

DANIEL MAHAUAD ORTEGA

**USO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DO
EQUADOR : ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICA, POLÍTICA E ECONÔMICA**

Dissertação apresentada ao Programa Interunidades de Pós - Graduação em Energia (IEE-USP, EPUSP, FEA-USP, IFUSP) da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Energia.

São Paulo
1994



620.92:621.31(886)
M 214u
T-USP
c.2

INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA USP
BIBLIOTECA Prof. Fonseca Telles
nº 102 di

DANIEL MAHAUAD ORTEGA

**USO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DO
EQUADOR : ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICA, POLÍTICA E ECONÔMICA**

Dissertação apresentada ao Programa
Interunidades de Pós - Graduação em Energia
(IEE-USP, EPUSP, FEA-USP, IFUSP) da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Energia.

Área de Concentração:
Área interdisciplinar de Energia

Orientador:
Dr. Otavio Mielnik

São Paulo
1994

INSTITUTO DE ELÉTRICIDADE E ENERGIA USP
BIBLIOTECA Prof. Fonseca Telles
102 de

Com amor à minha esposa Magdalena e às minhas
filhas Maria Dolores, Ana Gabriela e Daniela Catalina.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Otavio Mielnik por sua orientação e sugestões na elaboração deste trabalho.

À International Energy Initiative (IEI) pelo apoio financeiro.

À Empresa Elétrica Regional do Sul (EERSSA) do Equador e à Universidade Nacional de Loja (UNL), pela minha liberação para realização deste trabalho.

Ao meu amigo e colega colombiano Juan Guillermo Alvarez.

SUMÁRIO

RESUMO

"ABSTRACT"

I APRESENTAÇÃO	1
II OBJETIVO	3
1. CARACTERÍSTICAS DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR	3
1.1 INTRODUÇÃO	4
1.2 BREVE DESCRIÇÃO DO SETOR ELÉTRICO DO EQUADOR	5
1.2.1 Oferta de Energia Elétrica	6
1.2.2 Demanda de Energia Elétrica	7
1.3 CONFIGURAÇÃO DO SETOR RESIDENCIAL	13
1.3.1 Determinação de Módulos Homogêneos	15
1.3.2 Caracterização Socio-econômica dos Módulos Homogêneos	16
1.3.2.1 Características Geográficas das Regiões	17
1.3.2.2 Densidade Populacional	19
1.3.2.3 Distribuição da Renda	25

1.3.3 Caracterização Energética dos Estratos de Consumo para o Ano	
Base.....	25
1.3.3.1 Terminologia usada em caracterização energética.....	28
1.4 USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR	
RESIDENCIAL DA REGIÃO DA SERRA.....	31
1.4.1 Hábitos de Usos Finais de Energia Elétrica.....	32
1.4.1.1 Iluminação.....	32
1.4.1.2 Refrigeração.....	35
1.4.1.3 Aquecimento de Água.....	38
1.4.2 Níveis de Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais.....	42
1.4.2.1 Resumo do Consumo de Energia Elétrica na Serra.....	46
1.4.3 Níveis de Demanda de Potência Elétrica por Usos Finais.....	50
1.5 USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR	
RESIDENCIAL DA REGIÃO LITORAL.....	52
1.5.1 Influência da Sazonalidade Climática.....	52
1.5.2 Hábitos de Usos Finais de Energia Elétrica.....	56
1.5.2.1 Iluminação.....	56
1.5.2.2 Refrigeração.....	58
1.5.2.3 Aquecimento de Água.....	61

1.5.2.4 Ventilação	61
1.5.3 Níveis de Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais na R.L.....	63
1.5.4 Níveis de Demanda de Potência Elétrica por Usos Finais na R.L.....	69
1.6 USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DA REGIÃO ORIENTAL (AMAZÔNIA).....	71
1.6.1 Hábitos de Usos Finais de Energia Elétrica na R.O.....	71
1.6.1.1 Iluminação.....	72
1.6.1.2 Refrigeração	72
1.6.1.3 Aquecimento de Água.....	74
1.6.1.4 Ar Condicionado e Ventilador.....	74
1.6.2 Níveis de Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais na R.O.....	75
1.6.3 Níveis de Demanda de Potência Elétrica por Usos Finais na R.O.....	76
1.7 RESUMO DE DADOS CALCULADOS PARA O SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR, PARA O ANO BASE 1992.....	77
1.7.1 Resumo do Consumo de Energia Elétrica.....	78
1.7.2 Resumo da Demanda de Potência Elétrica.....	81
1.8 CONCLUSÕES.....	83

2. ANÁLISE DOS ASPECTOS QUE INFLUEM NO USO EFICIENTE DA ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR: UM ENFOQUE DIRIGIDO À ILUMINAÇÃO, REFRIGERAÇÃO E AQUECIMENTO DE ÁGUA	86
2.1 INTRODUÇÃO.....	86
2.2 ASPECTOS TECNOLÓGICOS.....	87
2.2.1 Tecnologias de Uso Final utilizadas no Equador.....	88
2.2.1.1. Iluminação.....	88
2.2.1.2 Refrigeração.....	93
2.2.1.3 Aquecimento de Água.....	97
2.2.2 Comparação entre Tecnologias produzidas e usadas no Equador com as novas tecnologias eficientes.....	105
2.2.2.1 Iluminação.....	105
2.2.2.2 Geladeiras.....	106
2.2.2.3 Aquecimento de Água.....	111
2.2.2.4 Condicionador de Ar.....	115
2.3 ASPECTOS SOCIO-CULTURAIS.....	116
2.4 ASPECTOS POLÍTICOS.....	118
2.4.1 Situação Legal e Regulamentação do Setor Elétrico do Equador.....	120

2.4.2 Sistema Tarifário atual do Setor Residencial.....	124
2.5 ASPECTOS ECONÓMICOS.....	131
2.6 CONCLUSÕES.....	133
3. AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DA ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA: PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NOS USOS FINAIS DE ILUMINAÇÃO, REFRIGERAÇÃO E AQUECIMENTO DE ÁGUA.....	135
3.1 INTRODUÇÃO.....	135
3.2 OPÇÕES SELECIONADAS EM ILUMINAÇÃO.....	138
3.3 OPÇÕES SELECIONADAS EM REFRIGERAÇÃO.....	141
3.4 OPÇÕES SELECIONADAS EM AQUECIMENTO DE ÁGUA.....	144
3.5 AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DAS ESTRATÉGIAS.....	148
3.5.1 Cenário Eficiência Congelada (<i>Frozen Efficiency</i>)(EC).....	149
3.5.1.1 Caso da Iluminação.....	149
3.5.1.2 Caso da Refrigeração (Geladeiras).....	152
3.5.1.3 Caso do Aquecimento da Água.....	154
3.5.2 Cenário Tecnologias Eficientes Programadas (TEP).....	156
3.5.2.1 Caso da Iluminação.....	156
3.5.2.2 Caso da Refrigeração (Geladeiras).....	157

