8	79,5	7,7	20,5	79,5
LIN1	16,9	83,1	79,7	20,3	64,4	35,6	61,0	28,8	10,2	6,8	37,3	39,0	16,9	3,4	13,6	37,3	45,8	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	84,7	5,1	5,1	54,2	40,7	40,7	57,6	1,7	8,5	91,5
LIN2	15,4	84,6	82,1	17,9	79,5	20,5	80,1	15,4	4,5	6,4	44,2	34,0	15,4	25,6	26,3	32,7	15,4	0,0	33,7	0,0	0,0	0,0	9,0	89,1	1,9	9,0	73,7	17,3	48,1	48,7	3,2	30,1	69,9
LIN3	15,5	84,5	83,7	16,3	71,3	28,7	86,8	8,5	4,7	10,1	39,5	34,9	15,5	51,2	29,5	13,2	6,2	0,0	0,0	27,9	0,0	0,0	7,0	87,6	5,4	9,3	71,3	19,4	39,5	56,6	3,9	24,0	76,0
LIN4	1,5	98,5	78,5	21,5	78,5	21,5	69,2	21,5	9,2	6,2	27,7	35,4	30,8	49,2	30,8	13,8	6,2	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0	3,1	89,2	7,7	0,0	60,0	40,0	44,6	53,8	1,5	24,6	75,4
LIN5	1,9	98,1	63,0	37,0	44,4	55,6	22,2	35,2	42,6	7,4	31,5	40,7	20,4	51,9	13,0	7,4	27,8	0,0	0,0	0,0	0,0	11,7	1,9	85,2	13,0	3,7	37,0	59,3	13,0	68,5	18,5	20,4	79,6
GEL1	31,2	68,8	59,4	40,6	96,9	3,1	87,5	12,5	0,0	28,1	34,4	18,8	18,8	37,5	18,8	31,2	12,5	18,8	43,8	28,1	6,2	3,1	6,9	0,0	0,0	25,0	59,4	15,6	62,5	34,4	3,1	28,1	71,9
GEL2	11,3	88,7	81,8	18,2	70,9	29,1	70,9	20,0	9,1	6,2	40,1	37,2	16,5	36,9	25,1	21,4	16,5	12,3	34,2	27,8	14,3	11,3	0,0	87,7	0,0	5,4	67,2	27,3	39,9	56,4	3,7	22,4	77,6
GEL3	0,0	100,0	68,0	32,0	40,0	60,0	56,0	0,0	44,0	4,0	12,0	36,0	48,0	24,0	24,0	24,0	28,0	12,0	12,0	28,0	20,0	28,0	0,0	0,0	5,4	4,0	24,0	72,0	16,0	60,0	24,0	40,0	60,0
TEL1	45,2	54,8	90,3	9,7	93,5	6,5	96,8	3,2	0,0	25,8	54,8	9,7	9,7	77,4	9,7	12,9	0,0	9,7	45,2	38,7	0,0	6,5	25,8	71,0	3,2	6,7	0,0	0,0	83,9	16,1	0,0	41,9	58,1
TEL2	13,4	86,6	87,6	12,4	80,5	19,5	83,9	12,4	3,7	7,4	45,0	37,6	10,1	38,3	29,9	21,5	10,4	10,7	38,6	30,9	13,1	6,7	6,4	91,6	2,0	0,0	64,4	0,0	47,3	49,7	3,0	18,5	81,5
TEL3	1,5	98,5	59,0	41,0	44,8	55,2	37,3	35,1	27,6	3,7	19,4	38,1	38,8	22,4	16,4	26,1	35,1	17,9	20,1	18,7	19,4	23,9	3,7	82,8	13,4	0,0	0,0	28,9	14,2	76,1	9,7	31,3	68,7
SOM1	16,1	83,9	89,2	10,8	84,4	15,6	85,5	12,4	2,2	11,8	46,4	29,6	10,2	43,5	31,7	19,4	5,4	12,9	40,3	27,4	15,6	3,8	10,8	87,1	2,2	14,0	75,8	10,2	40,2	0,0	0,0	29,6	70,4
SOM2	9,4	90,6	74,5	25,5	63,5	36,5	62,4	23,1	14,5	4,7	32,9	40,8	21,6	31,4	20,0	24,3	24,3	13,3	29,8	28,6	13,7	14,5	4,3	89,8	5,9	2,0	58,0	40,0	0,0	55,1	0,0	19,2	80,8
SOM3	9,1	90,9	54,5	45,5	45,5	54,5	54,5	13,6	31,8	4,5	13,6	31,8	50,0	31,8	18,2	22,7	27,3	4,5	22,7	22,7	4,5	45,5	4,5	68,2	27,3	0,0	40,9	59,1	0,0	0,0	4,8	27,3	72,7
RAD1	14,4	85,6	79,6	20,4	73,1	26,9	70,5	19,3	10,2	7,6	41,6	35,4	15,3	38,0	22,4	22,1	17,6	15,3	30,9	27,8	13,9	12,2	6,5	89,2	4,2	5,1	68,8	26,1	37,1	58,4	4,5	0,0	76,2
RAD2	4,5	95,5	79,1	20,9	64,5	35,5	73,6	15,5	10,9	7,3	27,3	37,3	28,2	30,9	31,8	22,7	14,5	4,5	42,7	28,2	14,5	10,0	8,2	82,7	9,1	11,8	50,0	38,2	50,0	44,5	5,5	23,8	0,0

Anexo IIIA: Ensaios de Laboratórios/INMETRO – Refrigeradores.

PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem - Tabelas de consumo/eficiência energética

MARCA	MODELO	VOLUME INTERNO (L)			Consumo (kWh/mês)		Eficiência Energética		Volume
		REFRIG	CONG	TOTAL	127 V	220 V	127 V	220 V	ajustado
1 - Refrigeradores 01 Porta									
BRASTEMP	BRA34	312	32	344	34,5	34,5	10,4	10,4	357
BS CONTINENTAL	RC29XM	262	30	292	23,8	23,8	12,8	12,8	304
	RC29DM	262	30	292	32,0	32,0	9,7	9,7	311
CONSUL	CRB23	225	0	225	32,0	30,0	7,0	7,5	225
	CRC23	210	20	229	35,7	35,3	6,6	6,7	237
	CRA30	261	32	293	28,5	28,5	10,7	10,7	306
	CRA34	312	32	344	35,5	35,5	10,1	10,1	357
ELECTROLUX	R270Smile	253	17	270	26,9	26,0	10,3	10,7	277
	R280	257	24	282	52,1	49,3	5,6	5,9	291
	R310	280	40	320	39,9	44,6	8,4	7,5	336
	R340	317	23	340	52,3	55,7	6,8	6,4	355
ESMALTEC	RG3001	270	30	300	39,6	35,5	8,1	9,0	319
STEIGLEDER	SL285	228	22	250	*	*	*	*	*
2 - Refrigeradores 01 Porta Compactos									
CONSUL	CRT05A	47			21,3	19,5	2,2	2,4	47
	CRT08A	80			23,2	23,0	3,5	3,5	80
	CRT12A	120			31,0	31,0	3,9	3,9	120
ELECTROLUX	R130	118	12	130	35,9	32,6	3,8	4,2	137
3 - Combinados									
	BRD32	246	74	320	50,2	50,2	7,6	7,6	383
	BRH32	208	110	318	57,6	62,8	7,1	6,6	411
BRASTEMP	BRM33	267	63	330	63,0	61,0	6,1	6,3	384
	BRM37	293	74	367	63,5	61,0	6,8	7,1	430
	BRD41	302	100	402	99,6	*	4,9	*	*
BS CONTINENTAL	RC43DA	286	145	431	64,0	64,0	8,7	8,7	554
CONSUL	CRD32	246	74	320	52,0	54,2	7,4	7,1	383
	CRD41	302	100	402	94,0	89,1	5,2	5,5	487
ELECTROLUX	D330	273	54	327	91,3	82,6	4,1	4,5	373
	D440	315	99	414	84,9	83,1	5,9	6,0	498
4 - Combinados Frost Free									
BRASTEMP	BRM39	296	88	384	87,2	*	5,5	*	*
	BRS71	433	277	710	89,8	89,8	11,2	11,2	1001
ELECTROLUX	DS410	310	100	410	100,3	80,5	5,1	6,4	515
GE-DAKO	TBT18NAY	385	115	500	*	*	*	*	*

(*) Ensaios não disponíveis

Consumo de energia: é o consumo mensal do refrigerador, testado em condições de laboratório e que simulam o uso diário;

Na hora da compra, escolha sempre o de menor consumo,

Eficiência Energética: é o resultado da divisão do volume ajustado do equipamento pelo consumo de energia mensal medido

Anexo IIIB: Ensaios de Laboratórios/INMETRO – Freezers e Congeladores.

PBE - Tabelas de consumo/eficiência energética

5 - Congeladores Verticais

MARCA	MODELO	Vol. Int. (l)	Consumo (kWh/mês)		Eficiência Energética	
			127 V	220 V	127 V	220 V
CONTINENTAL	FC23DM	228	54,6	54,6	7,7	7,7
	FC23XM	52,0/176	39,0	39,0	10,5	10,5
CONSUL	CVU16	12 / 145	44,5	47,9	6,5	6,0
	CVU19	186	51,1	55,4	6,7	6,2
	CVU24	15,8 / 220,2	46,1	46,1	9,4	9,4
	CVU28	15,8 / 257,1	61,0	58,5	8,2	8,6
BRASTEMP	BVG22	16 / 206	69,0	63,5	5,9	6,4
	BVS24	15,8 / 220,2	48,3	48,6	9,0	8,9
	BVG26	253	76,0	74,0	6,2	6,3
	BVS28	15,8 / 257,3	57,0	57,0	8,8	8,8
ELECTROLUX	F170	172	64,9	51,9	4,9	6,1
	F210	210	59,9	56,5	6,5	6,9
	FF240	236	*	*	*	*
	F250	248	66,6	59,6	6,9	7,7

6 - Congeladores Horizontais

CONTINENTAL	EHD1	170	*	*	*	*
CONSUL	CHA22	220	39,3	*	10,4	*
	CHA31	310	53,3	56,1	10,8	10,2
	CHB41	415	85,0	83,3	9,0	9,2
	CHB53	530	100,2	*	9,8	*
ELECTROLUX	H160Skin	162	49,8	45,0	6,0	6,7
	H210Skin	214	57,0	55,0	7,0	7,2
	H300Skin	305	78,5	70,0	7,2	8,1
	H400Skin	399	81,3	81,2	9,1	9,1
	H500Skin	494	*	*	*	*
ESMALTEC	2255	225	*	*	*	*
	3166	316	50,5	49,2	*	*
	4505	450	79,6	76,6	*	*

(*) Ensaios não disponíveis

Anexo IIIC: Ensaios de Laboratórios/INMETRO – Condicionadores de Ar.

MARCA	MODELO	VERSÃO	Capacidade de Refrigeração				Eficiência Energética				*Potência (W)*	
			Kj/h		Btu/h		Kj/Wh		Btu/Wh			
			127V	220V	127V	220V	127V	220V	127V	*220V*	*127V*	*220V*
CONSUL	CCF07	FR			7500	7500			5,7	*6,4*	*1316*	*1172*
	CCR07	CR				7500				*6,4*		*1172*
	CCF10	FR			10000	10000			6,3	*7,6*	*1587*	*1316*
	CCR10	CR				10000				*7,6*		*1316*
	CCF12	FR				12000				*7,5*		*1600*
	CCR12	CR				12000				*7,5*		*1600*
	CCF15	FR				15000				*7,6*		*1974*
	CCR15	CR				15000				*7,6*		*1974*
	CCR18	FR				18000				*9,0*		*2000*
	CCR18	CR				18000				*9,0*		*2000*
	CCF21	FR				20500				*7,1*		*2887*
	CCR21	CR				20500				*7,1*		*2887*
	CCF30	FR				30000				*8,3*		*3614*
	CCR30	CR				30000				*8,3*		*3614*
	CCG07	FR(elet)			7500	7500			5,7	*6,4*	*1316*	*1172*
	CCH07	CR(elet)				7500				*6,4*		*1172*
	CCG10	FR(elet)			10000	10000			6,3	*7,6*	*1587*	*1316*
	CCH10	CR(elet)				10000				*7,6*		*1316*
	CCG12	FR(elet)				12000				*7,5*		*1600*
	CCH12	CR(elet)				12000				*7,5*		*1600*
BRASTEMP	BCG07	FR(elet)			7500	7500			7,9	*9,5*	*949*	*789*
	BCH07	CR(elet)				7500				*7,9*		*949*
	BCG10	FR(elet)			10000	10000			9,4	*10,5*	*1064*	*952*
	BCH10	CR(elet)				10000				*9,4*		*1064*
	BCG12	FR(elet)				12000				*10,6*		*1132*
	BCG12	CR(elet)				12000				*9,2*		*1304*
ELECTROLUX	AE7500F	F	7912,5	7913	7500	7500	7,3	8,1	6,9	*7,7*	*1081*	*980*
	AE7500R	Q		7913		7500		7,5		*7,1*		*1050*
	AE10000F	F	10550	10550	10000	10000	8,1	8,4	7,7	*8,0*	*1299*	*1250*
	AE10000R	Q		10550		10000		8,4		*8,0*		*1250*
	AE12000F	F	12660	12660	12000	12000	8,1	8,5	7,6	*8,1*	*1571*	*1491*
	AE12000R	Q		12660		12000		8,5		*8,1*		*1491*
	AE18000F	F		18990		18000		10,0		*9,5*		*1901*
	AE23000F	F		24265		23000		9,9		*9,4*		*2460*
ELGIN	ELF 6000	F	6330	6330	6000	6000	7,0	7,0	6,7	*6,7*	*901*	*901*
	ELQ 6000-2	Q		6330		6000		6,9		*6,5*		*920*
	ELF 8300	F	8756,5	8756,5	8300	8300	7,1	7,2	6,7	*6,9*	*1231*	*1210*
	ELQ 8300-2	Q		8756,5		8300		7,2		*6,8*		*1221*
	ELF 10000	F	10550	10550	10000	10000	7,2	7,5	6,8	*7,1*	*1462*	*1408*
	ELQ 10000-2	Q		10550		10000		7,4		*7,0*		*1429*
	EWF 10000	F	10550	10550	10000	10000	7,2	7,5	6,8	*7,1*	*1462*	*1408*
	EWQ 10000-2	Q		10550		10000		7,4		*7,0*		*1429*
	ELF 12000-2	F		12660		12000		8,0		*7,6*		*1579*
	ELQ 12000-2	Q		12660		12000		7,9		*7,5*		*1600*
	EWF 12000-2	F		12660		12000		8,0		*7,6*		*1579*
	EWQ 12000-2	Q		12660		12000		7,9		*7,5*		*1600*
	ELF 18000-2	F		18990		18000		8,6		*8,2*		*2200*
	ELQ 18000-2	Q		18990		18000		8,4		*8,0*		*2250*

Anexo IIIC: Continuação

MARCA	MODELO	VERSÃO	Capacidade de Refrigeração				Eficiência Energética				*Potência (W)*	
			Kj/h		Btu/h		Kj/Wh		Btu/Wh			
			127V	220V	127V	220V	127V	220V	127V	*220V*	*127V*	*220V*
	UQC075B			7900		7500		7,2		*6,8*		*1098*
	UCC095B			9500		9000		10,4		*9,9*		*914*
	UCC098D		9500		9000		11,1		10,5		*856*	
	UQC095B			9500		9000		10,3		*9,8*		*923*
	UQB095B			9500		9000		9,3		*8,8*		*1022*
	XCB105D/R			11100		10500		8,3		*7,9*		*1338*
	XCB108D/R		11100		10500		7,1		6,7		*1565*	
	XCA128R		13100		12500		7,5		7,2		*1748*	
	XQB125D			13100		12500		8,0		*7,8*		*1596*
	BCC125D			13100		12500		8,8		*8,4*		*1490*
SPRINGER	BCC128D		13100		12500		8,4		8,0		*1561*	
	XCB155D			15820		15000		8,5		*8,1*		*1861*
	XCB185D			19000		18000		10,2		*9,7*		*1863*
	YCB215D			22150		21000		9,7		*9,2*		*2283*
	YQB215D			22150		21000		10,0		*9,5*		*2215*
	YCB305D			31650		30000		8,6		*8,2*		*3672*
	YQA305D			31650		30000		8,2		*7,8*		*3861*
	UCD078B/M		7900		7500		6,6		6,3		*1198*	
	UCD075B			7900		7500		7,4		*7,0*		*1068*
	UQD075B			7900		7500		7,2		*6,8*		*1098*
	XCC105D			11100		10500		8,3		*7,9*		*1338*
CARRIER	XCC108D		11100		10500		7,1		6,7		*1565*	
	XQC105D			11100		10500		8,1		*7,7*		*1371*
	XCC123D			13100		12500		10,7		*10,2*		*1225*
	XCD153D			15820		15000		10,7		*10,1*		*1479*
	XCB/D183D			19000		18000		10,2		*9,7*		*1863*
	YCC273D			28400		27000		8,6		*8,2*		*3305*

FR = F = FRIO; CR = CICLO REVERSO; Q= QUENTE

Eficiência energética: é o resultado da divisão da capacidade de refrigeração pela potencia do equipamento

Anexo IIID: Capacidade de refrigeração, potência nominal e eficiência energética – comparação entre diferentes marcas de condicionadores de ar.

Marca	Modelo	Capacidade		Potência	Eficiência		Marca	Modelo	Capacidade		Potência	Eficiência	
		Btu/h	W	W	Btu/Wh	EER			Btu/h	W	W	Btu/Wh	EER
BRASTEMP	BCG12	12.000	3.515	*1.132*	*10,6*	3,1	ELECTROL	AE18000F	18.000	5.272	1.901	9,47	2,77
BRASTEMP	BCG10	10.000	2.929	*952*	*10,5*	3,1	ELECTROL	AE23000F	23.000	6.736	2.460	9,35	2,74
BRASTEMP	BCG07	7.500	2.197	***789***	*9,5*	2,8	ELECTROL	AE12000F	12.000	3.515	1.491	8,05	2,36
BRASTEMP	BCH10	10.000	2.929	*1.064*	*9,4*	2,8	ELECTROL	AE12000R	12.000	3.515	1.491	8,05	2,36
BRASTEMP	BCG12	12.000	3.515	*1.304*	*9,2*	2,7	ELECTROL	AE10000F	10.000	2.929	1.250	8,00	2,34
BRASTEMP	BCH07	7.500	2.197	*949*	*7,9*	2,3	ELECTROL	AE10000R	10.000	2.929	1.250	8,00	2,34
Média	-	**9.833**	**2.880**	**1.032**	**9,5**	**2,8**	ELECTROL	AE7500F	7.500	2.197	980	7,65	2,24
CARRIER	XCC123D	12.500	3.661	*1.225*	*10,2*	3,0	ELECTROL	AE7500R	7.500	2.197	1.050	7,14	2,09
CARRIER	XCD153D	15.000	4.393	*1.479*	*10,1*	3,0	**Média**	-	**12.500**	**3.661**	**1.484**	**8,21**	**2,41**
CARRIER	XCB/D183D	18.000	5.272	*1.863*	*9,7*	2,8	ELGIN	ELF 18000-2	18.000	5.272	2.200	8,18	2,40
CARRIER	YCC273D	27.000	7.908	*3.305*	*8,2*	2,4	ELGIN	ELQ 18000-2	18.000	5.272	2.250	8,00	2,34
CARRIER	XCC105D	10.500	3.075	*1.338*	*7,9*	2,3	ELGIN	ELF 12000-2	12.000	3.515	1.579	7,60	2,23
CARRIER	XQC105D	10.500	3.075	*1.371*	*7,7*	2,2	ELGIN	EWF 12000-2	12.000	3.515	1.579	7,60	2,23
CARRIER	UCD075B	7.500	2.197	*1.068*	*7,0*	2,1	ELGIN	ELQ 12000-2	12.000	3.515	1.600	7,50	2,20
CARRIER	UQD075B	7.500	2.197	*1.098*	*6,8*	2,0	ELGIN	EWQ 12000-2	12.000	3.515	1.600	7,50	2,20
Média	-	**13.563**	**3.972**	**1.593**	**8,4**	**2,5**	ELGIN	ELF 10000	10.000	2.929	1.408	7,10	2,08
CONSUL	CCR18	18.000	5.272	*2.000*	*9,0*	2,6	ELGIN	EWF 10000	10.000	2.929	1.408	7,10	2,08
CONSUL	CCR18	18.000	5.272	*2.000*	*9,0*	2,6	ELGIN	ELQ 10000-2	10.000	2.929	1.429	7,00	2,05
CONSUL	CCF30	30.000	8.787	*3.614*	*8,3*	2,4	ELGIN	EWQ 10000-2	10.000	2.929	1.429	7,00	2,05
CONSUL	CCR30	30.000	8.787	*3.614*	*8,3*	2,4	ELGIN	ELF 8300	8.300	2.431	1.210	6,86	2,01
CONSUL	CCF10	10.000	2.929	*1.316*	*7,6*	2,2	ELGIN	ELQ 8300-2	8.300	2.431	1.221	6,80	1,99
CONSUL	CCR10	10.000	2.929	*1.316*	*7,6*	2,2	ELGIN	ELF 6000	6.000	1.757	901	6,66	1,95
CONSUL	CCG10	10.000	2.929	*1.316*	*7,6*	2,2	ELGIN	ELQ 6000-2	6.000	1.757	920	6,52	1,91
CONSUL	CCH10	10.000	2.929	*1.316*	*7,6*	2,2	**Média**	-	**10.900**	**3.192**	**1.481**	**7,24**	**2,12**
CONSUL	CCF15	15.000	4.393	*1.974*	*7,6*	2,2	SPRINGER	UCC095B	9.000	2.636	914	9,85	2,88
CONSUL	CCR15	15.000	4.393	*1.974*	*7,6*	2,2	SPRINGER	UQC095B	9.000	2.636	923	9,75	2,86
CONSUL	CCF12	12.000	3.515	*1.600*	*7,5*	2,2	SPRINGER	XCB185D	18.000	5.272	1.863	9,66	2,83
CONSUL	CCR12	12.000	3.515	*1.600*	*7,5*	2,2	SPRINGER	YQB215D	21.000	6.151	2.215	9,48	2,78
CONSUL	CCG12	12.000	3.515	*1.600*	*7,5*	2,2	SPRINGER	YCB215D	21.000	6.151	2.283	9,20	2,69
CONSUL	CCH12	12.000	3.515	*1.600*	*7,5*	2,2	SPRINGER	UQB095B	9.000	2.636	1.022	8,81	2,58
CONSUL	CCF21	20.500	6.004	*2.887*	*7,1*	2,1	SPRINGER	BCC125D	12.500	3.661	1.490	8,39	2,46
CONSUL	CCR21	20.500	6.004	*2.887*	*7,1*	2,1	SPRINGER	YCB305D	30.000	8.787	3.672	8,17	2,39
CONSUL	CCF07	7.500	2.197	*1.172*	*6,4*	1,9	SPRINGER	XCB155D	15.000	4.393	1.861	8,06	2,36
CONSUL	CCR07	7.500	2.197	*1.172*	*6,4*	1,9	SPRINGER	XCB105D/R	10.500	3.075	1.338	7,85	2,30
CONSUL	CCG07	7.500	2.197	*1.172*	*6,4*	1,9	SPRINGER	YQA305D	30.000	8.787	3.861	7,77	2,28
CONSUL	CCH07	7.500	2.197	*1.172*	*6,4*	1,9	SPRINGER	UQC075B	7.500	2.197	1.098	6,83	2,00
Média	-	**14.250**	**4.174**	**1.865**	**7,5**	**2,2**	**Média**	-	**16.042**	**4.698**	**1.878**	**8,65**	**2,53**
Tensão nominal de 220 V													

Anexo IIIE: Ensaios de Laboratórios/INMETRO – Chuveiros Elétricos.

CHUVEIROS ELÉTRICOS		Tensão	Potência	kWh/mês	Elevação	kWh/mês	Vazão
MARCA	MODELO	(V)	(W)	Máximo	Temp.(°C)	Mínimo	(l/min.)
CARDAL	DUCHA 5 STANDARD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
		220	5200	21,9	23,6	13,3	4,6
		220	6500	26,9	29,2	9,9	3,4
	DUCHA 5 COMPACTA BR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
		220	5200	21,9	23,6	13,3	4,6
		220	6500	26,9	29,2	9,9	3,4
	DUCHA 5 COMPACTA CR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
		220	6500	26,9	29,2	9,9	3,4
	DUCHA 5 LUXO	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4
	DUCHA 5 SUPER LUXO BD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4
	DUCHA 5 SUPER LUXO CD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4
	DUCHA 5 SUPER LUXO OD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4
	DUCHA ELETRÔNICA LUXO	220	7600	31,3	33,0	16,9	3,0
	DUCHA ELETRÔNICA LUXO BLINDADA	220	6500	27,4	27,9	16,7	3,0
CORONA	DUCHA SS	127	4250	18,0	19,0	11,9	3,9
		220	2500	10,6	12,0	10,4	3,6
		220	4400	19,2	21,0	12,0	3,7
		220	5200	23,1	24,0	15,1	4,9
	DSS C/CANO	127	4250	18,0	19,0	11,9	3,9
		220	2500	10,6	12,0	10,4	3,6
		220	4400	19,2	21,0	12,0	3,7
		220	5200	23,1	24,0	15,1	4,9
	JATO OBEDIENTE 4T (Color)	127	5200	23,1	25,2	15,1	5,0
		220	5800	25,8	26,3	16,6	5,3
		220	6500	28,5	30,1	9,3	3,1
	JATO OBEDIENTE 4T (Status-4T)	127	5200	23,1	25,2	15,1	5,0
		220	5800	25,8	26,3	16,6	5,3
		220	6500	28,5	30,1	9,3	3,1
	CORONA II - 4T	127	4250	18,0	19,0	12,2	4,1
		220	4800	20,0	23,0	13,3	4,3
		220	5400	23,1	23,7	15,4	5,0
	GORDUCHA	127	4250	18,0	19,0	12,4	4,1
		220	4800	20,0	22,6	13,3	4,4
		220	5200	21,8	23,0	14,8	4,9
	DB 4 ESTAÇÕES C/TERMOSTATO (Color)	220	6500	26,4	28,0	10,1	3,4
		220	7500	29,9	31,0	11,9	3,8
	DB 4 ESTAÇÕES C/TERMOSTATO (Cromado)	220	6500	26,4	28,0	10,1	3,4
	DB 4 ESTAÇÕES C/TERMOSTATO (Teen line)	220	6500	26,4	28,0	10,1	3,4
	BANHO TOTAL	127	5500	24,3	24,8	14,9	4,9
		220	6500	27,9	28,0	10,7	3,4
		220	8400	35,8	34,0	12,4	3,9

Anexo IIIE: Continuação.

FAME	DUCHA JD I	127	3000	12,0	13,0	8,1	3,0
		127	4600	20,1	22,0	14,0	4,4
		127	5000	21,5	22,0	14,3	4,4
		220	3000	12,6	14,0	8,5	3,0
		220	4800	20,9	22,0	14,1	4,4
		220	5200	22,1	23,0	14,1	4,4
	DUCHA JD II	127	3000	12,0	13,0	8,1	3,0
		127	4600	20,1	22,0	14,0	4,4
		127	5000	21,5	22,0	14,3	4,4
		220	3000	12,6	14,0	8,5	3,0
		220	4800	20,9	22,0	14,1	4,4
		220	5200	22,1	23,0	14,1	4,4
	SUPER DUCHA	127	3000	11,8	12,0	8,0	3,0
		127	4600	20,2	20,0	13,9	4,5
		127	5000	21,9	22,0	14,3	4,5
		220	3000	12,4	14,0	8,6	3,0
		220	4800	20,8	22,0	14,0	4,5
		220	5200	21,9	23,0	14,1	4,5
	TRADICIONAL	127	3500	15,5	16,0	11,3	3,4
		127	4600	20,6	19,3	14,7	4,5
		127	5000	22,3	22,0	15,3	4,7
		220	3500	15,3	15,0	10,8	3,4
		220	4800	21,6	21,0	14,5	4,5
		220	5500	24,5	24,0	16,7	5,3
	DUCHA MILLENNIUN	127	5400	23,8	22,0	15,4	4,6
		220	7000	30,8	30,0	9,9	3,0
	BANHO JF	127	3000	11,8	12,0	8,0	3,0
		127	4600	20,2	20,0	13,9	4,5
		127	5000	21,9	22,0	14,3	4,5
		220	3000	12,4	14,0	8,6	3,0
		220	4800	20,8	22,0	14,0	4,5
		220	5200	21,9	23,0	14,1	4,5
KDT	DUCHA ELETRÔNICA 12T	220	8800	36,4	28,8	12,1	4,1
	DUCHA 6T C/DESVIADOR L	220	8800	35,7	31,2	14,8	4,7
LOREN-ZETTI	LORENDUXA	127	4400	18,3	18,4	13,1	4,1
		127	5400	23,5	23,2	10,4	3,3
		220	5400	24,3	23,1	10,6	3,2
		220	6400	28,8	27,3	11,4	3,5
	SUPER BANHO	127	5465	23,5	23,2	10,4	3,3
		220	6465	28,8	27,3	11,4	3,5
	JET SET 4	127	4400	18,6	19,2	13,0	4,2
		127	5400	23,5	23,7	10,4	3,4
		220	5400	24,0	23,4	10,5	3,2
		220	6400	27,7	27,2	11,2	3,5
	TRADIÇÃO	127	4400	18,6	18,4	13,5	4,1
		127	5400	24,3	23,4	10,6	3,3
		220	5400	25,4	23,6	10,7	3,2
		220	6400	28,3	27,1	10,9	3,5
	JET MASTER	127	5400	23,1	26,0	13,4	4,0
		220	7500	32,7	36,4	16,8	3,0
	JET TURBO	127	5400	23,4	26,3	13,6	3,9
		220	7500	33,3	36,8	17,0	3,0
	MAXI DUCHA	127	4400	19,4	18,9	13,8	4,1
		127	5400	23,1	23,2	14,1	4,4
		220	4400	19,0	19,0	12,9	4,0
		220	5400	23,6	23,2	14,0	4,3
	JET SET 3	127	4400	19,4	20,6	12,7	4,2
		127	5400	22,7	23,9	13,4	4,6
		220	4400	18,8	22,7	12,7	4,4
		220	5400	23,1	25,0	14,0	4,8
SINTEX	SUPER DUCHA	127	4400	18,4	20,8	11,2	3,3
		220	4400	18,2	18,8	11,8	3,5
	ELITE	127	5000	19,4	22,3	11,5	3,3
		220	5000	21,1	22,0	11,9	3,8

Anexo IIIF: Chuveiros Elétricos - Relação entre potência máxima (inverno) e mínima (verão).

MARCA	MODELO	Tensão	Potência Nominal (W)		Razão
		(Volts)	Verão (V)	Inverno (I)	(V/I))
Fame	Ducha Jd I	127	2025	3000	0,68
Fame	Ducha Jd I	220	2024	3000	0,67
Fame	Ducha Jd Ii	127	2025	3000	0,68
Fame	Ducha Jd Ii	220	2024	3000	0,67
Fame	Super Ducha	127	2034	3000	0,68
Fame	Super Ducha	220	2081	3000	0,69
Fame	Banho Jf	127	2034	3000	0,68
Fame	Banho Jf	220	2081	3000	0,69
Fame	Tradicional	127	2552	3500	0,73
Fame	Tradicional	220	2471	3500	0,71
Corona	Ducha Ss	127	2810	4250	0,66
Corona	Dss C/Canooo	127	2810	4250	0,66
Corona	Corona Ii - 4t	127	2881	4250	0,68
Corona	Gorducha	127	2928	4250	0,69
Corona	Ducha Ss	220	2750	4400	0,63
Corona	Dss C/Canooo	220	2750	4400	0,63
Lorenzetti	Lorenduxa	127	3150	4400	0,72
Lorenzetti	Jet Set 4	127	3075	4400	0,70
Lorenzetti	Tradição	127	3194	4400	0,73
Lorenzetti	Maxi Ducha	127	3130	4400	0,71
Lorenzetti	Maxi Ducha	220	2987	4400	0,68
Lorenzetti	Jet Set 3	127	2880	4400	0,65
Lorenzetti	Jet Set 3	220	2972	4400	0,68
Sintex	Super Ducha	127	2678	4400	0,61
Sintex	Super Ducha	220	2853	4400	0,65
Fame	Ducha Jd I	127	3204	4600	0,70
Fame	Ducha Jd Ii	127	3204	4600	0,70
Fame	Super Ducha	127	3165	4600	0,69
Fame	Tradicional	127	3283	4600	0,71
Fame	Banho Jf	127	3165	4600	0,69
Corona	Corona Ii - 4t	220	3192	4800	0,67
Corona	Gorducha	220	3192	4800	0,67
Fame	Ducha Jd I	220	3238	4800	0,67
Fame	Ducha Jd Ii	220	3238	4800	0,67
Fame	Super Ducha	220	3231	4800	0,67
Fame	Tradicional	220	3222	4800	0,67
Fame	Banho Jf	220	3231	4800	0,67
Fame	Ducha Jd I	127	3326	5000	0,67
Fame	Ducha Jd Ii	127	3326	5000	0,67
Fame	Super Ducha	127	3265	5000	0,65
Fame	Tradicional	127	3430	5000	0,69
Fame	Banho Jf	127	3265	5000	0,65
Sintex	Elite	127	2964	5000	0,59
Sintex	Elite	220	2820	5000	0,56
Cardal	Ducha 5 Standard	220	3158	5200	0,61
Cardal	Ducha 5 Standard	220	3158	5200	0,61
Corona	Ducha Ss	220	3399	5200	0,65
Corona	Dss C/Canooo	220	3399	5200	0,65
Corona	Jato Obediente 4t (Color)	127	3399	5200	0,65
Corona	Jato Obediente 4t (Status-4t)	127	3399	5200	0,65
Corona	Gorducha	220	3530	5200	0,68
Fame	Ducha Jd I	220	3318	5200	0,64
Fame	Ducha Jd Ii	220	3318	5200	0,64
Fame	Super Ducha	220	3348	5200	0,64
Fame	Banho Jf	220	3348	5200	0,64
Corona	Corona Ii - 4t	220	3600	5400	0,67
Fame	Ducha Millenniun	127	3494	5400	0,65
Lorenzetti	Lorenduxa	127	2390	5400	0,44
Lorenzetti	Lorenduxa	220	2356	5400	0,44

Anexo IIIF: Continuação.