3.5.2.3 Caso do Aquecimento da Água.....	158
3.6 CONCLUSÕES.....	169
4. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA.....	172
4.1 INTRODUÇÃO.....	172
4.2 METODOLOGIA DA ANÁLISE MICROECONÔMICA.....	173
4.2.1 Premissas consideradas na análise econômica.....	176
4.3 ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA ILUMINAÇÃO.....	179
4.3.1 Cenário 1: Investimento pago pelos consumidores ou pelo INECEL (Concessionárias Elétricas).....	179
4.3.2 Cenário 2: Investimento financiado por um "Fundo Especial".....	185
4.4 ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA GELADEIRAS.....	189
4.4.1 Cenário 1: Investimento pago pelos consumidores ou pelo INECEL (Concessionárias Elétricas).....	189
4.4.2 Cenário 2: Investimento financiado por um "Fundo Especial".....	193
4.5 ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA.....	196
4.5.1 Cenário 1: Investimento pago pelos consumidores ou pelo INECEL (Concessionárias Elétricas).....	196
4.5.2 Cenário 2: Investimento financiado por um "Fundo Especial".....	201

4.6 CURVA DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA, BASEADA EM CRITÉRIO DE MÍNIMO CUSTO	205
4.7 CONCLUSÕES.....	207
5. ESTRATÉGIAS PARA USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	210
5.1 INTRODUÇÃO.....	210
5.2 ESTRATÉGIA SOCIO-CULTURAL.....	211
5.3 ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA.....	213
5.4 ESTRATÉGIA POLÍTICA.....	218
5.5 ESTRATÉGIA ECONÔMICA.....	221
5.6 CONCLUSÕES.....	226
Anexo A - Curvas de Carga do Consumidor Médio no Setor Residencial do Equador.....	229
Tabelas de cálculos de consumos de energia elétrica no setor residencial do Equador (Ano Base 1992).....	236
Anexo B - Tabelas de cálculos de projeções de consumo de energia elétrica por usos finais para os cenários EC e TEP.....	253
Anexo C - Tabelas de cálculos de avaliação econômica da introdução de tecnologias eficientes.....	266
BIBLIOGRAFIA.....	276

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela	Descrição	Página
1.1	Capacidade Instalada de Geração Elétrica no SEE	6
1.2	Distribuição Média da renda por estratos de consumo, em salários mínimos. (Equador, 1990)	16
1.3	Setor Residencial: Distribuição da População	20
1.4	Projeção da População do Equador: 1995-2000 e 2005	21
1.5	Número médio de lâmpadas por consumidor, nas residências da região da Serra	34
1.6	Consumo de Energia Elétrica mensal em iluminação do consumidor médio da região da Serra	34
1.7	Consumo de Energia Elétrica mensal de geladeiras por consumidor médio na região da Serra	37
1.8	Número médio de geladeiras por consumidor nas residências da região da Serra	37
1.9	Consumo de Energia Elétrica mensal em aquecimento da água do consumidor médio na região da Serra	41
1.10	Número médio de chuveiros elétricos, acumuladores elétricos e aquecedores por acumulação a gás, por consumidor nas residências da região da Serra	42
1.11	Distribuição do Consumo de Energia Elétrica na região da Serra (1992). Resumo Total	48
1.12	Resumo Total de Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais. Região da Serra, 1992	49
1.13	Participação dos consumidores residenciais da região da Serra na demanda máxima coincidente do SEN. (cidade grande)	50

1.14	Participação dos consumidores residenciais da região da Serra na demanda máxima coincidente do SEN. (cidades médias)	51
1.15	Participação dos consumidores residenciais da região da Serra na demanda máxima coincidente do SEN. (cidades pequenas)	51
1.16	Participação dos consumidores residenciais da região da Serra na demanda máxima coincidente do SEN. (Total Regional)	51
1.17	Consumo de Energia Elétrica em inverno e verão. Cidade grande da região do Litoral	53
1.18	Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais em inverno e verão. (Cidade Grande da região do Litoral, 1992)	54
1.19	Consumo de Energia Elétrica em inverno e verão. (Cidades médias e pequenas da região do Litoral, 1992)	55
1.20	Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais nas cidades médias e pequenas da região do Litoral, 1992	55
1.21	Número médio de lâmpadas nas residências da região do Litoral.	57
1.22	Consumo de Energia Elétrica média mensal em iluminação dos consumidores da região do Litoral, 1992	58
1.23	Consumo de Energia Elétrica média mensal no uso de geladeiras na região do Litoral, 1992	59
1.24	Número médio de geladeiras nas residências da região Litoral	60
1.25	Consumo de Energia Elétrica média mensal, no uso de ventiladores nas residências da região do Litoral	62
1.26	Consumo de Energia Elétrica média mensal, no uso de ar condicionados nas residências da região do Litoral	62
1.27	Número médio de ventiladores e ar condicionados nas residências do Litoral	63
1.28	Distribuição do uso de energia elétrica na região do Litoral, 1992. Resumo Total	66
1.29	Demanda de Potência máxima coincidente por usos finais na região do Litoral (1992)	69

1.30	Número médio de lâmpadas nas residências da região Oriental	70
1.31	Número médio de geladeiras nas residências da região Oriental	73

Capítulo 2

Tabela	Descrição	Página
2.1	Características das lâmpadas à venda no Equador	92
2.2	Características das geladeiras à venda no Equador	94
2.3	Geladeiras usadas no Equador: marca, capacidade, consumo de eletricidade anual e preço	95
2.4	Características dos chuveiros elétricos à venda no Equador	98
2.5	Características dos aquecedores de água elétricos por acumulação e aquecedores instantâneos a GLP à venda no Equador	102
2.6	Consumo de eletricidade dos aquecedores de água na região da Serra do Equador	103
2.7	Consumo de Energia Elétrica de geladeiras americanas, brasileiras e equatorianas	109
2.8	Sistema Tarifário Residencial do Equador: 1990, 1991, 1992 e 1993	129
2.9	Tarifa residencial média no Equador (em dólares e em sucres). Anos 1990, 1991, 1992, 1993	130

Capítulo 3

Tabela	Descrição	Página
3.1	Estimações de penetração de tecnologias para aquecimento da água	147
3.2	Cenário Eficiência Congelada para Iluminação. Resumo	151

3.3	Cenário Eficiência Congelada para Geladeiras. Resumo	153
3.4	Cenário Eficiência Congelada para Aquecimento da água. Resumo	155
3.5	Cenário Tecnologias Eficientes Programadas para Iluminação. Resumo	162
3.6	Cenário Tecnologias Eficientes Programadas para Refrigeração. Resumo	163
3.7	Cenário Tecnologias Eficientes Programadas para Aquecimento da Água. Resumo	164
3.8	Síntese da projeção do consumo em iluminação, 2005	165
3.9	Síntese da projeção do consumo em refrigeração, 2005	166
3.10	Síntese da projeção do consumo em aquecimento da água, 2005	167
3.11	Síntese da projeção do consumo de energia e potência elétricas nos três usos finais, 2005	168

Capítulo 4

Tabela	Descrição	Página
4.1	Avaliação Econômica de lâmpadas: Investimento dos consumidores. Custo da eletricidade US\$ 0.04/kWh	181
4.2	Avaliação Econômica de lâmpadas: Investimento das concessionárias elétricas. Custo da eletricidade US\$ 0.083/kWh	183
4.3	Comparação de consumos de energia e custos mensais na troca de lâmpadas incandescentes pelas fluorescentes econômicas e compactas.	186
4.4	Custo mensal das alternativas em iluminação	188
4.5	Avaliação econômica de geladeiras. Investimento dos consumidores. Custo da eletricidade US\$ 0.06/kWh	190