MARCA	MODELO	Tensão	Potência Nominal (W)		Razão
		(Volts)	Verão (V)	Inverno (I)	(V/I))
Lorenzetti	Jet Set 4	127	2390	5400	0,44
Lorenzetti	Jet Set 4	220	2363	5400	0,44
Lorenzetti	Tradição	127	2356	5400	0,44
Lorenzetti	Tradição	220	2275	5400	0,42
Lorenzetti	Jet Master	127	3132	5400	0,58
Lorenzetti	Jet Turbo	127	3138	5400	0,58
Lorenzetti	Maxi Ducha	127	3296	5400	0,61
Lorenzetti	Maxi Ducha	220	3203	5400	0,59
Lorenzetti	Jet Set 3	127	3188	5400	0,59
Lorenzetti	Jet Set 3	220	3273	5400	0,61
Lorenzetti	Super Banho	127	2419	5465	0,44
Cardal	Ducha 5 Standard	127	2195	5500	0,40
Cardal	Ducha 5 Standard	127	2195	5500	0,40
Cardal	Ducha 5 Standard	127	2195	5500	0,40
Cardal	Ducha 5 Standard	127	2195	5500	0,40
Cardal	Ducha 5 Standard	127	2195	5500	0,40
Cardal	Ducha 5 Standard	127	2195	5500	0,40
Cardal	Ducha 5 Standard	127	2195	5500	0,40
Corona	Banho Total	127	3372	5500	0,61
Fame	Tradicional	220	3749	5500	0,68
Corona	Jato Obediente 4t (Color)	220	3732	5800	0,64
Corona	Jato Obediente 4t (Status-4t)	220	3732	5800	0,64
Lorenzetti	Lorenduxa	220	2533	6400	0,40
Lorenzetti	Jet Set 4	220	2588	6400	0,40
Lorenzetti	Tradição	220	2465	6400	0,39
Lorenzetti	Super Banho	220	2559	6465	0,40
Cardal	Ducha 5 Standard	220	2392	6500	0,37
Cardal	Ducha 5 Standard	220	2392	6500	0,37
Cardal	Ducha 5 Standard	220	2392	6500	0,37
Cardal	Ducha Eletrônica Luxo Blindada	220	3962	6500	0,61
Corona	Jato Obediente 4t (Color)	220	2121	6500	0,33
Corona	Jato Obediente 4t (Status-4t)	220	2121	6500	0,33
Corona	Db 4 Estações C/Termostato (Color)	220	2487	6500	0,38
Corona	Db 4 Estações C/Termostato (Cromado)	220	2487	6500	0,38
Corona	Db 4 Estações C/Termostato (Teen Line)	220	2487	6500	0,38
Corona	Banho Total	220	2493	6500	0,38
Fame	Ducha Millenniun	220	2250	7000	0,32
Corona	Db 4 Estações C/Termostato (Color)	220	2985	7500	0,40
Lorenzetti	Jet Master	220	3853	7500	0,51
Lorenzetti	Jet Turbo	220	3829	7500	0,51
Cardal	Ducha 5 Standard	220	2366	7600	0,31
Cardal	Ducha 5 Standard	220	2366	7600	0,31
Cardal	Ducha 5 Standard	220	2366	7600	0,31
Cardal	Ducha 5 Standard	220	2366	7600	0,31
Cardal	Ducha Eletrônica Luxo	220	4104	7600	0,54
Corona	Banho Total	220	2909	8400	0,35
Kdt	Ducha Eletrônica 12t	220	2925	8800	0,33
Kdt	Ducha 6t C/Desviador L	220	3648	8800	0,41

Anexo IVA: Pesquisa de Mercado – Refrigeradores (Preço de Venda – R$ de 1999).

MARCA	MODELO	Volume (l)	Ponto Frio	Carrefour	C. Bahia	Brasimac	Média
CONSUL	CRT05B	47	335,00				335,00
ELETROLUX	R130	130	399,00				399,00
CONSUL	CRC23A	229		599,00			599,00
CONSUL	CRC23C	229	459,00				459,00
ELETROLUX	R250	245	469,00	449,00			459,00
ELETROLUX	R280	280		539,00			539,00
CONTINENTAL	RC29XM	292	579,00		518,00		548,50
CONSUL	CRA30C	293	599,00	589,00			594,00
BRASTEMP	BRA30	300		639,00			639,00
CCE	R31BAA	307	529,00				529,00
CCE	R31BAB	307	529,00				529,00
ELETROLUX	R310	311	599,00	589,00			594,00
BRASTEMP	BRD32A	320	939,00				939,00
BRASTEMP	BRA34	340	699,00	719,00			709,00
CONSUL	CRB34	340				639,00	639,00
CONSUL	CRA34C	342	669,00	659,00			664,00
ELETROLUX	DC360	360	899,00				899,00
ELETROLUX	R360	362	679,00	669,00			674,00
BRASTEMP	BRM37A	367	1.299,00				1.299,00
ELETROLUX	DS380	380	1.299,00				1.299,00
BRASTEMP	BRZ41	401	1.129,00				1.129,00
BOSCH	RB40	401	1.069,00				1.069,00
BRASTEMP	BRG43A	428	1.599,00				1.599,00
BRASTEMP	BRM43A	428	1.499,00				1.499,00
BRASTEMP	BRN43A	430	1.799,00				1.799,00
CONTINENTAL	RC43DA	431	1.049,00				1.049,00
GE	TFT-20	558	3.980,00				3.980,00
BRASTEMP	BRS71A	710	4.949,00				4.949,00

Anexo IVB: Pesquisa de Mercado – Freezers (R$ de 1999).

Marca	Modelo	Volume (l)	Ponto Frio	Carrefour	Média
Consul	CVU16C	157	519,00	510,00	514,50
Electrolux	H160	162	559,00	-	559,00
Electrolux	F170	170	-	529,00	529,00
Continental	FC-18	180	-	599,00	599,00
Consul	CVU19B	186	629,00	629,00	629,00
Electrolux	H210	209	639,00	-	639,00
Electrolux	F210	210	689,00	639,00	664,00
Brastemp	BVS22A	220	-	798,00	798,00
CCE	F22SL	220	-	519,00	519,00
Consul	CHA22B	223	639,00	-	639,00
Consul	CVU24A	236	719,00	-	719,00
Brastemp	BVS24A	237	739,00		739,00
Consul	CVU24A	240	-	699,00	699,00
Electrolux	F250	248	729,00	749,00	739,00
Brastemp	BVG26B	257	949,00	994,00	971,50
Brastemp	BVG26B	257	949,00	-	949,00
Electrolux	H300C	305	729,00	-	729,00
Consul	CHA31B	310	749,00	-	749,00

Anexo IVC: Pesquisa de Mercado – Condicionadores de ar.

Marca	**Modelo**	**Potência (BTU's)**	**Preço (R$)**	**Distribuidor**	**Data**
Brastemp	BCG07A	7.500	599,00	Pto.Frio	Nov/99
Consul	CCF07A	7.500	498,00	Pto.Frio	Nov/99
BRASTEMP	BCG07	7.500	689,00	Carrefour	Nov/99
Brastemp	BCG10A	10.000	839,00	Pto.Frio	Nov/99
Consul	CCF10A	10.000	699,00	Pto.Frio	Nov/99
Electrolux	AE10F	10.000	689,00	Pto.Frio	Nov/99
BRASTEMP	BCG10	10.000	959,00	Carrefour	Nov/99
BRASTEMP	BCH10	10.000	1.029,00	Carrefour	Nov/99
SPRINGER	BCA-105	10.500	989,00	Carrefour	Nov/99
LG	AS12 Slip	12.000	2.290,00	Pto.Frio	Nov/99
Consul	CCF12A	12.000	779,00	Pto.Frio	Nov/99
SPRINGER	BQA-125	12.500	969,00	Carrefour	Nov/99
LG	AS18 Slip	18.000	3.099,00	Pto.Frio	Nov/99
LG	AW18	18.000	1.749,00	Pto.Frio	Nov/99
LG	AW18	18.000	2.359,00	Pto.Frio	Nov/99
Springer	Mundial	18.000	1.180,00	Pto.Frio	Nov/99
SPRINGER	DCA-1850	18.000	1.279,00	Carrefour	Nov/99
Consul	CCF21A	21.000	1.439,00	Pto.Frio	Nov/99
LG	AS24 Slip	24.000	3.699,00	Pto.Frio	Nov/99
Consul	CCF30B	30.000	1.829,00	Pto.Frio	Nov/99

Anexo IVD: Pesquisa de Mercado – Televisores (R$ de 1999).

Marca	Modelo	Ponto Frio	Carrefour	Média
CCE	HPS-2901		759,00	759,00
CCE	HPS-2004		379,00	379,00
CCE	20PT122A		389,00	389,00
CCE	HPS1402	312,00		312,00
GRADIENTE	GT-2998		969,00	969,00
GRADIENTE	GT-2033C	419,00		419,00
GRADIENTE	HM-299SC	829,00		829,00
GRADIENTE	HT-M344S	1.729,00		1.729,00
LG	CP-14K40	329,00		329,00
LG	CP-20K40	409,00		409,00
LG	CP-29C85	795,00		795,00
MITSUBISHI	TC2009	469,00		469,00
PANASONIC	TC-20A8		389,00	389,00
PHILCO	PCM-2051	519,00	379,00	449,00
PHILCO	PCM-1451	339,00		339,00
SEMP	TV2083		389,00	389,00
SHARP	C20ST58	488,00	439,00	463,50
SONY	KV-29T75		1.169,00	1.169,00
SONY	KV21S85		699,00	699,00
SONY	KV-21VH5B		999,00	999,00
SHARP	C-2038	449,00		449,00
TOSHIBA	2998 AP	1.185,00		1.185,00
TOSHIBA	1483 AAV	349,00		349,00
TOSHIBA	2083 AAV	439,00		439,00
TOSHIBA	2998A SU	899,00		899,00
TOSHIBA	3488BP PIP	2.280,00		2.280,00
TOSHIBA	43H60 PIP	5.280,00		5.280,00
SONY	29VX2	1.398,00		1.398,00
SONY	34T80	2.049,00		2.049,00
SONY	KV-25FV10B	1.600,00		1.600,00
SONY	KV-38FV15B	5.300,00		5.300,00

Anexo VA: Exemplo de planilha empregada na reconstituição do consumo – dados relativos à cidade de Manaus (1996).

USO FINAL		REFRIGERAÇÃO		CLIMATIZAÇÃO		AQUEC.	ILUMINAÇÃO		LAZER				LIMPEZA					
Equipamento		Gelad.	Freezer	Condic.	Ventil.	Chuv.	L. Inc.	L. Fluor.	TV	Som	Vídeo	Rádio	L-Roupa	S-Roupa	L-Louça	Ferro	Aspir.	Encer.
Parque de Aparelhos (Unidades)	F1	43.382	4.869	4.869	66.401	443	129.261	67.287	48.252	23.462	5.755	8.854	6.640	443	0	38.513	0	885
	F2	67.807	8.900	10.595	116.120	1.695	198.336	137.733	77.978	40.684	7.205	16.952	16.104	424	0	60.179	848	1.695
	F3	58.303	15.459	27.385	112.632	4.859	217.313	191.694	84.805	40.194	22.968	16.343	17.226	883	0	53.445	1.325	3.975
	F4	20.568	8.395	27.704	36.519	5.877	115.014	105.360	36.099	16.790	9.655	3.358	12.173	1.679	0	17.630	1.259	1.259
	F5	9.233	6.317	17.980	16.522	1.944	56.368	69.003	20.409	9.233	7.289	2.430	6.803	486	486	7.289	486	0
Potência Nominal (Watts)	F1	129	286	1.336	84	4.500	53	24	73	92	24	22	459	1.400	0	1.009	0	320
	F2	132	231	1.307	92	4.500	54	23	79	100	24	19	459	1.400	0	1.009	750	250
	F3	134	173	1.297	93	4.500	52	25	82	100	23	18	385	1.250	0	1.005	850	263
	F4	138	166	1.288	97	4.500	51	23	89	105	23	20	442	1.550	0	1.017	867	297
	F5	140	184	1.379	116	4.500	52	33	84	108	26	15	410	1.400	1.370	967	1.000	0
Ajuste Potên. [1]		0,50	0,50	0,50	1,00	0,68	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,50	0,45	0,91	1,00
Potência Efetiva (Watts)	F1	64	143	668	84	3.060	53	24	73	92	24	22	459	1.330	0	454	0	320
	F2	66	116	653	92	3.060	54	23	79	100	24	19	459	1.330	0	454	683	250
	F3	67	87	648	93	3.060	52	25	82	100	23	18	385	1.188	0	452	774	263
	F4	69	83	644	97	3.060	51	23	89	105	23	20	442	1.473	0	458	789	297
	F5	70	92	689	116	3.060	52	33	84	108	26	15	410	1.330	685	435	910	0
Standby (W) [2]		0	0	0	0	0	0	0	8	5	5	0	0	0	0	0	0	0
Standby (%) [3]		0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0
Tempo Médio Uso diário (horas)	F1	24,00	24,00	7,49	5,73	0,17	4,40	4,40	4,89	2,95	1,00	2,00	0,50	0,25	0,00	0,23	0,00	0,13
	F2	24,00	24,00	5,10	6,19	0,58	4,40	4,40	5,61	2,76	1,00	2,00	0,61	0,25	0,00	0,30	0,23	0,13
	F3	24,00	24,00	6,16	6,18	0,40	4,40	4,40	5,21	2,82	1,00	2,00	0,57	0,25	0,00	0,42	0,23	0,13
	F4	24,00	24,00	7,10	5,32	1,01	4,40	4,40	5,18	2,85	1,00	2,00	0,56	0,25	0,00	0,47	0,23	0,13
	F5	24,00	24,00	9,85	5,15	1,95	4,40	4,40	6,77	2,73	1,00	2,00	0,50	0,25	0,25	1,01	0,23	0,00
Consumo Mensal de Energia (MWh)	F1	2.009	501	731	963	7	905	211	627	228	14	12	45	4	0	121	0	1
	F2	3.217	741	1.060	1.977	91	1.413	416	1.216	402	18	19	135	4	0	249	4	2
	F3	2.817	963	3.279	1.949	178	1.482	630	1.277	403	55	18	113	8	0	304	7	4
	F4	1.024	503	3.800	564	543	777	323	579	178	23	4	90	19	0	113	7	1
	F5	464	419	3.663	297	348	384	300	392	97	18	2	42	5	2	96	3	0

Anexo VA: Continuação.

USO FINAL		LIMPEZA						COCÇÃO					OUTROS							
Equipamento		L-Roupa	S-Roupa	L-Louça	Ferro	Aspir.	Encer.	Forno	M-Ond.	Bated.	Liqüid.	Espr.	Bebed.	M.Escr.	M.Cost.	Micro	Fax	Secr.	S.Cab.	Motor
Parque de Aparelhos (Unidades)	F1	6.640	443	0	38.513	0	885	1.328	0	3.541	33.201	2.656	1.328	0	6.640	0	0	0	3.099	0
	F2	16.104	424	0	60.179	848	1.695	848	424	8.900	50.855	6.357	2.967	0	13.985	424	0	848	5.509	424
	F3	17.226	883	0	53.445	1.325	3.975	442	4.859	10.159	49.470	8.834	4.417	1.325	12.367	0	883	442	9.276	442
	F4	12.173	1.679	0	17.630	1.259	1.259	420	3.358	5.037	18.050	7.975	2.099	420	7.136	2.519	420	420	3.358	0
	F5	6.803	486	486	7.289	486	0	972	2.916	3.402	6.803	3.402	1.458	486	972	1.944	972	972	3.887	486
Potência Nominal (Watts)	F1	459	1.400	0	1.009	0	320	1.733	0	165	310	195	125	0	115	0	0	0	916	0
	F2	459	1.400	0	1.009	750	250	980	1.140	161	308	159	123	0	110	100	0	30	850	370
	F3	385	1.250	0	1.005	850	263	0	1.368	168	314	175	116	140	108	0	50	0	824	200
	F4	442	1.550	0	1.017	867	297	1.500	1.403	187	317	166	128	140	111	100	50	30	819	0
	F5	410	1.400	1.370	967	1.000	0	1.350	1.365	180	316	183	140	140	115	100	50	30	1.200	190
Ajuste Potên. [1]		1,00	0,95	0,50	0,45	0,91	1,00	0,40	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Potência Efetiva (Watts)	F1	459	1.330	0	454	0	320	693	0	165	310	195	125	0	115	0	0	0	916	0
	F2	459	1.330	0	454	683	250	392	730	161	308	159	123	0	110	100	0	30	850	370
	F3	385	1.188	0	452	774	263	0	876	168	314	175	116	140	108	0	50	0	824	200
	F4	442	1.473	0	458	789	297	600	898	187	317	166	128	140	111	100	50	30	819	0
	F5	410	1.330	685	435	910	0	540	874	180	316	183	140	140	115	100	50	30	1.200	190
Standby (W) [2]		0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Standby (%) [3]		0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
Tempo Médio Uso diário (horas)	F1	0,50	0,25	0,00	0,23	0,00	0,13	0,11	0,00	0,03	0,07	0,03	6,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
	F2	0,61	0,25	0,00	0,30	0,23	0,13	0,21	0,17	0,03	0,07	0,03	6,00	0,00	0,33	1,00	0,00	6,00	0,10	0,14
	F3	0,57	0,25	0,00	0,42	0,23	0,13	0,00	0,30	0,03	0,07	0,03	6,00	0,50	0,33	0,00	1,00	6,00	0,10	0,14
	F4	0,56	0,25	0,00	0,47	0,23	0,13	0,29	0,17	0,03	0,07	0,03	6,00	0,50	0,33	1,00	1,00	6,00	0,10	0,00
	F5	0,50	0,25	0,25	1,01	0,23	0,00	0,07	0,21	0,03	0,07	0,03	6,00	0,50	0,33	1,00	1,00	6,00	0,10	0,29
Consumo Mensal de Energia (MWh)	F1	45	4	0	121	0	1	3	0	1	21	1	30	0	8	0	0	0	9	0
	F2	135	4	0	249	4	2	2	2	1	31	1	66	0	15	1	0	5	14	1
	F3	113	8	0	304	7	4	0	41	2	31	2	92	3	13	0	1	0	23	0
	F4	90	19	0	113	7	1	2	17	1	11	1	48	1	8	8	1	3	8	0
	F5	42	5	2	96	3	0	1	18	1	4	1	37	1	1	6	1	6	14	1