4.6	Avaliação econômica de geladeiras. Investimento das concessionárias elétricas. Custo da eletricidade US\$ 0,083/kWh	192
4.7	Custo mensal das alternativas em geladeiras	195
4.8	Consumos elétricos e de GLP e custos de operação em aquecimento da água.	198
4.9	Avaliação econômica em aquecimento da água. Investimento dos consumidores. Custo da eletricidade US\$ 0.06/kWh	198
4.10	Avaliação econômica de aquecimento da água. Investimento das concessionárias elétricas. Custo da eletricidade US\$ 0.083/kWh	200
4.11	Custo mensal das alternativas em aquecimento da água	204

RESUMO

O Setor Residencial (SR) do Equador necessita introduzir estratégias de uso eficiente de energia elétrica nos três usos finais de maior consumo: refrigeração (44%), iluminação (21%) e aquecimento de água (12%). O consumo residencial é responsável por 40% do consumo de energia elétrica do país, abrange 86% dos usuários e tem uma taxa média de crescimento da demanda de energia elétrica de 6,3% ao ano, desde 1990. Continuando com esse ritmo de crescimento, no ano 2005, a demanda atingiria 5.338 GWh (221% a mais do que em 1992). Além disso, é o setor mais favorecido pelo governo, com subsídios tarifários que ocasionaram uma perda aproximada de 89,4 milhões de dólares em 1993.

Os principais aspectos que impedem o uso eficiente da energia elétrica são a falta de informação aos consumidores, as tecnologias de uso-final ineficientes, uma inadequada política de provisionamento de energia elétrica, preços da eletricidade inferiores aos seus custos de fornecimento e escassez de recursos financeiros para investimentos.

O potencial de energia elétrica que poderia ser economizado com a implementação de tecnologias eficientes em 2005 é de cerca de 1.975 GWh (13% do consumo nacional previsto, sem nenhum programa de conservação), e uma potência coincidente evitada de 279 MW (17,5% da demanda de potência nacional), o que permitiria servir 350.000 novos consumidores. Além do mais, o país poderia postergar um investimento de 383 milhões de dólares na instalação de novas usinas hidrelétricas. O custo de conservar 1.975 GWh de energia elétrica, segundo a curva de custo-provisionamento (método de planejamento de custo mínimo com tecnologias eficientes) seria de 72 milhões de dólares, ou seja, 44% do custo de provisionamento a custos marginais atuais.

As principais estratégias para desenvolver o uso eficiente da energia elétrica no setor residencial do Equador são: a) programas de informação para os consumidores; b) financiamento de programas de troca de equipamentos convencionais pelos eficientes; c) retorno do investimento aos consumidores e concessão de empréstimos; d) usar uma adequada política de preços da eletricidade para incentivar ao usuário à conservação de energia; e) desenvolver a reestruturação institucional do setor elétrico, visando a conservação de energia.



ABSTRACT

Equator's Residential Sector (RS) needs to introduce energy conservation programmes and efficient electricity use strategies on the three end-uses of greater consumption: refrigeration (44%), lighting (21%), and water heating (12%). Today, the RS is responsible for 40% of the country's electric energy consumption, enclosing 86% of the consumers and increasing its electric energy demand average rate by 6,3% each year. If the value of the increase rate continues the same, in 2005, the electric demand will have become 5.338 GWh (221% more that 1992). Moreover, is the sector that most government benefits has received in terms of price subsidies, producing loses of 89,4 millions of dollars in 1993.

There are barriers for improvement in the electric energy end-use efficiency: ignorance about possibilities of efficiency measures, appliances of end-use which are poor in energy efficiency, unclear national policies on energy-efficiency, electric energy prices not reflecting accurately both the generating and the true social costs, and finally the lack of capital for investments.

Electricity energy savings using more efficient appliances will be, by 2005, near 1.975 GWh (13% of the total electric consumption without conservation programmes), and capacity savings will be 279 MW (17,5% of the total electric demand), enough to serve 350.000 new consumers. In addition, the country could postpone investments by 383 million dollars in order to install new hydroelectric plants. The cost of saving 1.975 GWh of electric energy, according to cost-supply curve (Least Cost Planning), is 72 million dollars; in other words, 44% of the total cost figured using a marginal cost supply.

The main strategies for the achievement of efficient electricity use in Equator's Residential Sector are: a) to improve information available for consumers; b) to finance energy conservation programmes, in order to change convencional technologies for most efficient ones; c) to rebate consumer investments, offer loans; d) to use a more rational price criteria to provide electricity which would encourage the user saving electricity; e) to develop and implement policies and programmes to restructure institutions focused in energy conservation both in the public and private electric sector.

I APRESENTAÇÃO

No Equador, o Setor Residencial é responsável por 40% do consumo de energia elétrica, abrange 86% dos usuários do serviço elétrico do país e tem uma taxa de crescimento da demanda de energia elétrica de 6,3% ao ano. É o setor mais favorecido com subsídios tarifários do governo, o que tem ocasionado o consumo supérfluo e acelerado a necessidade de ampliação da oferta de energia no sistema elétrico. Além disso, o sistema encontra-se numa etapa de crise financeira.

A expansão da oferta de energia, por si só, além de comprometer recursos naturais e econômicos não garante o desenvolvimento econômico e social do país. Somente através da otimização do uso final e de uma atuação consistente sobre a demanda de energia elétrica é que se conseguirá uma efetiva redução dos investimentos e dos impactos decorrentes da produção. A experiência dos países desenvolvidos tem provado a viabilidade do crescimento econômico com maior eficiência energética, por meio da implantação de ações de conservação e uso eficiente da energia.

O presente trabalho trata de identificar a participação dos usos finais de energia elétrica no consumo da mesma do setor residencial do Equador, seus atuais níveis de consumo de energia elétrica e demanda de potência, tecnologias utilizadas e aspectos que permitam o seu uso eficiente, visando obter estratégias para aumentar a eficiência no uso da energia elétrica a partir da demanda. Isso permitirá reduzir os custos dos usuários de eletricidade, postergar investimentos em obras para atendimento da demanda e orientar os escassos recursos

disponíveis para as prioridades do processo de desenvolvimento econômico e social do país.

Em nosso trabalho, trataremos dos três usos finais mais importantes no consumo residencial: iluminação, refrigeração e aquecimento de água. O consumo de energia elétrica desses usos será projetado para o ano 2005, aplicando dois cenários contrastantes, o primeiro de eficiência tecnológica congelada para padrões atuais, e o segundo introduzindo tecnologias eficientes (conservação). A avaliação econômica baseada no critério de planejamento para o setor elétrico, dirigido para os usos finais permitirá uma alocação equilibrada dos recursos disponíveis para a obtenção dos serviços que a eletricidade pode proporcionar.

No setor residencial do Equador há um grande potencial de conservação associado ao desperdício e ao uso de tecnologias convencionais ineficientes. O uso eficiente de energia elétrica implicará na diminuição de custos beneficiando o conjunto da sociedade. O trabalho apresentará, ao final, sugestões para estratégias social, tecnológica, política e econômica para atingir esse objetivo.