1) Conforme definido no Capítulo 3 (Equação 3.3-6)

2) Potência requerida no modo *standby* (Tabela 5.2-9)

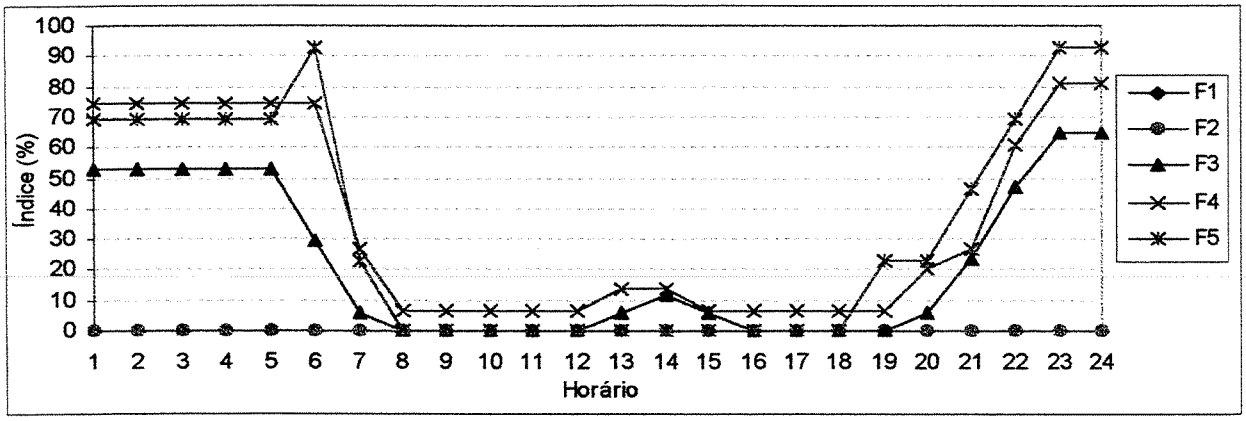
3) Parcela de aparelhos afetados pelo modo *standby*

Anexo VB: Exemplo de planilha empregada no cálculo da curva de carga – Manaus (1996).

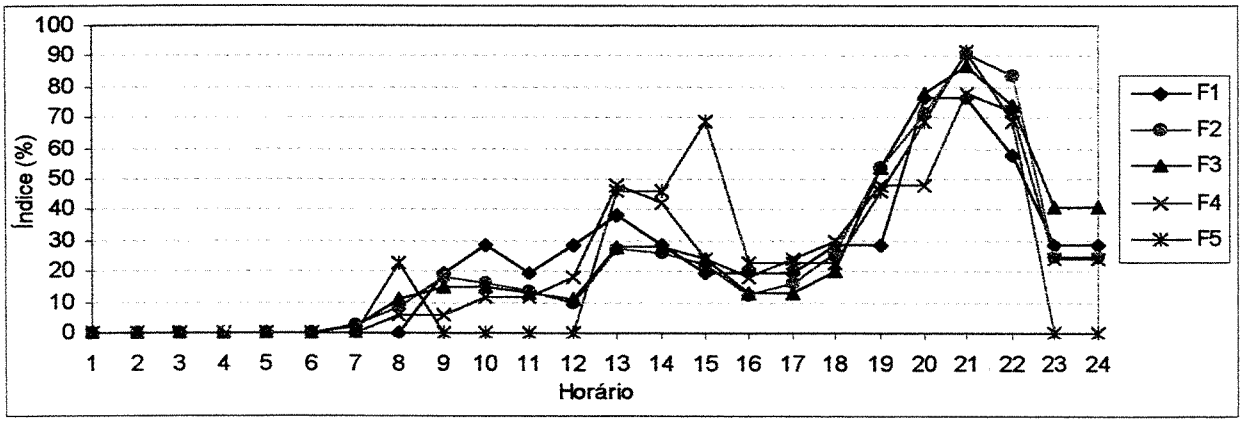
	Gelad.	Freezer	Condic.	Ventil.	Chuv.	L. Inc.	L.Fluor.	TV	Som	Vídeo	Rádio	L-Roupa	M-Ondas
Horário	FATOR DE SIMULTANEIDADE DO USO (%)												
1	100	100	72	67,5	0,0	10,4	10,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	100	100	72	67,5	0,0	4,5	4,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	100	100	72	67,5	0,0	2,8	2,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	100	100	72	67,5	0,0	2,3	2,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	100	100	72	67,5	0,0	3,1	3,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	100	100	35	33,0	0,0	6,3	6,3	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
7	100	100	10	10,2	31,3	10,4	10,4	2,2	2,7	0,1	0,1	0,0	0,0
8	100	100	7	7,1	31,3	9,6	9,6	8,4	9,6	0,3	0,5	10,9	5,9
9	100	100	4	3,9	37,5	11,2	11,2	21,5	33,7	0,7	1,8	65,5	5,9
10	100	100	2	2,4	6,3	12,1	12,1	26,7	53,5	0,9	2,9	47,3	5,9
11	100	100	2	1,6	0,0	13,8	13,8	26,4	55,1	0,9	2,9	32,7	5,9
12	100	100	1	0,8	0,0	14,5	14,5	22,5	36,4	0,8	1,9	7,3	35,3
13	100	100	4	4,3	0,0	11,1	11,1	22,5	18,7	0,8	1,0	0,0	17,6
14	100	100	8	8,6	6,3	5,8	5,8	29,4	12,3	1,0	0,7	3,6	0,0
15	100	100	12	12,9	12,5	4,6	4,6	34,8	13,4	1,2	0,7	3,6	0,0
16	100	100	10	11,2	0,0	7,0	7,0	38,8	16,0	1,3	0,9	0,0	0,0
17	100	100	10	10,4	0,0	10,3	10,3	48,1	11,8	1,6	0,6	0,0	0,0
18	100	100	8	8,6	12,5	30,1	30,1	55,8	7,5	1,9	0,4	0,0	0,0
19	100	100	12	11,2	18,8	56,3	56,3	76,5	8,0	2,6	0,4	0,0	17,6
20	100	100	25	23,2	31,3	57,9	57,9	86,9	7,5	3,0	0,4	0,0	11,8
21	100	100	43	40,5	6,3	54,2	54,2	78,0	4,3	2,7	0,2	0,0	0,0
22	100	100	67	63,0	0,0	49,3	49,3	55,8	1,6	1,9	0,1	1,8	5,9
23	100	100	88	82,5	0,0	39,3	39,3	17,0	1,1	0,6	0,1	1,8	0,0
24	100	100	88	82,5	0,0	24,3	24,3	17,0	1,1	0,6	0,1	1,8	0,0
Horário	CARGA REQUERIDA (kW)												
1	13.239	4.343	37.296	15.764	0	3.797	1.439	1.112	326	133	0	0	11
2	13.239	4.343	37.296	15.764	0	1.633	619	1.112	326	133	0	0	11
3	13.239	4.343	37.296	15.764	0	1.044	396	1.112	326	133	0	0	11
4	13.239	4.343	37.296	15.764	0	846	321	1.112	326	133	0	0	11
5	13.239	4.343	37.296	15.764	0	1.146	434	1.112	326	133	0	0	11
6	13.239	4.343	18.562	6.686	0	2.306	874	1.070	648	132	22	0	11
7	13.239	4.343	5.362	2.600	9.282	3.819	1.447	1.343	1.809	135	92	0	113
8	13.239	4.343	2.220	1.381	8.735	3.505	1.328	2.036	1.934	141	99	985	82
9	13.239	4.343	1.652	723	793	4.090	1.550	4.132	4.116	161	223	3.843	11
10	13.239	4.343	1.332	513	0	4.430	1.679	5.082	6.488	173	347	4.861	11
11	13.239	4.343	953	801	0	5.043	1.911	4.801	5.308	170	274	2.298	255
12	13.239	4.343	676	434	0	5.332	2.020	4.339	2.919	165	144	882	427
13	13.239	4.343	1.766	914	1.208	4.061	1.539	5.366	1.120	177	41	193	425
14	13.239	4.343	3.695	2.348	2.812	2.121	804	5.497	1.126	179	48	0	11
15	13.239	4.343	4.351	2.440	396	1.683	638	5.365	1.754	178	84	82	11
16	13.239	4.343	2.408	1.368	0	2.549	966	5.832	1.840	181	86	179	11
17	13.239	4.343	1.608	1.207	0	3.790	1.436	7.629	1.524	199	69	82	81
18	13.239	4.343	1.608	1.207	2.052	11.029	4.179	9.431	1.368	216	62	0	11
19	13.239	4.343	5.294	3.141	6.146	20.656	7.827	13.048	1.452	256	66	0	285
20	13.239	4.343	13.189	8.023	3.009	21.224	8.042	15.008	1.460	274	63	81	255
21	13.239	4.343	23.210	13.393	2.812	19.876	7.531	14.437	1.373	270	54	82	11
22	13.239	4.343	36.920	19.773	1.655	18.089	6.854	11.006	780	236	23	163	113
23	13.239	4.343	44.971	22.003	0	14.421	5.464	4.607	614	174	13	163	11
24	13.239	4.343	44.971	22.003	0	8.902	3.373	4.607	614	174	13	163	11

Anexo VI: Fator de simultaneidade do uso de alguns equipamentos (%)