II OBJETIVO

Os objetivos do trabalho de dissertação são:

- Identificar e analisar as condições de consumo de energia elétrica no setor residencial do Equador, por regiões geográficas, tipos de cidades e por estratos (faixas) de consumo nos usos finais de iluminação, refrigeração e aquecimento de água.
- Avaliar a conveniência técnico - econômica de implementar medidas de conservação e uso eficiente de energia elétrica.
- Estudar e propôr estratégias social, tecnológica, política e econômica que permitam desenvolver o uso eficiente da energia elétrica no setor residencial do país.

1. CARACTERÍSTICAS DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR.

1.1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de estratégias para o uso eficiente e a conservação de eletricidade no setor residencial requer identificar, previamente, os principais equipamentos consumidores de energia elétrica no setor, conhecer as características tecnológicas da sua fabricação e os dados de consumo energético nos últimos anos, com a finalidade de proceder a uma análise da situação atual.

O estudo detalhado da carga elétrica de cada uso final permitirá determinar a participação de cada um deles na demanda máxima de energia elétrica. Esses dados são a base para a identificação das medidas de gerenciamento da demanda e do uso eficiente da energia elétrica.

A caracterização da carga que se apresenta neste trabalho foi realizada com base nos dados estatísticos do Instituto Equatoriano de Eletrificação (INECEL), das dezenove Concessionárias Elétricas (CE) do país e também do estudo sobre consumos residenciais de energia elétrica elaborado para o INECEL (INECEL; LOGOS CONSULTORES, 1991). Esse estudo contém a distribuição do consumo de energia por uso final e por estratos de consumo, para as cidades de Quito, Cuenca e Quiroga (na região Serra), Guayaquil, Portoviejo e Manta (na região Litoral) e Archidona (na região Oriental). Este capítulo tem o propósito de estender o consumo de energia elétrica, apresentado no estudo indicado acima, para o Universo Residencial do Equador, tomando como referência os consumos totais do setor residencial correspondentes ao ano base 1992, assinalados pelas

concessionárias elétricas e pelo INECEL.

1.2 BREVE DESCRIÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO DO EQUADOR

O Sistema Elétrico no Equador é de responsabilidade do Ministério de Energia e Minas e as políticas de eletrificação são aplicadas pelo Instituto Equatoriano de Eletrificação (INECEL). Esta empresa é responsável pela geração, transmissão e comercialização da energia elétrica do Sistema Nacional Interconectado (SNI) para as dezenove Empresas Elétricas Regionais, distribuidoras no país.

INECEL é uma empresa estatal, enquanto as concessionárias regionais são entidades privadas (Sociedades Anônimas) e têm menor influência direta do governo central. Com exclusão da Empresa Elétrica do Equador (EMELEC), empresa privada que fornece energia elétrica para Guayaquil, mais do 90% das ações das concessionárias pertencem a INECEL. Não entanto, no caso da Empresa Elétrica Quito a participação de INECEL é de apenas 60%.

As principais concessionárias regionais pela energia elétrica distribuída e pelo seu número de consumidores são:

- Na Região da Serra:

Empresa Elétrica Quito S.A. (EEQSA), com 26% do consumo de energia elétrica do país e 21% dos consumidores. Empresa Elétrica Regional Centro Sur C.A. (EERCSCA), tem 5% do consumo de energia elétrica nacional e 8% de consumidores. As outras empresas regionais (7) distribuem 12% do consumo de energia elétrica e têm 26% dos consumidores do país.

- Na Região do Litoral:

Empresa Elétrica do Equador (EMELEC Inc.) distribui 33% da energia elétrica consumida no país para 16% dos consumidores. Empresa Elétrica Manabí (EMELMANABI), 6% do consumo de energia e 6% dos consumidores do país. Outras sete empresas regionais do litoral distribuem 18% da energia elétrica e têm 22% dos consumidores do país.

A região do Oriente e Galápagos são atendidas por dois sistemas isolados: Empresa Elétrica Sucumbios S.A. (no Oriente) e INECEL em Galápagos.

1.2.1 Oferta de Energia Elétrica

Oferta de energia elétrica é a capacidade de geração elétrica do Sistema Elétrico do Equador. Essa capacidade é de 2.260 MW de potência, dos quais 1.468 MW (65%) são de origem hidráulico; 508 MW (23%) de origem térmico (vapor ou gás) e o restante (12%) térmica diesel. Na Tabela 1.1, pode-se observar a distribuição da capacidade instalada de geração, onde 74% (1.672 MW) são de INECEL e 26% (588 MW) são propriedade das concessionárias regionais. O setor privado do país tem investido em usinas térmicas, instaladas na cidade de Guayaquil. São, no total, 108 MW (4,7% da capacidade total). No caso de insuficiência de energia elétrica, INECEL compra desses setores (auto-produtores) a potência e energia que o país requer.

No ano 1993, a demanda máxima foi de 1.270,8 MW, o que representa 87% da capacidade instalada nas usinas hidrelétricas do SNI. Existe um eminente risco de que a potência nominal instalada não garanta o provisãoamento na temporada de seca, nos meses de dezembro a março (verão na região Oriental do Equador).

TABELA 1.1- CAPACIDADE INSTALADA DE GERAÇÃO ELÉTRICA NO SE¹

DONO	USINA	TIPO	ANO DE SERVIÇO	CAPACID. INSTALADA MW	GWh ANUAL MÉDIO
INECEL	Paute	Hidráulica	1983	1.075	5.190
INECEL	Pisayambo	Hidráulica	1977	70	250
INECEL	Agoyán	Hidráulica	1987	156	1.060
INECEL	Salado	Vapor	1979	146	
INECEL	Esmeraldas	Vapor	1981	125	767
INECEL	Sta.Rosa	Turbogás	1981	48	110
INECEL	Guayaquil	Turbogás	1978	26	25
INECEL	Guangopolo	Diesel	1977	31	65
EMELEC	Guayaq.Cent	Vapor	1950	30	
EMELEC	Guayaq.Cent	Turbogás	1950	13	
EMELEC	Estero Sal.	Vapor	1970	33	
EMELEC	Estero Sal.	Turbogás	1970	87	
E.E.QUITO		Hidráulica		98	
E.E.QUITO		Diesel		34	
OUTROS		Hidráulica		68	
OUTROS		Diesel		220	
TOTAL CAPACIDAD INSTALADA				2.260	7.467

Fonte: INECEL, Mayo 1992

É importante notar que apenas 7% do potencial hidrelétrico do Equador de 22.000 MW, estão sendo atualmente utilizados (OLADE, 1993).

1.2.2 Demanda de Energia Elétrica

A Demanda de Energia Elétrica é a soma da energia faturada (consumo de energia) pelas concessionárias distribuidoras aos seus consumidores, acrescida das perdas da mesma na transmissão da energia desde as centrais de geração até os consumidores finais. Então, é necessário distinguir entre o consumo de energia (ao nível dos consumidores) e a demanda total de energia, medida ao

¹ SE : Sistema Elétrico

nível da subestação principal (S/E) do Sistema Nacional Interconectado (SNI).