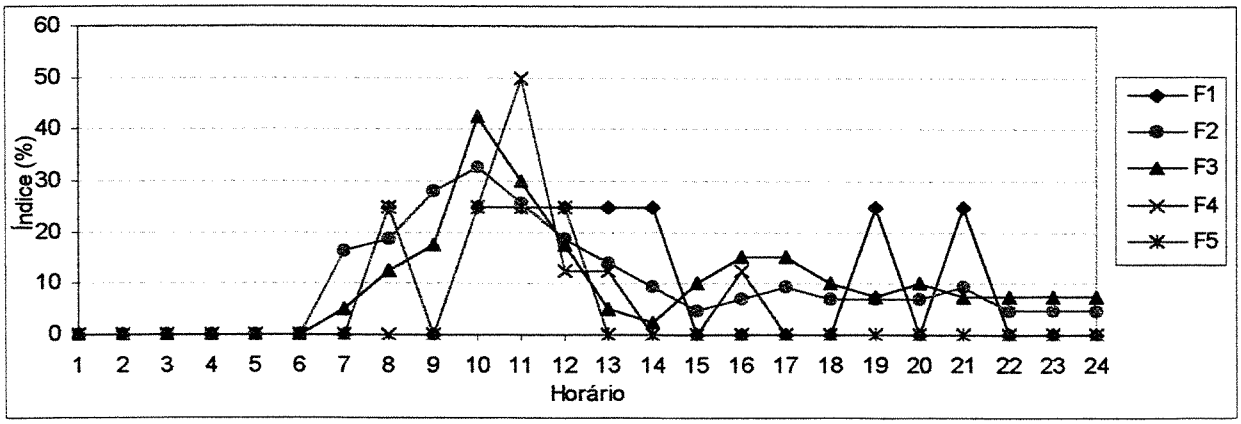
Ar condicionado – Porto Velho



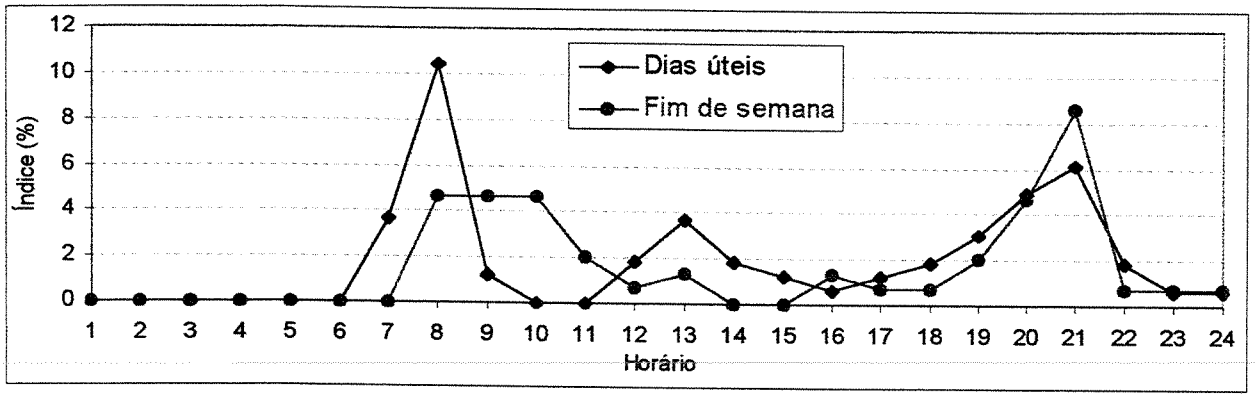
Televisor – Porto Velho



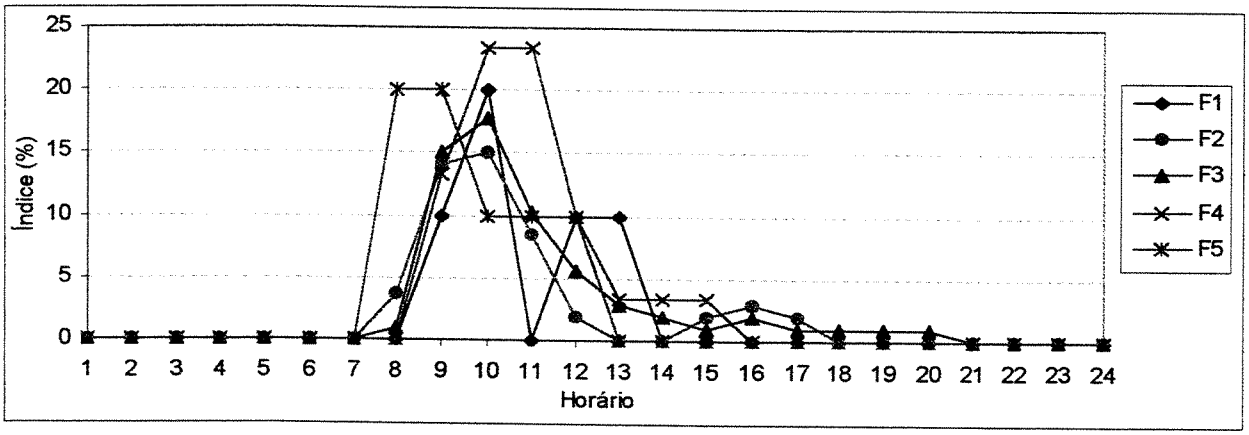
Conjunto de Som – Porto Velho



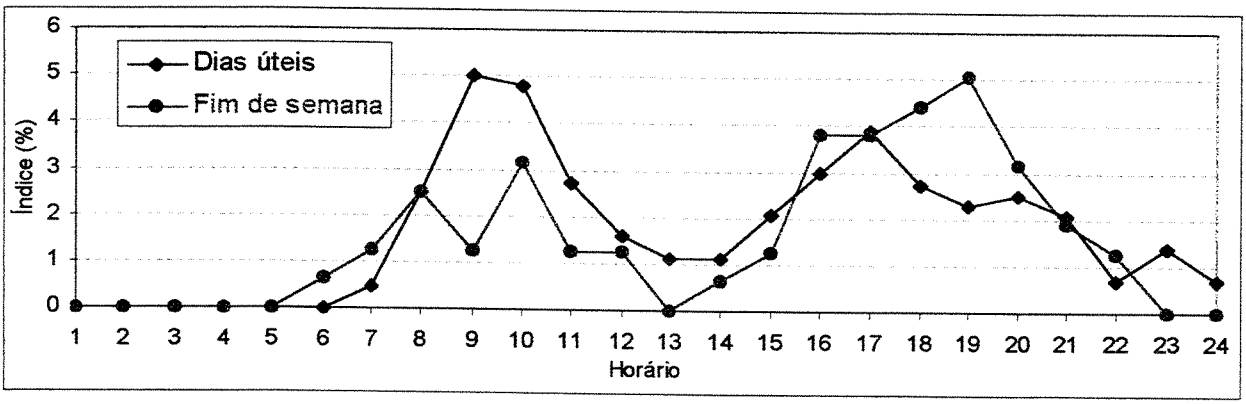
Chuveiro Elétrico – Porto Velho



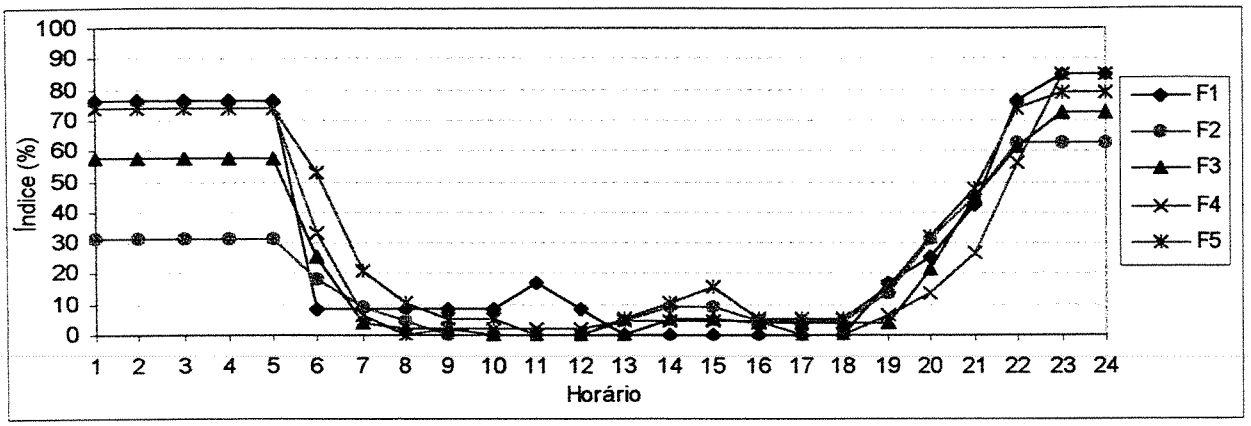
Lavador de Roupa – Porto Velho



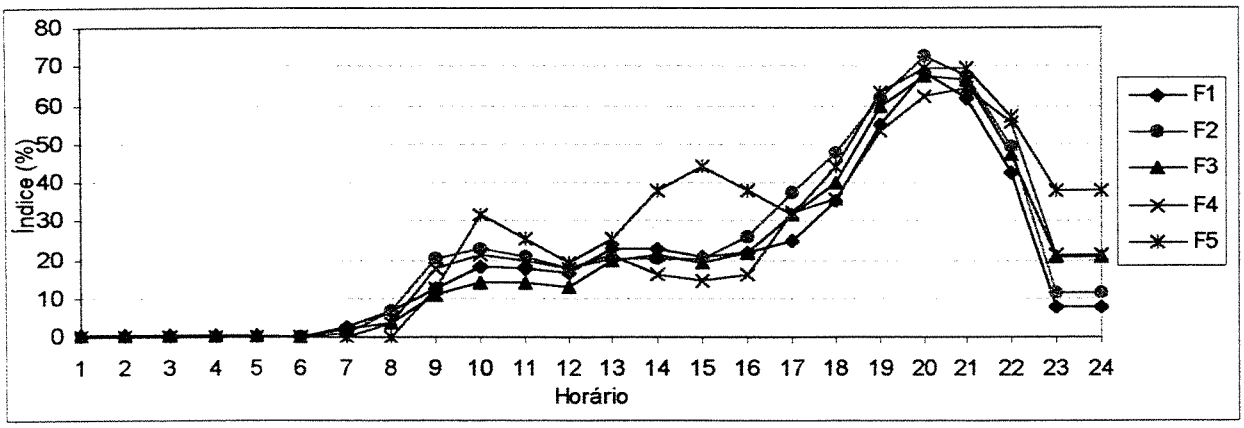
Ferro de Passar de Roupa – Porto Velho



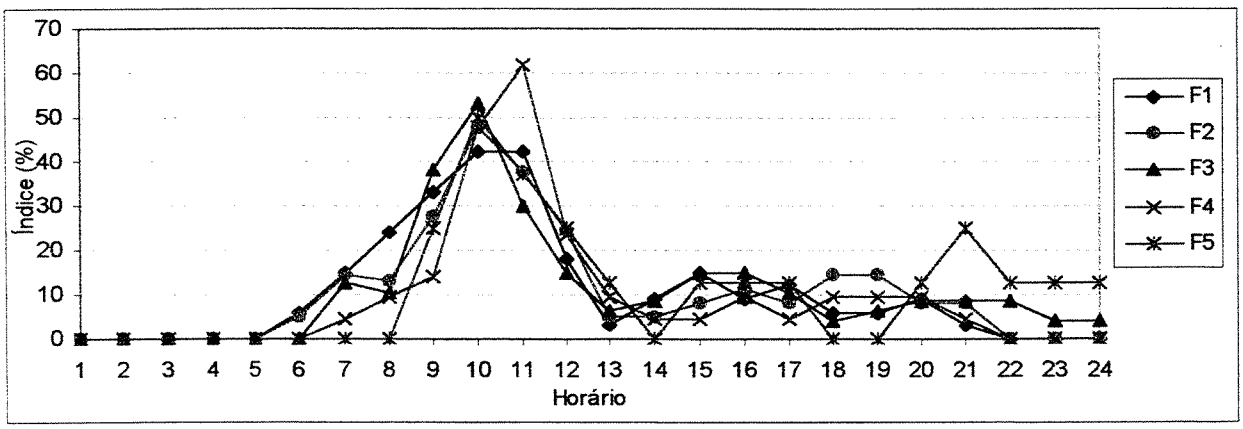
Ar Condicionado – Macapá



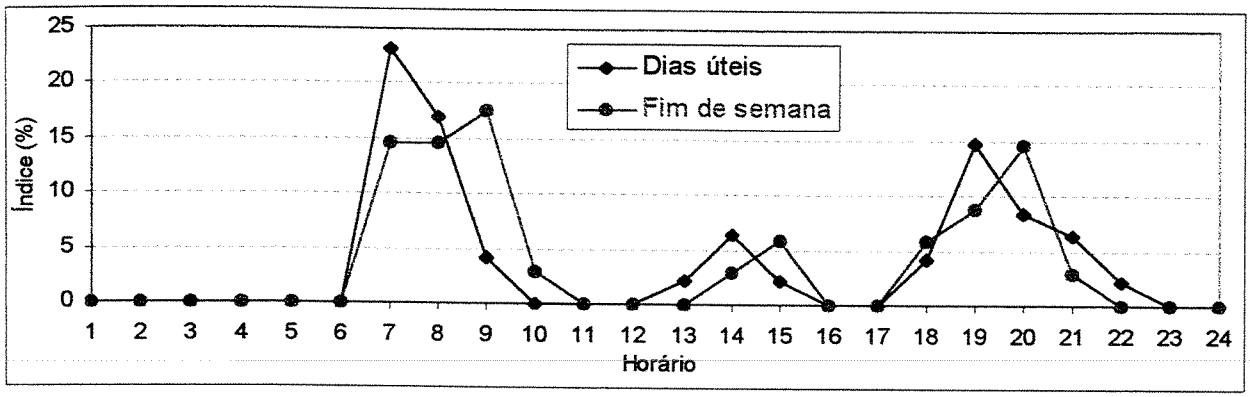
Televisor – Macapá



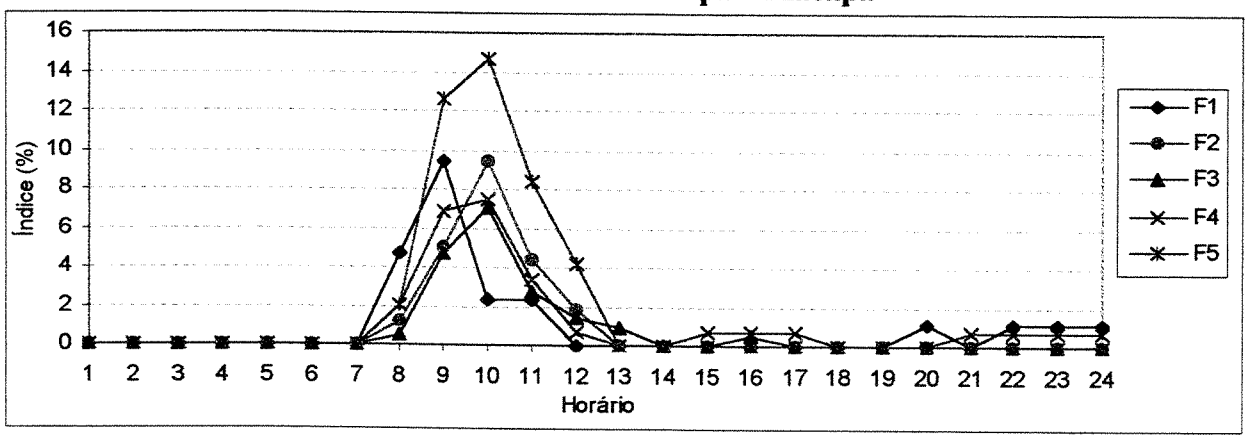
Conjunto de Som – Macapá



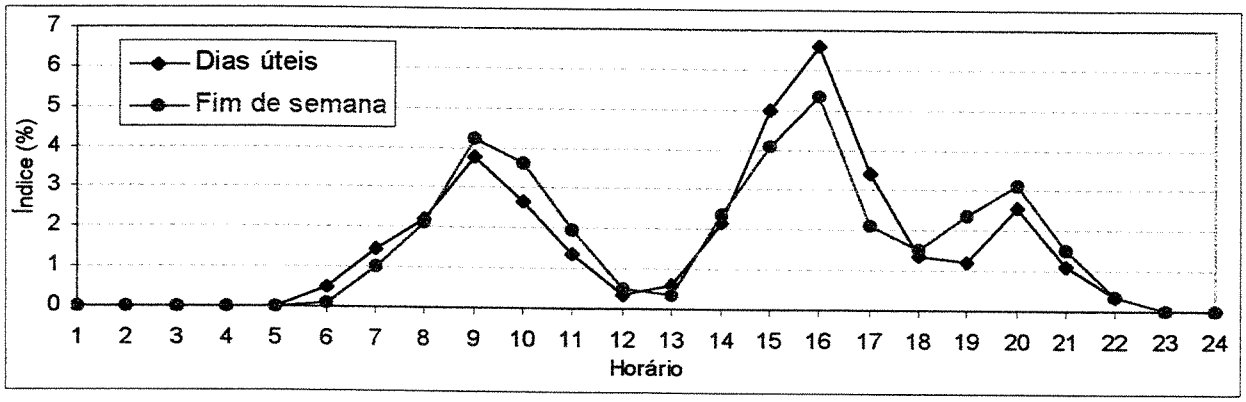
Chuveiro Elétrico – Macapá



Lavadora de Roupa – Macapá

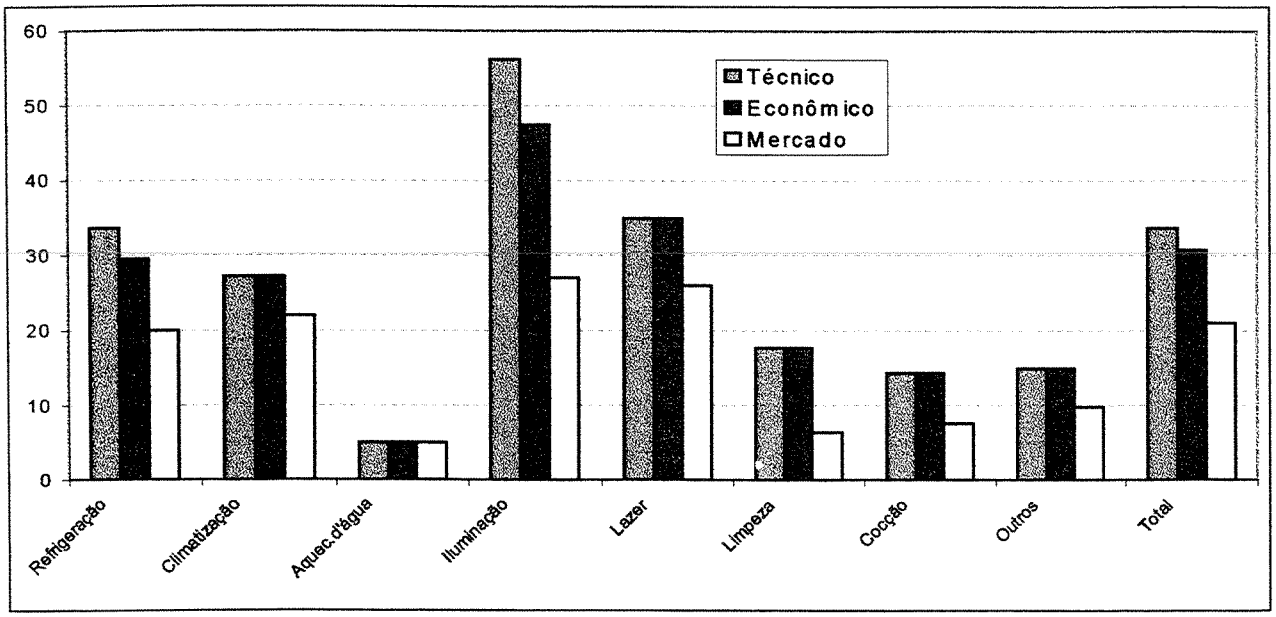


Ferro de Passar Roupa – Macapá

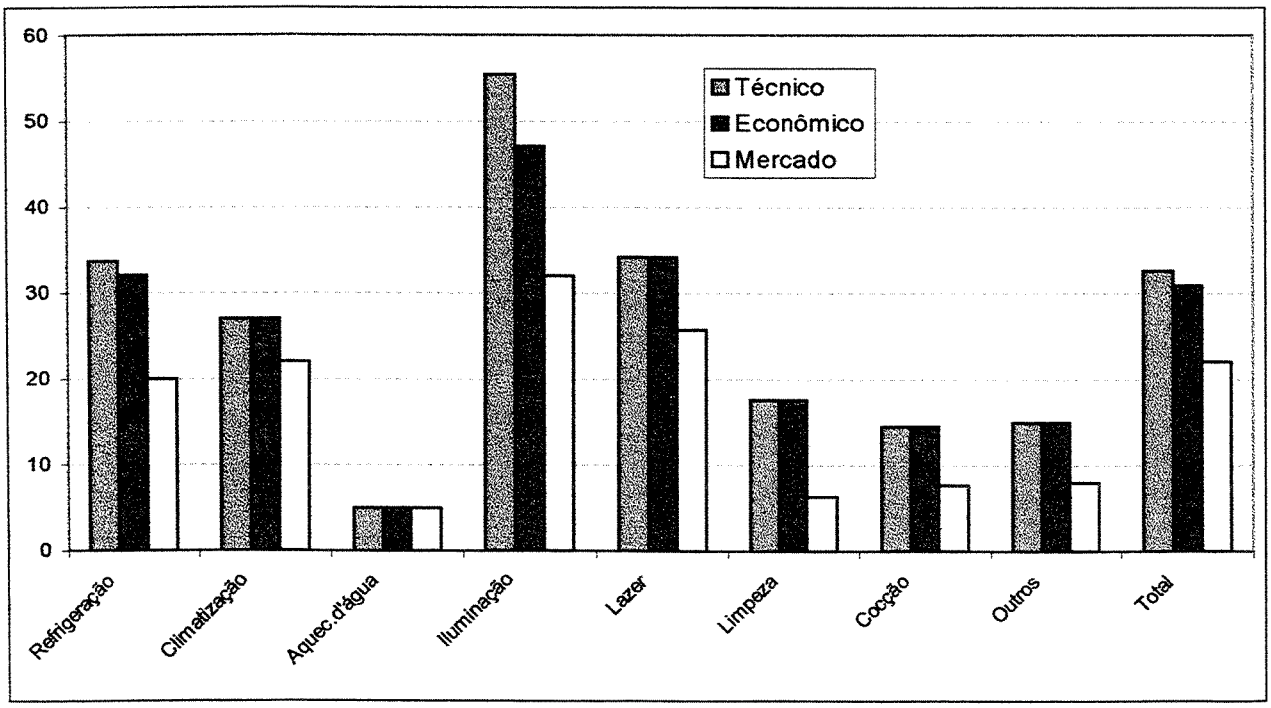


Anexo VII: Simulação dos Ganhos Potenciais de Eficiência Energética (%)

Porto Velho – 1996 (%)



Macapá – 1996 (%)



Anexo VIIIA: Projeções do Índice de Posse de Aparelhos (Número Médio de Aparelhos por Domicílio).