Antes de apresentar dados estatísticos da demanda de energia elétrica, é conveniente revisar alguns conceitos importantes.

- Energia Faturada (Consumo): é a energia faturada pelas concessionárias elétricas aos seus consumidores.
- Demanda de Energia Bruta: é a soma da energia gerada ao nível do gerador pelas centrais de geração.
- Demanda de Energia Líquida: é a energia disponível para ser transmitida aos consumidores e é igual à energia bruta menos a energia auto-consumida nas centrais de geração.
- Demanda de Energia ao nível da Subestação Principal (S/E) do SNI: se estabelece adicionando a energia gerada líquida às compras de energia em bloco efetuadas a terceiros. Esta energia deve ser igual à soma das vendas de energia elétrica em bloco para as concessionárias elétricas mais as perdas por transformação na subestação.
- Demanda Máxima de Potência Coincidente Horária: é a máxima demanda de potência simultânea registrada numa determinada hora e medida ao nível da subestação principal do SNI ou ao nível dos geradores das centrais elétricas.
- Fator de Perda (%): é a relação entre a diferença de energia disponível menos o auto-consumo e a energia disponível, num determinado intervalo de tempo.
- Fator de Carga (%): é a relação entre a energia disponível e a demanda máxima mantida durante um intervalo de tempo específico.

Os valores mais significativos do mercado elétrico do Equador para o ano 1993 são:

Consumidores:	1'713.100
Consumo de Energia Elétrica:	5.758,3 GWh
Demanda Máxima de Potência:	1.270,8 MW (nível S/E principal do SNI)
Demanda de Energia ao nível da Subestação Principal do SNI: 7.168,14 GWh	
Percentagem de Perdas:	19,7 %

O consumo de energia elétrica no Sistema Nacional² durante o período 1990-1993 cresceu a uma taxa anual média de 6,3% e a demanda de potência elétrica em 6,10% ao ano, no mesmo período. Nas Figuras 1.1e 1.2 mostra-se a evolução do consumo de energia elétrica por setores do Sistema Elétrico Nacional. No Anexo A, as Tabelas A1, A2a e A2b, oferecem informações estatísticas do crescimento anual médio do mercado elétrico do Equador por setores.

O Setor Residencial no período 1990-1993 teve um crescimento médio anual de 6,2% no consumo de energia elétrica e 6,3% no crescimento do número de consumidores. Em 1993, foi o setor mais importante em termos de crescimento do consumo de energia elétrica com 40% (ver Figura 1.3).

Deve-se indicar que, no ano 1993, produziram-se dois fenômenos importantes:

1. Estimulou-se a economia da energia elétrica nos meses de dezembro a fevereiro de 1993, com o fim de evitar racionamentos por causa da temporada

² Sistema Nacional: é o conjunto total do sistema elétrico.

seca do ano, que na região Oriental (onde está instalada a Central Hidrelétrica Paute a maior do Equador) é nos meses de dezembro a março;

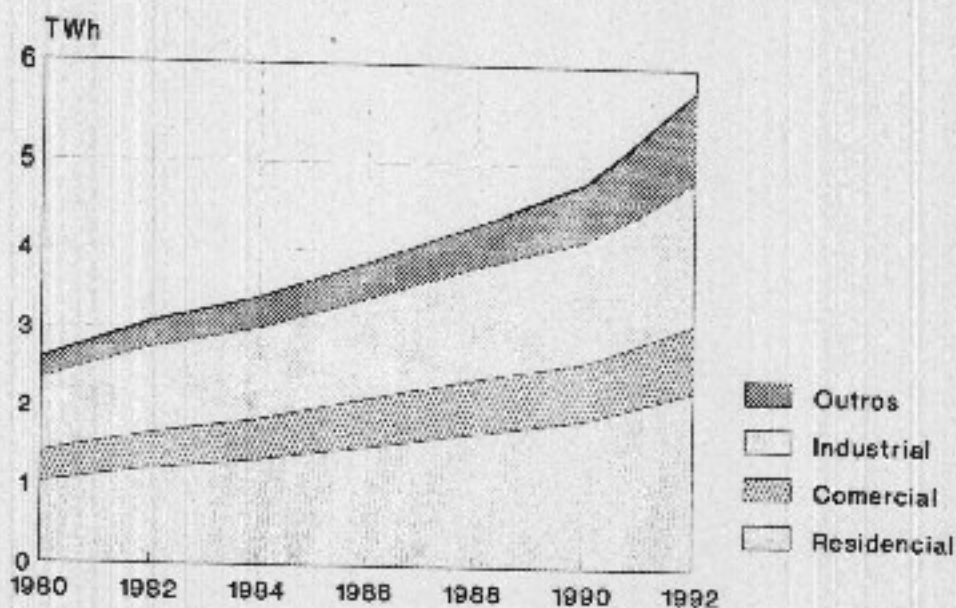
2. no mês de maio de 1993, houve paralisação da Central Hidrelétrica Paute, que tem uma capacidade instalada de 1.075 MW, e gera 70% da energia elétrica demandada pelo país, devido ao deslocamento de uma montanha na bacia do rio Paute, formando uma represa natural no sítio denominado "Josefina". A vazão pôs em perigo a estrutura da Central Paute.

Além disso, houve, no ano 1993, uma diminuição do ritmo de crescimento no mercado elétrico, possivelmente pela desaceleração da atividade econômica no país e pelos incrementos tarifários ocorridos em outubro de 1992 e maio de 1993. Isso refletiu-se na redução do consumo específico nos diferentes setores, como mostra o seguinte quadro:

SETORES	PERIODO JANEIRO - OUTUBRO DE 1993		
	CONSUMO MÉDIO (kWh/consum./mês)		VARIAÇÃO (%)
	1992	1993	
Residencial	132,8	124,2	-6,9
Comercial	364,9	354,9	-2,8
Industrial	6.791,2	6.237,1	-8,9
Outros	3.683,3	3.622,1	-1,7
TOTAL (SE)	2.881,2	2.801,1	-2,9

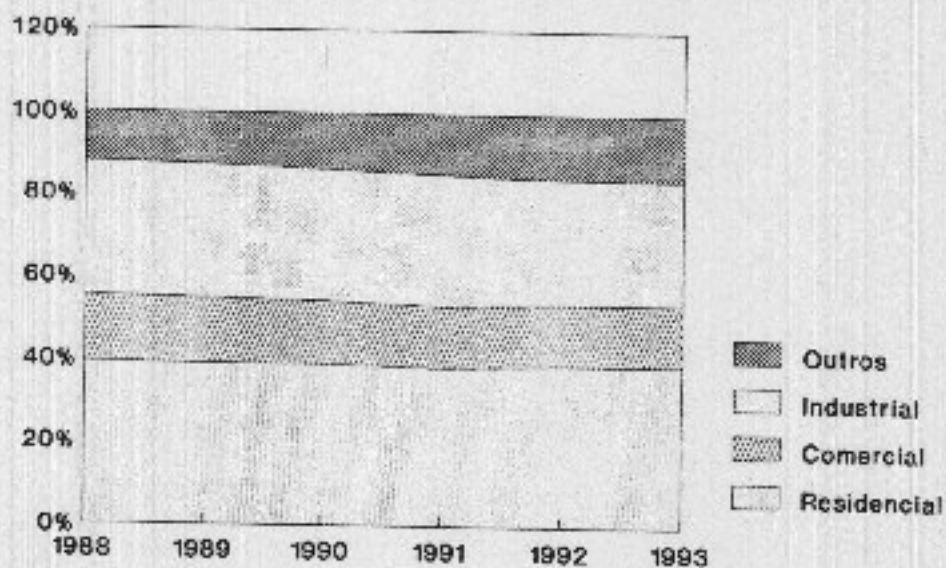
O quadro acima mostra que 1993 foi um ano atípico no desenvolvimento do setor elétrico equatoriano. Por isso, para a seqüência do presente trabalho toma-se informações correspondentes a 1992, que será o ano base de nosso trabalho.

Figura 1.1
Evolução do Consumo de Energia Elétrica
por Setores (Sistema Nacional)



Fonte: Min.Energia e Minas - OLADE, 1993

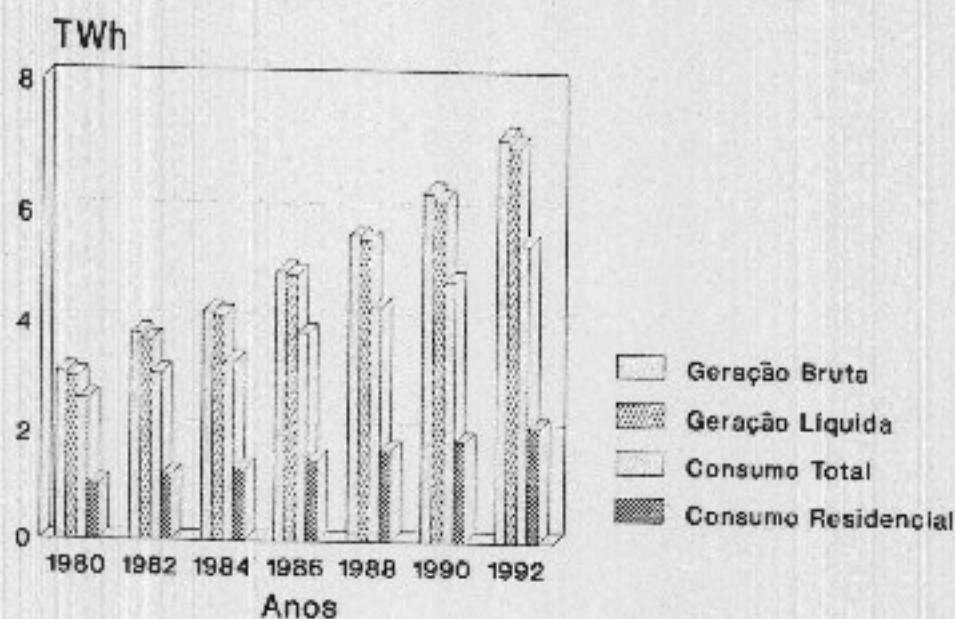
Figura 1.2
Estrutura Setorial do Consumo de
Energia Elétrica (Sistema Nacional)



Fonte: INECEL, Boletim #86-Dezembro 1993

Figura 1.3

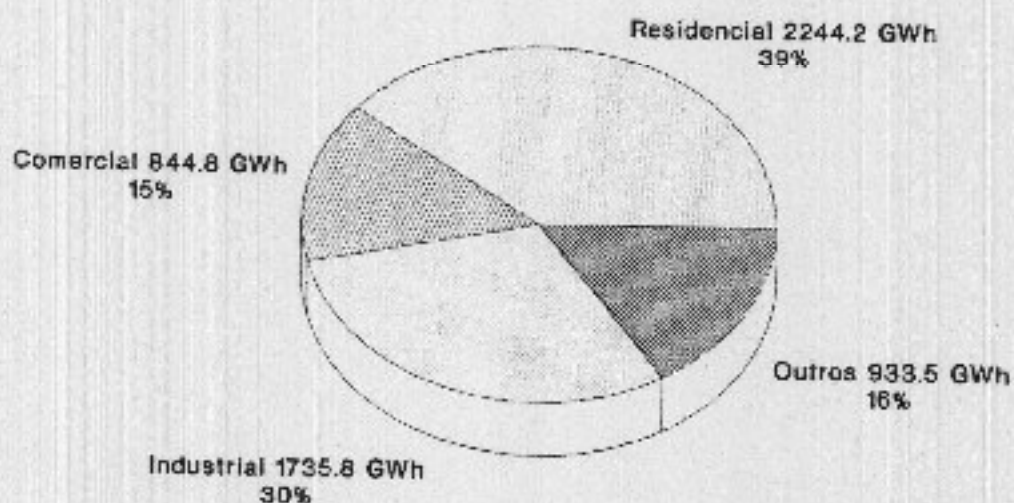
Evolução da Geração Bruta e do Consumo de Energia Elétrica no Equador



Fonte: Min.Energia e Minas-OLADE, 1993

Figura 1.4

Consumo de Energia Elétrica Setorial Sistema Nacional do Equador (1993)