	1996	GE	FR	AC	VE	CH	LI	LF	TV	SO	VI	RA	LR	SR	LL	FE	AS	EN	FO	MO	BA	LQ	ES	BE	ME	MC	MI	FA	SE	SC	MT
M	F1	0,88	0,10	0,10	1,35	0,01	2,63	1,37	0,98	0,48	0,12	0,18	0,14	0,01	0,00	0,78	0,00	0,02	0,03	0,00	0,07	0,68	0,05	0,03	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
A	F2	0,99	0,13	0,16	1,70	0,02	2,91	2,02	1,14	0,60	0,11	0,25	0,24	0,01	0,00	0,88	0,01	0,02	0,01	0,01	0,13	0,75	0,09	0,04	0,00	0,20	0,01	0,00	0,01	0,08	0,01
N	F3	1,02	0,27	0,48	1,96	0,08	3,78	3,34	1,48	0,70	0,40	0,28	0,30	0,02	0,00	0,93	0,02	0,07	0,01	0,08	0,18	0,86	0,15	0,08	0,02	0,22	0,00	0,02	0,01	0,16	0,01
A	F4	1,07	0,43	1,43	1,89	0,30	5,96	5,46	1,87	0,87	0,50	0,17	0,63	0,09	0,00	0,91	0,07	0,07	0,02	0,17	0,26	0,93	0,41	0,11	0,02	0,37	0,13	0,02	0,02	0,17	0,00
U	F5	1,27	0,87	2,47	2,27	0,27	7,73	9,47	2,80	1,27	1,00	0,33	0,93	0,07	0,07	1,00	0,07	0,00	0,13	0,40	0,47	0,93	0,47	0,20	0,07	0,13	0,27	0,13	0,13	0,53	0,07
S	Total	0,99	0,22	0,43	1,73	0,07	3,55	2,82	1,32	0,65	0,26	0,24	0,29	0,02	0,00	0,88	0,02	0,04	0,02	0,06	0,15	0,79	0,14	0,06	0,01	0,21	0,02	0,01	0,01	0,12	0,01
P	F1	0,92	0,00	0,00	0,83	0,00	3,60	0,90	0,75	0,33	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V	F2	0,97	0,08	0,00	1,40	0,06	5,00	0,70	1,05	0,55	0,04	0,15	0,55	0,01	0,00	0,90	0,00	0,06	0,00	0,01	0,18	0,85	0,15	0,00	0,00	0,14	0,01	0,00	0,00	0,06	0,03
E	F3	1,27	0,38	0,42	2,60	0,25	6,20	2,70	1,88	0,85	0,33	0,19	0,85	0,02	0,02	0,98	0,00	0,12	0,00	0,06	0,29	0,96	0,37	0,06	0,00	0,23	0,04	0,00	0,02	0,10	0,10
L	F4	1,39	0,77	1,77	2,08	1,31	7,60	4,10	2,23	0,69	0,46	0,08	0,77	0,08	0,00	1,00	0,08	0,15	0,00	0,31	0,23	0,92	0,23	0,31	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,15	0,08
H	F5	1,50	1,00	3,00	2,75	2,00	11,50	2,80	2,25	1,00	1,00	0,25	0,75	0,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,75	0,25	1,00	0,75	0,50	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,50	0,50
O	Total	1,11	0,25	0,36	1,84	0,27	5,70	1,70	1,43	0,65	0,19	0,17	0,65	0,02	0,01	0,91	0,01	0,09	0,01	0,07	0,21	0,86	0,23	0,06	0,00	0,14	0,04	0,00	0,01	0,09	0,06
M	F1	1,19	0,50	0,13	1,50	0,00	3,60	1,60	1,13	0,63	0,19	0,31	0,56	0,00	0,00	0,75	0,00	0,13	0,00	0,00	0,06	0,69	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
A	F2	1,04	0,46	0,09	1,50	0,02	3,70	1,70	1,13	0,44	0,07	0,31	0,59	0,00	0,00	0,78	0,00	0,11	0,02	0,02	0,07	0,80	0,06	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00
C	F3	1,16	0,44	0,47	1,74	0,05	4,40	3,40	1,42	0,63	0,16	0,21	0,77	0,02	0,00	0,95	0,00	0,11	0,00	0,02	0,19	0,84	0,16	0,02	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,12	0,02
A	F4	1,00	0,16	0,84	2,58	0,21	5,10	5,90	2,00	0,74	0,42	0,42	0,63	0,00	0,00	0,95	0,00	0,05	0,00	0,11	0,21	0,84	0,47	0,16	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,26	0,11
P	F5	1,00	0,25	3,25	1,50	1,25	10,30	10,50	3,50	1,50	0,50	0,50	1,00	0,25	0,00	1,00	0,50	0,00	0,00	0,25	0,25	1,25	0,75	0,50	0,00	1,00	0,25	0,00	0,00	0,75	0,50
A	Total	1,09	0,41	0,42	1,73	0,09	4,30	3,10	1,41	0,60	0,17	0,29	0,67	0,01	0,00	0,87	0,01	0,10	0,01	0,03	0,14	0,82	0,17	0,04	0,00	0,14	0,01	0,00	0,00	0,13	0,05
	2001	GE	FR	AC	VE	CH	LI	LF	TV	SO	VI	RA	LR	SR	LL	FE	AS	EN	FO	MO	BA	LQ	ES	BE	ME	MC	MI	FA	SE	SC	MT
M	F1	0,92	0,14	0,11	1,35	0,01	2,47	1,92	1,01	0,52	0,20	0,14	0,20	0,01	0,01	0,80	0,02	0,02	0,04	0,02	0,08	0,69	0,06	0,03	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
A	F2	1,03	0,18	0,18	1,70	0,03	2,73	2,83	1,18	0,65	0,18	0,19	0,35	0,01	0,01	0,90	0,05	0,02	0,08	0,05	0,14	0,77	0,10	0,05	0,00	0,19	0,01	0,01	0,02	0,08	0,01
N	F3	1,06	0,37	0,55	1,96	0,09	3,55	4,69	1,48	0,77	0,67	0,22	0,44	0,02	0,02	0,95	0,06	0,07	0,10	0,13	0,19	0,89	0,16	0,08	0,02	0,20	0,05	0,02	0,05	0,16	0,01
A	F4	1,11	0,60	1,43	1,89	0,32	5,59	6,96	1,87	0,95	0,84	0,13	0,93	0,14	0,14	0,93	0,12	0,07	0,25	0,26	0,29	0,96	0,42	0,12	0,02	0,33	0,26	0,03	0,12	0,17	0,05
U	F5	1,32	0,92	2,47	2,27	0,28	7,25	9,67	2,80	1,27	1,00	0,26	1,00	0,11	0,11	1,02	0,25	0,00	0,32	0,61	0,51	0,96	0,48	0,21	0,05	0,12	0,53	0,17	0,17	0,52	0,07
S	Total	1,03	0,30	0,50	1,73	0,08	3,33	3,59	1,36	0,71	0,44	0,18	0,43	0,03	0,03	0,89	0,06	0,04	0,08	0,08	0,17	0,81	0,15	0,06	0,01	0,19	0,05	0,04	0,08	0,20	0,01
P	F1	0,96	0,10	0,02	0,83	0,02	3,38	1,15	0,77	0,36	0,02	0,19	0,37	0,01	0,01	0,51	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,43	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V	F2	1,01	0,25	0,09	1,40	0,06	4,69	1,25	1,08	0,60	0,07	0,12	0,70	0,02	0,02	0,92	0,05	0,06	0,02	0,05	0,20	0,87	0,15	0,01	0,00	0,13	0,02	0,01	0,00	0,06	0,03
E	F3	1,27	0,52	0,48	2,60	0,26	5,81	3,45	1,88	0,93	0,56	0,15	0,85	0,03	0,03	1,00	0,06	0,12	0,05	0,09	0,32	0,99	0,38	0,06	0,00	0,21	0,08	0,02	0,05	0,10	0,10
L	F4	1,39	0,85	2,03	2,08	1,38	7,13	5,23	2,30	0,76	0,78	0,06	0,95	0,13	0,08	1,02	0,12	0,15	0,12	0,47	0,25	0,95	0,24	0,33	0,00	0,00	0,30	0,05	0,12	0,15	0,08
H	F5	1,50	0,95	3,00	2,75	2,10	10,79	3,57	2,32	1,10	1,69	0,19	1,00	0,15	0,15	1,02	0,25	0,25	0,34	1,00	0,27	1,03	0,77	0,53	0,00	0,00	0,50	0,12	0,00	0,49	0,50
O	Total	1,15	0,34	0,41	1,84	0,28	5,35	2,17	1,47	0,71	0,32	0,13	0,85	0,05	0,02	0,93	0,06	0,09	0,08	0,18	0,23	0,88	0,28	0,06	0,00	0,13	0,08	0,02	0,08	0,20	0,06
M	F1	1,19	0,50	0,15	1,50	0,00	3,38	2,04	1,16	0,69	0,19	0,24	0,65	0,01	0,01	0,76	0,02	0,13	0,01	0,02	0,07	0,71	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
A	F2	1,08	0,63	0,10	1,50	0,02	3,47	2,17	1,16	0,48	0,25	0,24	0,70	0,00	0,02	0,79	0,05	0,11	0,03	0,06	0,08	0,82	0,06	0,00	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,09	0,00
C	F3	1,21	0,60	0,54	1,74	0,05	4,13	4,34	1,46	0,69	0,35	0,16	0,85	0,03	0,00	0,97	0,06	0,11	0,08	0,10	0,21	0,86	0,16	0,02	0,00	0,11	0,00	0,02	0,05	0,12	0,02
A	F4	1,18	0,58	0,96	2,58	0,22	4,78	7,53	2,06	0,81	0,71	0,32	0,95	0,00	0,08	0,97	0,12	0,05	0,15	0,17	0,23	0,86	0,48	0,17	0,00	0,24	0,00	0,05	0,12	0,26	0,11
P	F5	1,25	0,78	3,72	1,50	1,31	9,66	13,40	3,50	1,65	0,84	0,38	1,00	0,15	0,15	1,02	0,25	0,00	0,35	0,38	0,27	1,29	0,77	0,53	0,00	0,91	0,50	0,12	0,00	0,74	0,50
A	Total	1,15	0,62	0,48	1,73	0,09	4,03	3,96	1,45	0,66	0,35	0,22	0,85	0,05	0,00	0,89	0,06	0,10	0,10	0,14	0,15	0,84	0,17	0,04	0,00	0,13	0,02	0,02	0,08	0,20	0,05

Anexo VIIIA: Continuação.

	2006	GE	FR	AC	VE	CH	LI	LF	TV	SO	VI	RA	LR	SR	LL	FE	AS	EN	FO	MO	BA	LQ	ES	BE	ME	MC	MI	FA	SE	SC	MT
M	F1	0,94	0,16	0,12	1,35	0,01	2,39	2,18	1,03	0,55	0,26	0,12	0,35	0,02	0,02	0,80	0,02	0,08	0,04	0,05	0,08	0,70	0,06	0,03	0,00	0,12	0,01	0,00	0,02	0,06	0,00
A	F2	1,05	0,32	0,19	1,70	0,03	2,64	3,21	1,20	0,69	0,23	0,17	0,50	0,05	0,05	0,91	0,05	0,12	0,09	0,12	0,15	0,78	0,10	0,05	0,00	0,18	0,05	0,01	0,07	0,08	0,05
N	F3	1,08	0,43	0,59	1,96	0,09	3,44	5,30	1,50	0,80	0,88	0,19	0,65	0,08	0,08	0,96	0,09	0,15	0,12	0,20	0,20	0,90	0,16	0,08	0,01	0,19	0,07	0,02	0,12	0,16	0,09
A	F4	1,13	0,70	1,43	1,89	0,33	5,41	7,88	1,90	1,00	1,10	0,12	0,85	0,17	0,18	0,94	0,12	0,07	0,29	0,33	0,30	0,97	0,43	0,12	0,01	0,32	0,37	0,08	0,21	0,17	0,05
U	F5	1,32	0,98	2,47	2,27	0,29	7,02	10,94	2,45	1,33	2,10	0,22	0,98	0,25	0,14	1,03	0,25	0,01	0,38	0,75	0,53	0,97	0,49	0,22	0,04	0,12	0,76	0,19	0,40	0,52	0,07
S	Total	1,05	0,45	0,53	1,73	0,08	3,22	4,07	1,38	0,74	0,57	0,16	0,70	0,08	0,08	0,90	0,12	0,12	0,09	0,25	0,25	0,82	0,24	0,09	0,01	0,18	0,10	0,05	0,15	0,20	0,05
P	F1	0,98	0,18	0,08	0,83	0,05	3,27	1,30	0,82	0,38	0,09	0,17	0,45	0,02	0,02	0,82	0,02	0,01	0,02	0,05	0,00	0,44	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
V	F2	1,03	0,29	0,18	1,40	0,10	4,54	1,41	1,10	0,63	0,15	0,10	0,82	0,05	0,05	0,92	0,05	0,06	0,05	0,12	0,21	0,89	0,16	0,01	0,00	0,12	0,03	0,01	0,05	0,15	0,03
E	F3	1,27	0,61	0,52	2,60	0,27	5,63	3,90	1,88	0,98	0,73	0,13	0,88	0,10	0,10	1,01	0,09	0,12	0,12	0,25	0,33	1,00	0,39	0,07	0,00	0,20	0,11	0,02	0,06	0,25	0,10
L	F4	1,39	1,00	2,17	2,08	1,41	6,90	5,92	2,30	1,08	1,01	0,05	0,95	0,16	0,10	1,03	0,12	0,15	0,18	0,55	0,26	0,96	0,24	0,34	0,00	0,00	0,43	0,06	0,14	0,35	0,08
H	F5	1,50	1,11	3,21	2,75	2,16	10,45	4,04	2,32	1,15	2,21	0,17	1,00	0,35	0,35	1,03	0,25	0,25	0,40	1,00	0,29	1,04	0,78	0,55	0,00	0,00	0,71	0,14	0,25	0,49	0,50
O	Total	1,18	0,58	0,56	1,84	0,35	5,18	2,45	1,65	0,85	0,65	0,11	0,88	0,09	0,09	0,98	0,12	0,09	0,15	0,22	0,24	0,90	0,28	0,07	0,00	0,12	0,11	0,02	0,09	0,28	0,06
M	F1	1,19	0,50	0,16	1,50	0,01	3,27	2,31	1,16	0,72	0,25	0,21	0,65	0,01	0,01	0,85	0,02	0,13	0,01	0,06	0,07	0,72	0,14	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,19
A	F2	1,10	0,63	0,25	1,50	0,05	3,36	2,45	1,18	0,51	0,33	0,21	0,70	0,05	0,03	0,92	0,05	0,11	0,03	0,10	0,12	0,83	0,19	0,20	0,00	0,08	0,08	0,01	0,00	0,09	0,00
C	F3	1,23	0,71	0,58	1,74	0,10	4,00	4,91	1,49	0,72	0,46	0,14	0,85	0,09	0,08	0,98	0,09	0,11	0,09	0,25	0,25	0,88	0,27	0,05	0,00	0,10	0,12	0,02	0,06	0,12	0,02
A	F4	1,28	0,68	1,50	2,58	0,23	4,63	8,52	2,09	0,85	0,93	0,28	0,95	0,15	0,10	0,98	0,12	0,05	0,18	0,39	0,32	0,88	0,49	0,17	0,00	0,22	0,29	0,06	0,14	0,25	0,11
P	F5	1,32	0,91	3,72	1,50	1,35	9,36	15,16	3,50	1,72	1,10	0,34	1,00	0,45	0,20	1,03	0,25	0,00	0,41	0,65	0,58	1,30	0,78	0,55	0,00	0,86	0,71	0,14	0,00	0,73	0,50
A	Total	1,17	0,73	0,58	1,73	0,12	3,91	4,48	1,47	0,69	0,46	0,20	0,87	0,12	0,09	0,96	0,12	0,10	0,12	0,28	0,26	0,86	0,18	0,05	0,00	0,12	0,15	0,02	0,09	0,20	0,05
	2011	GE	FR	AC	VE	CH	LI	LF	TV	SO	VI	RA	LR	SR	LL	FE	AS	EN	FO	MO	BA	LQ	ES	BE	ME	MC	MI	FA	SE	SC	MT
M	F1	0,95	0,18	0,13	1,35	0,02	2,33	2,39	1,04	0,68	0,32	0,11	0,56	0,02	0,02	0,81	0,02	0,08	0,05	0,10	0,12	0,71	0,06	0,03	0,00	0,11	0,01	0,00	0,02	0,06	0,00
A	F2	1,07	0,36	0,20	1,70	0,05	2,58	3,52	1,21	0,71	0,56	0,15	0,58	0,06	0,06	0,91	0,05	0,12	0,11	0,20	0,15	0,79	0,10	0,05	0,00	0,17	0,07	0,04	0,08	0,08	0,05
N	F3	1,09	0,49	0,62	1,96	0,09	3,36	5,82	1,52	0,83	0,88	0,17	0,75	0,10	0,10	0,96	0,09	0,15	0,13	0,35	0,21	0,91	0,26	0,09	0,01	0,18	0,09	0,09	0,13	0,16	0,09
A	F4	1,15	0,79	1,51	1,89	0,33	5,28	8,65	1,92	1,04	1,10	0,11	1,00	0,21	0,22	0,94	0,12	0,07	0,33	0,68	0,31	0,99	0,44	0,12	0,01	0,31	0,49	0,12	0,23	0,17	0,05
U	F5	1,34	1,11	2,60	2,27	0,29	6,86	12,00	2,48	1,37	2,10	0,20	1,00	0,30	0,39	1,03	0,25	0,01	0,42	1,00	0,55	0,98	0,78	0,22	0,04	0,11	0,99	0,55	0,44	0,51	0,07
S	Total	1,06	0,51	0,56	1,73	0,12	3,15	4,46	1,40	0,85	0,70	0,15	0,81	0,10	0,10	0,91	0,12	0,12	0,11	0,36	0,26	0,88	0,30	0,09	0,01	0,17	0,13	0,10	0,16	0,20	0,05
P	F1	0,98	0,25	0,08	0,83	0,05	3,19	1,43	0,83	0,56	0,11	0,15	0,52	0,02	0,02	0,83	0,02	0,01	0,02	0,06	0,00	0,44	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
V	F2	1,03	0,33	0,19	1,40	0,10	4,43	1,55	1,11	0,65	0,25	0,09	0,82	0,06	0,06	0,93	0,05	0,06	0,06	0,14	0,21	0,90	0,16	0,01	0,00	0,12	0,04	0,01	0,05	0,15	0,03
E	F3	1,27	0,69	0,54	2,60	0,27	5,50	4,28	1,90	1,01	0,88	0,12	0,88	0,12	0,12	1,01	0,09	0,12	0,14	0,29	0,34	1,01	0,39	0,07	0,00	0,19	0,15	0,02	0,06	0,25	0,10
L	F4	1,39	1,00	2,29	2,08	1,44	6,74	6,50	2,32	1,12	1,01	0,05	0,95	0,19	0,13	1,03	0,12	0,15	0,20	0,65	0,27	0,97	0,24	0,35	0,00	0,00	0,56	0,06	0,15	0,35	0,08
H	F5	1,50	1,11	3,38	2,75	2,20	10,20	4,44	2,34	1,19	2,21	0,15	1,00	0,42	0,43	1,03	0,25	0,25	0,45	1,17	0,30	1,05	0,79	0,56	0,00	0,00	0,93	0,15	0,27	0,48	0,50
O	Total	1,19	0,65	0,59	1,84	0,36	5,05	2,69	1,67	0,88	0,80	0,10	0,92	0,11	0,11	0,99	0,12	0,09	0,17	0,26	0,25	0,91	0,39	0,07	0,00	0,12	0,15	0,02	0,10	0,28	0,06
M	F1	1,19	0,50	0,17	1,50	0,02	3,19	2,54	1,18	0,75	0,30	0,19	0,75	0,02	0,02	0,86	0,02	0,13	0,01	0,07	0,07	0,73	0,14	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,19
A	F2	1,10	0,63	0,26	1,50	0,06	3,28	2,69	1,20	0,52	0,40	0,19	0,81	0,06	0,03	0,93	0,05	0,11	0,04	0,12	0,12	0,84	0,19	0,20	0,00	0,07	0,10	0,01	0,00	0,09	0,00
C	F3	1,25	0,80	0,61	1,74	0,15	3,90	5,39	1,50	0,75	0,56	0,13	0,95	0,11	0,10	0,98	0,09	0,11	0,11	0,29	0,26	0,89	0,27	0,05	0,00	0,10	0,16	0,02	0,06	0,12	0,02
A	F4	1,30	0,77	1,58	2,58	0,32	4,52	9,35	2,12	0,88	1,13	0,26	1,00	0,18	0,13	0,98	0,12	0,05	0,20	0,46	0,33	0,89	0,50	0,18	0,00	0,22	0,38	0,06	0,15	0,25	0,11
P	F5	1,34	1,03	3,72	1,50	1,37	9,13	16,64	3,54	1,79	1,35	0,31	1,00	0,54	0,24	1,03	0,25	0,00	0,46	0,76	0,60	1,32	0,79	0,56	0,00	0,83	0,93	0,15	0,00	0,72	0,50
A	Total	1,24	0,73	0,61	1,73	0,14	3,81	4,91	1,49	0,71	0,56	0,18	0,95	0,14	0,11	0,97	0,12	0,10	0,13	0,33	0,27	0,86	0,28	0,05	0,00	0,12	0,20	0,02	0,10	0,20	0,05