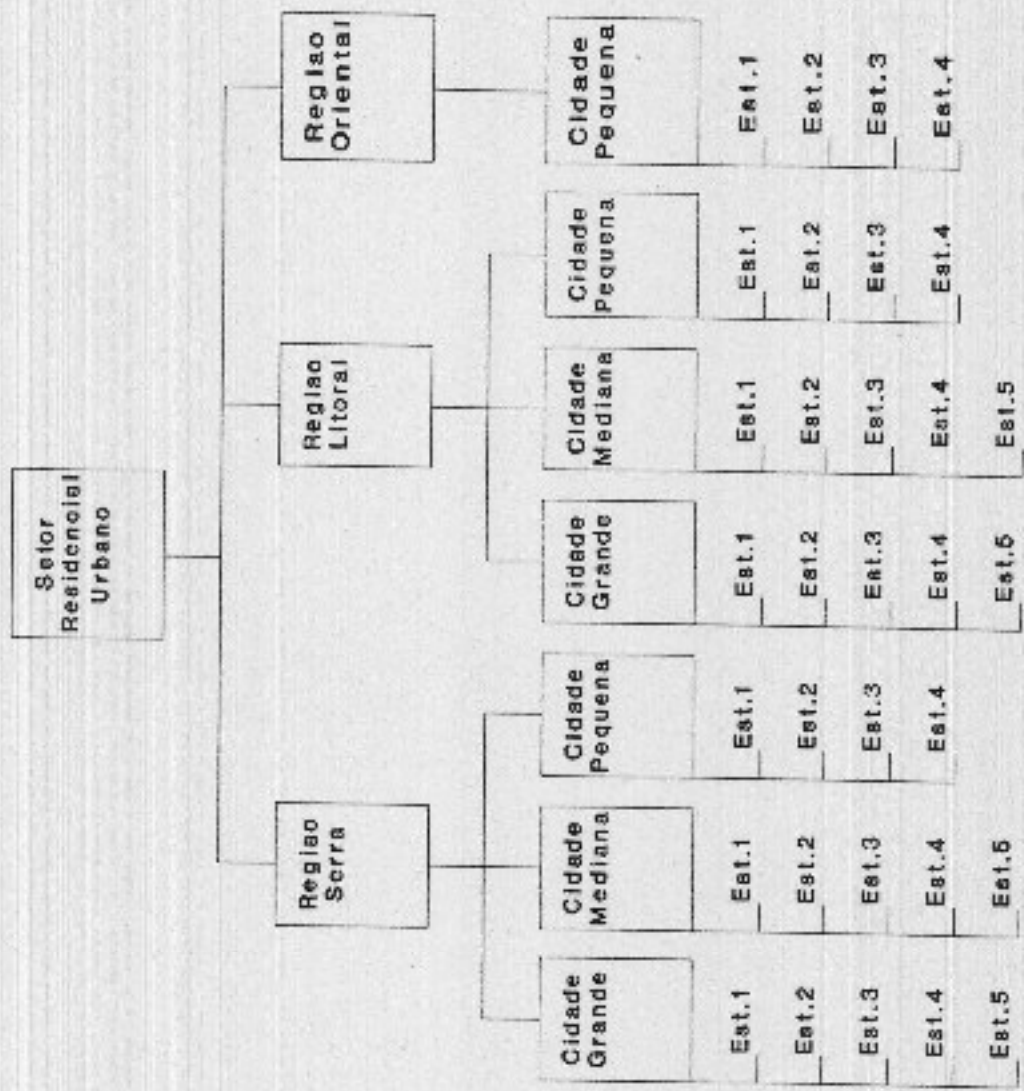
Fonte: Inecci, Boletim #68 - 1993

1.3 CONFIGURAÇÃO DO SETOR RESIDENCIAL

Antes de iniciar qualquer ação de uso eficiente de energia elétrica, é necessário que se conheça o modo pelo qual a energia é utilizada. Para isso, deve-se acompanhar o consumo de energia elétrica, mantendo um registro cuidadoso dos dados mensais e históricos periódicos das faturas de energia elétrica, que facilitarão a preparação de um programa de uso eficiente de energia.

A configuração do Setor Residencial (SR) deve permitir uma adequada compilação de dados e consumos energéticos, sendo importante a determinação de grupos homogêneos de consumidores (Módulos Homogêneos) e sua caracterização socio-econômica e energética. Na figura da página seguinte mostra-se a configuração do setor residencial utilizada para a compilação, apresentação e análise dos dados.

Configuracao do Setor Residencial



Nota: Est. = Estrato de Consumo

Figura 1.5

1.3.1 Determinação de Módulos Homogêneos

Um módulo homogêneo reúne um grupo de consumidores cujo consumo de energia elétrica é similar (estrato de consumo). Desse modo, cada módulo homogêneo identifica-se a uma determinada faixa de consumo de energia elétrica.

Os módulos homogêneos, segundo a terminologia usada no XV Curso Latino-americano de Economia e Planejamento Energético (Bariloche, 1985), "são componentes do sistema socio-econômico, denominados também 'unidade de análise', cujo comportamento desde o ponto de vista energético seja dinamicamente homogêneo".

Os módulos homogêneos que, na seqüência, serão chamados estratos de consumo, classificam-se assim:

Estrato 1 (de 0 - 50 kWh): reúne consumidores do setor elétrico residencial com consumos entre 0 e 50 kWh mensais. Este estrato, segundo pesquisas do INECEL, está integrado, em sua maioria, por famílias com renda até 1,5 salários mínimos (sm) mensais, que consideramos como renda muito baixa (rmb).

Estrato 2 (de 51 - 200 kWh): com consumidores do setor residencial, com consumo mensal entre 51 e 200 kWh. Este estrato é formado principalmente por famílias com rendas até três salários mínimos por mês, que consideramos uma renda baixa (rb).

Estrato 3 (de 201 - 500 kWh): consumidores do setor residencial com consumo mensal entre 201 e 500 kWh. A este estrato correspondem famílias com renda entre três e seis salários mínimos por mês, que é uma renda média (rm).

Estrato 4 (de 501 - 1000 kWh): consumidores do setor residencial com consumo mensal entre 501 e 1000 kWh. Neste estrato, encontram-se residências com renda mensal entre seis e dez salários mínimos, que consideramos renda alta (ra).

Estrato 5 (de + 1000 kWh): consumidores do setor residencial com consumo mensal superior a 1000 kWh e famílias com renda superior a dez salários mínimos, que consideramos uma renda muito alta (rma).

TABELA 1.2 - MÓDULOS HOMOGÊNEOS: DISTRIBUIÇÃO MÉDIA DA RENDA MENSAL POR ESTRATOS, EM SALÁRIOS MÍNIMOS (EQUADOR, 1990)

Estrato kWh	1 0 - 50	2 51 - 200	3 201 - 500	4 501-1000	5 +1000
Renda (US\$)	< 129	< 258	> 258 e < 516	>516 e <860	> 860
Renda Média (sm)*	< 1,5 rmb	< 3 rb	> 3 e < 6 rm	> 6 e <10 ra	> 10 rma

* 1salário mínimo mensal = US\$ 86 = S/.66.000,00 (Sucre³)

Fonte: INECEL, 1991

1.3.2 Caracterização Socio-econômica dos Estratos de Consumo

Cada estrato de consumo tem uma caracterização socio-econômica própria, cujas variáveis explicativas (variáveis não energéticas) são:

- **Características geográficas**, da zona onde encontra-se assentada a população. Isto condiciona as necessidades energéticas para cada uso, devido fundamentalmente ao efeito que o clima tem sobre os usos finais da energia elétrica. Por exemplo, na Serra equatoriana, o consumo energético da iluminação,

³ Sucre: Moeda nacional da República do Equador. US\$ 1.00 = S/. 770 (ano 1990)

refrigeração e do aquecimento da água é diferente daqueles da região Litoral, como pode-se observar nas tabelas de dados que se apresentam na seqüência.

- **Densidade Populacional**, que corresponde à taxa de crescimento populacional.
- **Distribuição da Renda**: a renda dos consumidores determina o nível de satisfação de suas necessidades e o tipo de equipamentos de uso final que utiliza e, portanto, o nível de consumo de energia.

1.3.2.1 Características Geográficas das Regiões

O Equador Continental tem três regiões, bem diferenciadas:

1. Região da Serra, tem uma extensão de aproximadamente 800 km de Norte ao Sul e está localizada entre as cordilheiras oriental e ocidental dos Andes. Caracteriza-se por ser uma zona de montanhas e vales nos quais assentam-se as chamadas cidades serranas. As províncias que integram a região são, desde o norte, Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay e Loja. Sua população é de 4.342.000 habitantes (no ano de 1990), que corresponde a 45% da população nacional. A única cidade classificada como grande, nesta região, é Quito, capital do Equador (com 1.400.000 habitantes). O serviço de energia elétrica é fornecido pelas empresas elétricas regionais localizadas nas região da Serra.

Na região da Serra, a temperatura média varia entre 11°C e 18°C durante todo o ano. Os meses de inverno vão de outubro até maio e os de verão de junho a setembro. O clima é basicamente mesotérmico-úmido, caracterizado por ter a estação de chuvas no inverno. A variação de temperatura média entre o inverno e o verão é pequena (de 1°C) e a variação da umidade relativa é de 19%.



2. A Região do Litoral, é uma faixa de aproximadamente 100 km de largura que vai, de leste a oeste, desde perto da cordilheira ocidental dos Andes até o Oceano Pacífico. De norte a sul, encontram-se as províncias de Esmeraldas, Manabí, Los Rios, Guayas e El Oro, com uma população de 4.824.000 habitantes (em 1990) ou seja 50% da população nacional (CONADE, 1991). Nesta região, apenas Guayaquil (capital da província do Guayas) classifica-se como cidade grande (1.800.000 habitantes). Todas elas são atendidas pelas empresas elétricas Regionais localizadas na região Litoral.

A média de temperatura ambiente é de 25°C. Os meses de dezembro até março são de "inverno" (nome empregado na região Litoral e no Equador para essa época do ano), caracterizados por um maior nível de chuvas, mas com temperatura elevada. Os meses de verão de abril a novembro apresentam temperaturas mais baixas que no "inverno", sendo sua média de 22°C.

3. A Região Oriental (ou Amazônia), de pequeno desenvolvimento urbano, está integrada por poucas cidades pequenas, servidas pelas concessionárias regionais localizadas na região da Serra, exceto na Província de Sucumbíos que tem uma usina térmica independente, de propriedade do Sistema Nacional Interconectado.

As províncias orientais são: Sucumbios, Napo, Pastaza, Morona Santiago e Zamora Chinchipe, com uma população de 386.000 habitantes (no ano de 1990) que corresponde a 4% da população nacional.

O clima da região oriental é quente-úmido, com temperaturas médias de 21°C, durante todo o ano. As estações de verão e inverno são parecidas às do litoral. No período de inverno (entre dezembro e março), as chuvas são mais freqüentes.

1.3.2.2 Densidade Populacional

A configuração do setor residencial identifica os tipos de cidades (cidade grande, cidade média e cidade pequena) e sua localização no Equador Continental: (região da Serra, do Litoral e Oriental ou Amazônia).

- Tipo de cidade

O tipo de cidade se classifica de acordo com sua população:

Cidade Grande, aquela com população superior a 1.000.000 de habitantes.

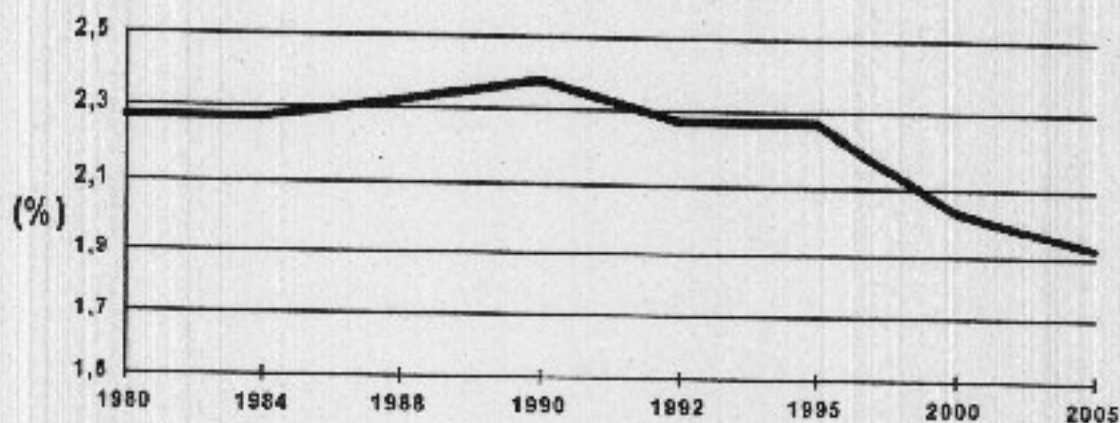
Cidade Média, entre 150.000 e 1.000.000 de habitantes, e

Cidade Pequena, com população inferior a 150.000 habitantes.

A análise da projeção do crescimento demográfico para outros anos distribuindo a população nos diferentes estratos de consumo, permitirá observar e projetar o número de consumidores para o período de análise.

O Equador é um dos países em desenvolvimento que tem experimentado taxas altas e sustentadas de crescimento demográfico, da ordem de 2,27% ao ano (CONADE, 1993). A Figura 1.6, mostra a evolução da taxa de crescimento anual, e na Tabela 1.3, mostram-se os dados da população do Equador e sua taxa média anual de crescimento.

Figura 1.6
Evolução da Taxa de Crescimento Anual da População no Equador (%)



Fonte: CONADE, 1993

Tabela 1.3 - SETOR RESIDENCIAL: DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO
(em milhares de habitantes)

Região	ANO 1980	ANO 1984	ANO 1988	ANO 1990	ANO 1992
Serra	3.475	3.792	4.144	4.342	4.539
Litoral	3.862	4.213	4.605	4.824	5.044
Oriente	309	337	368	386	403
Galápagos	77	84	92	96	101
TOTAL	7.723	8.426	9.209	9.648	10.087
Variação Anual do Total	—	2,27 %	2,32 %	2,38 %	2,27 %

Fonte: CONADE, 1993

Visando calcular o potencial de economia de energia a ser atingida graças à aplicação das estratégias tecnológicas a serem propostas no capítulo 3, vamos proceder a uma projeção da população e do número de consumidores até o ano 2005.

Para projetar a população até o ano 2005, aplicam-se as seguintes hipóteses:

- Até o ano 1995, mantém-se a taxa de crescimento em 2,27% por ano, que é a tendência atual.
- Entre 1995 e o ano 2000, supõe-se que sofrerá uma redução para uma taxa de 2,04% por ano (quer dizer, 11% inferior no ritmo de crescimento), e
- Entre 2000 e 2005, estimamos que a taxa seja de 1,93% por ano.

As hipóteses anteriores estão baseadas nas medidas e programas de controle demográfico que vem tomando o governo do Equador, através dos meios de informação coletiva, consistentes em educação à população acerca do controle da natalidade. A hipótese é que esses programas sejam efetivos e atinjam as taxas de crescimento indicadas acima. A evolução da população apresenta-se na Tabela 1.4.

Tabela 1.4 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO DO EQUADOR
ANOS 1995 - 2000 e 2005 (milhares de habitantes)

Região	ANO 1990	ANO 1995	ANO 2000	ANO 2005
Serra	4.342	4.858	5.374	5.915
Litoral	4.824	5.397	5.970	6.569
Oriente	386	432	478	526
Total	9.552	10.687	11.822	13.008
Varição por ano	---	2,27 %	2,04 %	1,93 %

A população está diretamente relacionada com o número de famílias e estas com o número de consumidores que devem ser atendidos pelas concessionárias elétricas. No Equador, a relação habitantes/família⁴ é 5 (INECEL, 1991). No Anexo A, a Tabela A3 apresenta os cálculos do crescimento do número de famílias e do número de consumidores para as três regiões geográficas do Equador. Os critérios de cálculo estão baseados nas seguintes hipóteses:

- O número de famílias crescerá ao mesmo ritmo que a população. Desse modo, as taxas de crescimento por ano até 1995 serão de 2,27%; até o ano 2000, da ordem de 2,04% por ano e entre 2000 e 2005 de 1,93% por ano.
- As taxas de crescimento do número de