Anexo VIIIB: Resultados das Projeções do Consumo de Eletricidade (MWh) – Porto Velho.

2001	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Tendencial	7.271	8.355	2.164	4.471	2.745	970	131	204	26.311
Técnico	6.458	7.631	2.055	2.050	2.308	912	124	172	21.710
Econômico	6.490	7.631	2.055	2.340	2.308	912	124	172	22.032
Mercado	6.742	7.761	2.076	3.310	2.364	924	126	181	23.484
2006	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Tendencial	9.014	10.172	2.530	5.227	3.249	1.156	230	290	31.867
Técnico	7.229	8.557	2.404	2.449	2.490	973	203	244	24.549
Econômico	7.333	8.557	2.404	2.792	2.490	973	203	245	24.996
Mercado	7.870	8.847	2.428	3.949	2.621	1.012	211	258	27.195
2011	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Tendencial	10.452	10.925	2.518	5.916	3.688	1.328	293	321	35.441
Técnico	7.884	8.521	2.390	2.329	2.201	951	195	233	24.705
Econômico	8.024	8.554	2.392	2.655	2.648	1.122	258	271	25.924
Mercado	8.788	8.987	2.416	3.756	2.841	1.166	269	285	28.507

Anexo VIIIC: Resultados das Projeções de Demanda/Carga (kW) – Porto Velho.

2001	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Tendencial	10.098	25.837	3.908	16.300	5.981	228	230	193	62.774
Técnico	8.970	23.536	3.713	7.472	5.267	215	219	164	49.555
Econômico	9.014	23.536	3.713	8.530	5.267	215	219	164	50.657
Mercado	9.364	23.952	3.750	12.066	5.457	218	222	172	55.201
2006	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Tendencial	12.519	31.748	4.636	19.055	6.892	267	428	230	75.774
Técnico	10.040	26.646	4.404	8.928	5.450	234	374	196	56.271
Econômico	10.185	26.646	4.404	10.178	5.450	234	374	196	57.666
Mercado	10.930	27.570	4.448	14.398	5.896	243	390	206	64.081
2011	Refrigeração	Climatização	Aquec.d'água	Iluminação	Lazer	Limpeza	Cocção	Outros	Total
Tendencial	14.516	34.370	4.166	21.569	7.686	295	573	249	83.425
Técnico	10.950	26.760	3.958	8.490	4.710	230	360	187	55.645
Econômico	11.144	26.870	3.958	9.679	5.624	261	500	213	58.248
Mercado	12.205	28.253	3.998	13.692	6.282	271	522	224	65.446

Código	Equipamento	Código	Equipamento	Código	Equipamento
GE	Geladeira	RA	Rádio	LQ	Liqüidificador
FR	Freezer	LR	Lava-Roupa	ES	Espr. Frutas
AC	Condionador	SR	Seca-Roupa	BE	Bebedouro
VE	Ventilador	LL	Lava-Louça	ME	Máq. de Esc.
CH	Chuveiro	FE	Ferro Elétrico	MC	Máq. de Cost.
LI	Lâmp. Incand.	AS	Aspirador	MI	Microcomputador
LF	Lâmp. Fluores.	EN	Enceradeira	FA	Aparel. Fax
TV	Televisor	FO	Forno Elétrico	SE	Secr. Eletr.
SO	Conj. de Som	MO	Microondas	SC	Sec. de Cab.
VI	Vídeo Cassete	BA	Batedeira	MT	Motor Elétrico

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP

UNICAMP

PESQUISA RESIDENCIAL DE POSSE DE ELETRODOMÉSTICOS E HÁBITOS DE CONSUMO - MANAUS / AM -

PROCEL
Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

Questionário: _____

Data: ___/___/___

Entrevistador: _____

1. IDENTIFICAÇÃO:

1.1. Código do Consumidor

1.2. Endereço

Bairro

Cep: Telefone:

1.3. Nome do Entrevistado:

1.4. Grau de Parentesco:

2. CARACTERIZAÇÃO:

2.1 Faixa de Consumo (KWh):

2.2 Número de Moradores:

2.3 Número de Crianças: Idade: 1. abaixo 5: 2. 5 - 10: 3. 10 - 15:

2.4 Número de Adultos Idade: 1. 16 - 30: 2. 31 - 50: 3. 51 - 65: 4. + 65:

2.5 Trabalho:

1. Número de Pessoas Empregadas:

2. Ocupação do Chefe de Família:

2.6 Educação:

1. Número de Estudantes na Família:

a. Maior Grau de Instrução entre os Moradores

1. ☐ Analfab./Primário Incompl. 2. ☐ Primário Compl.(4a. série-1o. grau)
3. ☐ Ginásio Compl.(1o. grau compl.) 4. ☐ Colegial Compl.(2o. grau compl.)
5. ☐ Superior Completo

2.7 Perfil da Moradia:

a. Tipo:

1. ☐ Casa de Madeira 2. ☐ Casa de Alvenaria 3. ☐ Apartamento
4. ☐ Estância 5. ☐ Barraco 6. ☐ Palafita 7. ☐ Outros: _____

b. Número de Cômodos:

1. Sala: 2. Quarto: 3. Banheiro: 4. Cozinha:
5. Copa: 6. Área de Serviço: 7. Corredor:
8. Varanda: 9. Garagem: 10. Outros:

2.8. Posse de Automóvel?:	1. ☐ Sim. Quantos?: ___ 2. ☐ Não
2.9. Possui Empregada Fixa?:	1. ☐ Sim. Quantas?: ___ 2. ☐ Não

3. AQUECIMENTO DE ÁQUA

3.1. Uso de *Chuveiro Elétrico*:	1. ☐ Sim. Quantos?: ___ 2. ☐ Não. (Vá p/ 4. Cond./Circul.)
3.2. O Tempo que o Chuveiro Fica Ligado é o Mesmo que a Pessoa Permanece sob o Aparelho?	1. ☐ Sim 2. ☐ Não 3. ☐ Parcialmente 4. ☐ Não Sabe
3.3. Os Banhos têm em Média Quantos Minutos? (Indicar o No. de Pessoas por Tempo)	1. Até 5 min. ___ 2. 6 - 15 min. ___ 4. + 15 min. ___
3.4. Usa *Aquecimento Central* de Água Elétrico?	1. ☐ Sim. 2. ☐ Não
3.5. Usa *Torneira Elétrica*?	1. ☐ Sim. Quantas?: ___ 2. ☐ Não
a. A(s) Torneira(s) Elétrica(s) É(são) Utilizada(s):	1. ☐ Em Alguns Dias 2. ☐ Todos os Dias 3. ☐ Não Sabe
3.6. Indique a Quantidade de Banhos por Período:	1. De Manhã: ___ 2. À Tarde ___ 3. À Noite: ___

4. CONDICIONADOR / CIRCULADOR DE AR

4.1 *Ar Condicionado Central*:	1. ☐ Sim 2. ☐ Não
4.2 Uso de *Aparelho de Ar Condicionado*:	1. ☐ Sim. Quantos?: ___ 2. ☐ Não. (Vá p/ 4.10. Vent.)
4.3 Local de Instalação:	1. Sala: ___ 2. Quarto: ___ 3. Outro: ___
4.4. Quantas Horas Usa por Dia?	
a. Dias Úteis (2a. a 6a.):	1. De Manhã: ___ 2. À Tarde ___ 3. À Noite: ___
b. Fim de Semana (Sáb. ,Dom. e Feriados):	1. De Manhã: ___ 2. À Tarde: ___ 3. À Noite: ___
4.5. Potência do(s) Ar Condic.(s) (Em Watts):	___ / ___ / ___ / ___ / ___ / ___
4.6. Desliga o(s) Ar Condic.(s) ao se Ausentar do Ambiente por Longo Tempo?	1. ☐ Sim 2. ☐ Não 3. ☐ Às vezes 4. ☐ Não Sabe
4.7. O(s) Ar Condic.(s) está(ão) Protegido(s) do(s) Raio(s) Solar(es)? Quantos?	1. ☐ Sim. ___ 2. ☐ Não. ___
4.8. O(s) Ar Condic.(s) está(ão) Instalado(s) Próximo(s) ao Teto?	1. ☐ Sim 2. ☐ Não
4.9. Como é Feita a Limpeza do Filtro de Ar?	1. ☐ Anualmente 2. ☐ Semestralmente 3. ☐ Trimestralmente 4. ☐ Não Sabe 5. ☐ Outro: ___

4.10. Uso de *Ventilador/ Circulador de Ar.* — 1. ☐ Sim. Quantos?: ___ 2. ☐ Não. (Vá p/ 5. Gelad.)

4.11. Quantidade de Cada Tipo: 1. De Mesa/Parede: ___ 2. De Teto: ___ 2. De Pé: ___

4.12. Potência do(s) Ventilador(s) (Em Watts): ___ / ___ / ___ / ___ / ___ / ___

4.13. Quantas Horas Usa por Dia?

a. Nos Dias Úteis (2a. a 6a.): 1. De Manhã: ___ 2. De Tarde: ___ 3. De Noite: ___

b. Nos Finais de Semana (Sáb., Dom., e Feriados): 1. De Manhã: ___ 2. De Tarde: ___ 3. De Noite: ___

4.14. Desliga o(s) Ventilador(es)/ Circ.(es) de Ar ao se Ausentar do Ambiente por Longo Tempo? 1. ☐ Sim 2. ☐ Não 3. ☐ Às Vezes 4. ☐ Não Sabe

5. REFRIGERAÇÃO / GELADEIRA

5.1. Uso de *Geladeira*: 1. ☐ Sim. Quantas?: ___ 2. ☐ Não. (Vá p/ 6. Freezer)

5.2. Tipo da(s) Geladeira(s): 1. Uma Porta: ___ 2. Duas Portas: ___ 3. Gelad. e Freezer juntos: ___

5.3. Capacidade da(s) Geladeira(s) (em Litros): ___ / ___ / ___ / ___

5.4. Potência da(s) Geladeira(s) (em Watts): ___ / ___ / ___ / ___

5.5. Marca da(s) Geladeira(s): ___ / ___ / ___ / ___

5.6. Idade de Cada Geladeira: 1. – de 5 Anos: ___ 2. de 5 a 10 Anos: ___ 3. + Velha: ___

5.7. A Borracha de Vedação da(s) Geladeira(s) Está em Perfeitas Condições? Quantas? 1. ☐ Sim. ___ 2. ☐ Não. ___ 3. ☐ Não Sabe

5.8. Posição do Termostato: 1. ☐ Mínimo 2. ☐ Médio 3. ☐ Máximo

5.9. Quantas Vezes, por Mês, Você Enche a Geladeira de Alimentos?

5.10. Quantas Vezes, por Mês, Você Enche o Congelador da Geladeira de Alimentos?

5.11. Quando É Feito o Degelo da Geladeira? 1. ☐ Nunca. (Automático) 2. ☐ Semestralmente 3. ☐ Mensalmente 4. ☐ Quinzenalmente 5. ☐ Semanalmente 6. ☐ Outro: ___

6. REFRIGERAÇÃO / FREEZER

6.1. Uso do *Freezer*: 1. ☐ Sim. Quantos?: ___ 2. ☐ Não. (Vá p/ 7. Eletrod.)

6.2. Tipo do(s) Freezer(s): 1. ☐ Horizontal 2. ☐ Vertical

6.3. Capacidade do(s) Freezer(s). (Em Litros): ___ / ___ / ___ / ___

6.4. Potência do(s) Freezer(s) (Em Watts): ___ / ___ / ___ / ___

6.5. Marca do(s) Freezer(s): ___ / ___ / ___ / ___

6.6. Idade de Cada Freezer:	1.– de 5 Anos: ___ 2. de 5 a 10 Anos: ___ 3. + Velho: ___
6.7. Quando É Feito o Degelo do Freezer?	1. ☐ Nunca. (Automático) 2. ☐ Semestralmente 3. ☐ Mensalmente 4. ☐ Quinzenalmente 5. ☐ Semanalmente
6.8. Quantas Vezes, por Mês, Você Enche o(s) Freezer(s) de Alimentos?	

7. ELETRODOMÉSTICOS

7.1. Uso de *Máquina / Lavar Roupas*:	1. ☐ Sim. Quantas?: ___ 2. ☐ Não. (Vá p/ 7.9)
7.2. Marca e Tipo:	
7.3. Capacidade (Kg de Roupa Seca):	
7.4. Potência (Em Watts):	___ / ___ / ___ / ___
7.5. Idade da Máquina de Lavar Roupas:	1. ☐ – de 5 Anos 2. ☐ de 5 a 10 Anos 3. ☐ + Velha
7.6. Quantos Dias por Semana É Utilizada a Máquina?	1. ☐ 1 Dia 2. ☐ 2 Dias 3. ☐ 3 Dias 4. ☐ 4 Dias 5. ☐ 5 Dias 6. ☐ 6 Dias 7. ☐ 7 Dias
7.7. Quantas Vezes por Dia a Máquina É Ligada?	1. ☐ Uma 2. ☐ Duas 3. ☐ Três 4. ☐ Quatro
7.8. A Máquina É Sempre Usada em Sua Capacidade Máxima de kg de Roupas?	1. ☐ Sim 2. ☐ Não 3. ☐ Às Vezes 4. ☐ Não Sabe
7.9. Uso de *Secadora de Roupa*:	1. ☐ Sim. Quantas?: ___ 2. ☐ Não. (Vá p/ 7.16.)
7.10. Marca e Tipo:	
7.11. Capacidade (kg de Roupa Molhada):	
7.12. Potência (Em Watts):	
7.13. Quantas Vezes por Semana a Secadora É Usada?	1. ☐ 1 Dia 2. ☐ 2 Dias 3. ☐ 3 Dias 4. ☐ 4 Dias 5. ☐ 5 Dias 6. ☐ 6 Dias 7. ☐ 7 Dias
7.14. A Secadora É Sempre Usada na Sua Capacidade Máxima?	1. ☐ Sim 2. ☐ Não 3. ☐ Às Vezes 4. ☐ Não Sabe
7.15. O Filtro de Ar É Limpo Periodicamente?	1. ☐ Sim 2. ☐ Não 3. ☐ Às Vezes 4. ☐ Não Sabe
7.16. Uso de *Máquina / Lavar Louça*:	1. ☐ Sim. Quantas?: ___ 2. ☐ Não. (Vá p/ 7.23)
7.17. Marca e Tipo:	
7.18. Capacidade:	
7.19. Potência (Em Watts):	
7.20. Quantos Dias da Semana a Lava Louça É Utilizada?	1. ☐ 1 Dia 2. ☐ 2 Dias 3. ☐ 3 Dias 4. ☐ 4 Dias 5. ☐ 5 Dias 6. ☐ 6 Dias 7. ☐ 7 Dias
7.21. Quantas vezes por Dia a Lava Louça É Utilizada?	1. ☐ 1 Vez 2. ☐ 2 Vezes 3. ☐ 3 Vezes 4. ☐ 4 Vezes

7.22. A Lava Louça É Utilizada Sempre na Sua Capacidade Máxima? (Máquina Cheia):	1. ☐ Sim 2. ☐ Não 3. ☐ Às Vezes 4. ☐ Não Sabe
7.23. Uso de *Ferro Elétrico*:	1. ☐ Sim 2. ☐ Não. (Vá p/ 8.1. Fogão)
7.24. Marca e Tipo:	
7.25 Potência (Em Watts):	
7.26. Quantos Dias por Semana o Ferro É Utilizado?	1. ☐ 1 Dia 2. ☐ 2 Dias 3. ☐ 3 Dias 4. ☐ 4 Dias 5. ☐ 5 Dias 6. ☐ 6 Dias 7. ☐ 7 Dias
7.27. Acumula Roupa Todas as Vezes para Passar?	1. ☐ Sim 2. ☐ Não 3. ☐ Às Vezes 4. ☐ Não Sabe
7.28. A Temperatura do Ferro É Regulada Para o Tecido?	1. ☐ Sim 2. ☐ Não 3. ☐ Às Vezes 4. ☐ Não Sabe
7.29. Tempo de Uso por Vez (Média de Horas por Período):	1. Manhã:___ 2. Tarde:___ 3. Noite:___ 4. ☐ Não Sabe
7.30. Uso de *Motor Elétrico*:	1. ☐ Sim 2. ☐ Não
7.31. Potência (Em Watts):	
7.32. Quantos Dias da Semana É Utilizado o Motor Elétrico?	1. ☐ 1 Dia 2. ☐ 2 Dias 3. ☐ 3 Dias 4. ☐ 4 Dias 5. ☐ 5 Dias 6. ☐ 6 Dias 7. ☐ 7 Dias
7.33. Tempo Aproximado de Uso do Motor Elétrico, de Cada Vez:	1. ☐ até 30 min. 2. ☐ de 30 - 60 min. 3. ☐ de 60 - 120 min. 4. ☐ + de 120 min.

8. PREPARO DE ALIMENTOS

8.1. Uso de *Fogão*:	1. ☐ Sim 2. ☐ Não. (Vá p/ 8.6. Forno Elét.)
8.2. Marca e Tipo:	
8.3. Número de Queimadores:	
8.4. Energético:	1. ☐ Gás 2. ☐ Elétrico 3. ☐ Carvão 4. ☐ Outro: _____
8.5. Idade do Fogão:	1. ☐ – de 5 Anos 2. ☐ de 5 -10 Anos 3. ☐ + Velho
8.6. Uso de *Forno Elétrico*:	1. ☐ Sim 2. ☐ Não. (Vá p/ 8.13. Forno Micr.)
8.7. Marca e Tipo:	
8.8. Capacidade:	
8.9. Potência (Em Watts):	
8.10. Quantos Dias da Semana É Usado o Forno Elétrico?	1. ☐ 1 Dia 2. ☐ 2 Dias 3. ☐ 3 Dias 4. ☐ 4 Dias 5. ☐ 5 Dias 6. ☐ 6 Dias 7. ☐ 7 Dias
8.11. Tempo Aproximado de Uso do Forno Elétrico, de Cada Vez:	1. ☐ até 30 min. 2. ☐ de 30 - 60 min. 3. ☐ de 60 - 120 min. 4. ☐ + de 120 min.
8.12. Para Quais Refeições É Usado O Forno Elétrico?	1. ☐ Café da Manhã 2. ☐ Almoço 3. ☐ Jantar 4. ☐ Outra: _____

8.13. Uso de *Forno Microondas*:	1. ☐ Sim 2. ☐ Não. (Vá p/ 9.1. Ap. Telev.)
8.14. Marca e Tipo:	
8.15. Potência (Em Watts):	
8.16. Capacidade (Em Litros):	
8.17. Quantos Dias por Semana É Utilizado o Forno Microondas?	1. ☐ 1 Dia 2. ☐ 2 Dias 3. ☐ 3 Dias 4. ☐ 4 Dias 5. ☐ 5 Dias 6. ☐ 6 Dias 7. ☐ 7 Dias
8.18. Idade do Forno Microondas:	1. ☐ – de 5 Anos 2. ☐ de 5 -10 Anos 3. ☐ + Velho
8.19. Quantos Minutos por Dia É Usado o Forno Microondas?	
a. Nos Dias Úteis (2a. a 6a.):	1. ☐ 1 a 10 min. 2. ☐ 11 a 20 min. 3. ☐ 21 a 40 min. 4. ☐ 41 a 60 min. 5. ☐ + 60 min.
b. Nos Finais de Semana (Sáb., Dom., e Feriados):	1. ☐ 1 a 10 min. 2. ☐ 11 a 20 min. 3. ☐ 21 a 40 min. 4. ☐ 41 a 60 min. 5. ☐ + 60 min.

9. LAZER

9.1. Uso de *Aparelho de Televisão*:	1. ☐ Sim. Quantos: ___ 2. ☐ Não. (Vá p/ 10. Outros)
9.2. Tipo e Quantidade:	1. ☐ Preto e Branco: ___ 1. ☐ Colorido: ___
9.3. Potência (Em Watts):	
9.4. Idade de Cada Aparelho de Televisão:	1.– de 5 Anos: ___ 2. de 5 -10 Anos: ___ 3. + Velho: ___
9.5. Horas de Uso do(s) Aparelho(s) de Televisão (Média Diária):	
9.6. Uso do *Aparelho de Video Cassete*:	1. ☐ Sim. Quantos: ___ 2. ☐ Não. (Vá p/ 10. Outros)
9.7. Potência (Em Watts):	
9.8. Idade de Cada Aparelho de Video Cassete:	1.– de 5 Anos: ___ 2. de 5 -10 Anos: ___ 3. + Velho: ___

10. OUTROS APARELHOS ELÉTRICOS

10.1. Aparelho de Fax:	1. ☐ Sim. Quantos: ___ Potência (W): ___ 2. ☐ Não
10.2. Aspirador de Pó:	1. ☐ Sim. Quantos: ___ Potência (W): ___ 2. ☐ Não
10.3. Aparelho de Som:	1. ☐ Sim. Quantos: ___ Potência (W): ___ / ___ 2. ☐ Não
10.4. Batedeira:	1. ☐ Sim. Quantas: ___ Potência (W): ___ 2. ☐ Não
10.5. Bebedouro:	1. ☐ Sim. Quantos: ___ Potência (W): ___ 2. ☐ Não
10.6. Enceradeira:	1. ☐ Sim. Quantas: ___ Potência (W): ___ 2. ☐ Não
10.7. Espremedor de Frutas:	1. ☐ Sim. Quantos: ___ Potência (W): ___ 2. ☐ Não

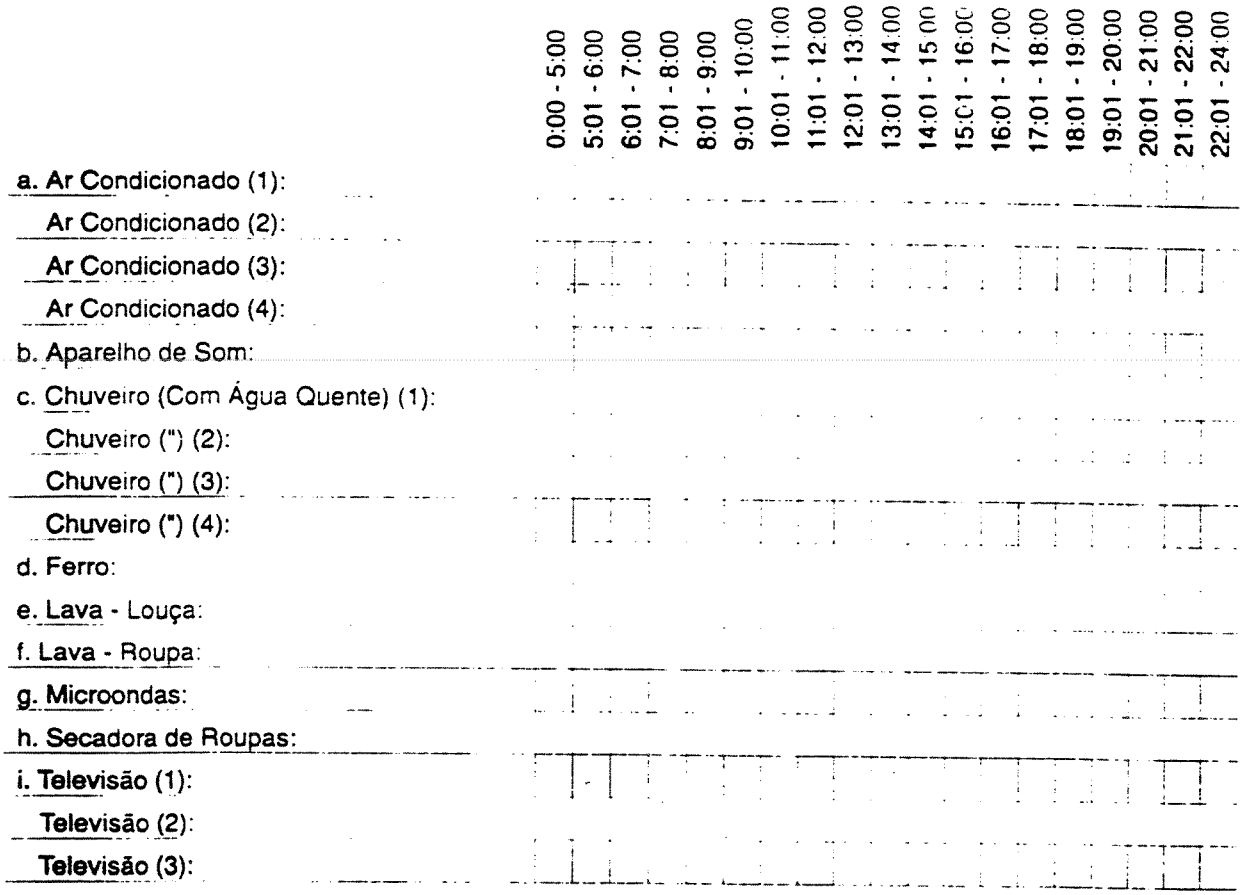
10.8. Liquidificador:	1. ☐ Sim. Quantos: ___ Potência (W): ___ 2. ☐ Não
10.9. Máquina de Costura Elétrica:	1. ☐ Sim. Quantas: ___ Potência (W): ___ / ___ 2. ☐ Não
10.10. Máquina de Escrever Elétrica:	1. ☐ Sim. Quantas: ___ Potência (W): ___ 2. ☐ Não
10.11. Micro Computador:	1. ☐ Sim. Quantos: ___ Potência (W): ___ / ___ 2. ☐ Não
10.12. Rádio:	1. ☐ Sim. Quantos: ___ Potência (W): ___ / ___ 2. ☐ Não
10.13. Secador de Cabelo:	1. ☐ Sim. Quantos: ___ Potência (W): ___
10.14. Secretária Eletrônica:	1. ☐ Sim. Quantas: ___ Potência (W): ___ 2. ☐ Não
10.15. Você Está Pensando em Comprar ou Trocar Algum Destes Aparelhos nos Próximos 2 Anos?	1. ☐ Lava Roupa 2. ☐ Geladeira 3. ☐ Freezer 4. ☐ Microonda 5. ☐ Lava Louça 6. ☐ TV

11. USO DIÁRIO DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

11.1. Em Quais Horários, de 2a. Feira a 6a. Feira são usados:

	0:00 - 5:00	5:01 - 6:00	6:01 - 7:00	7:01 - 8:00	8:01 - 9:00	9:01 - 10:00	10:01 - 11:00	11:01 - 12:00	12:01 - 13:00	13:01 - 14:00	14:01 - 15:00	15:01 - 16:00	16:01 - 17:00	17:01 - 18:00	18:01 - 19:00	19:01 - 20:00	20:01 - 21:00	21:01 - 22:00	22:01 - 24:00
a. Ar Condicionado (1):																			
Ar Condicionado (2):																			
Ar Condicionado (3):																			
Ar Condicionado (4):																			
b. Aparelho de Som:																			
c. Chuveiro (Com Água Quente) (1):																			
Chuveiro (") (2):																			
Chuveiro (") (3):																			
Chuveiro (") (4):																			
d. Ferro:																			
e. Lava - Louça:																			
f. Lava - Roupa:																			
g. Microondas:																			
h. Secadora de Roupas:																			
i. Televisão (1):																			
Televisão (2):																			
Televisão (3):																			

11.1. Em Quais Horários, aos Sábados, Domingos e Feriados, são usados:



12. ILUMINAÇÃO

12.1. Quantas Lâmpadas Incandescentes, Aproximadamente, Existem Nesta Moradia?

12.2. Qual a Potência das Lâmpadas (Watts)?
1. Até 20W: 2. de 20 a 40W: 3. de 50W: 4. de 60W:
5. de 100W: 6. de 150W: 7. de 200W: 8. Outra:
9. Não Sabe

12.3. As Lâmpadas São Apagadas Quando se Ausenta do Ambiente?
1. ☐ Sim. 2. ☐ Não 3. ☐ Às Vezes 4. ☐ Não Sabe

12.4. Alguma(s) Lâmpada(s) Permanece(m) Acesa(s) a Noite Inteira?
1. Sim. Quantas: 2. Não 3. Não Sabe

12.5. Existem Lâmpadas Fluorescentes Nesta Moradia?
1. Sim. Quantas: 2. Não 3. Não Sabe

12.6. Onde Estão Instaladas as Lâmpadas Fluorescentes?
1. Cozinha 2. Escritório 3. Sala 4. Banheiro
5. Copa 6. Quarto 7. Corredor 8. Garagem
9. Área de Serviço 10. Varanda/Terraço 11. Outro Lugar:

2.

~~11.~~ Ocorrem em Sua Moradia Alguns dos Problemas Abaixo?

a. Queima Frequente de Lâmpadas?	1.	Sim	2.	Não	3.	Não Sabe
b. Desligamento/Queima excessiva de Disjuntor/Fusível?	1.	Sim	2.	Não	3.	Não Sabe
c. Impossibilidade de Ligar Aparelhos Simultaneamente?	1.	Sim	2.	Não	3.	Não Sabe
d. Redução do Nível de Iluminação Quando Liga Outro Equipamento?	1.	Sim	2.	Não	3.	Não Sabe
e. Choque Elétrico em Eletrodomésticos?	1.	Sim	2.	Não	3.	Não Sabe

Outros Comentários do Entrevistador ou do Entrevistado:

— **NEPAM**
Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais
Caixa Postal 6166 - Barão Geraldo - Campinas - São Paulo - Cep 13081-970 - Tel: 39 8151 / (Tel/Fax) 39 7690
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP

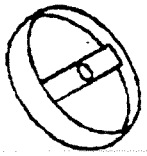
12.7. Qual(is) o(s) Tipo(s), Quantidade(s) e Potência(em Watts) de Lâmpada(s) Fluorescente(s) Existente(s) na Residência?

a. Tubular:



1. Lâmpada(s) de 40W: _____
2. Lâmpada(s) de 20W: _____
3. Lâmpada(s) de ___ W: _____

b. Circular:



1. Lâmpada(s) de ___ W: _____

c. Compacta:



1. Lâmpada(s) de ___ W: _____

12.8. Ocorrem em Sua Moradia Alguns dos Problemas Abaixo?			
a. Queima Frequente de Lâmpadas?	1. ☐ Sim	2. ☐ Não	3. ☐ Não Sabe
b. Desligamento/Queima excessiva de Disjuntor/Fusível?	1. ☐ Sim	2. ☐ Não	3. ☐ Não Sabe
c. Impossibilidade de Ligar Aparelhos Simultaneamente?	1. ☐ Sim	2. ☐ Não	3. ☐ Não Sabe
d. Redução do Nível de Iluminação Quando Liga Outro Equipamento?	1. ☐ Sim	2. ☐ Não	3. ☐ Não Sabe
e. Choque Elétrico em Eletrodomésticos?	1. ☐ Sim	2. ☐ Não	3. ☐ Não Sabe

Outros Comentários do Entrevistador ou do Entrevistado:

— NEPAM —
Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais
Caixa Postal 6166 - Barão Geraldo - Campinas - São Paulo - Cep 13081-970 - Tel: 39 8151 / (Tel/Fax) 39 7690
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP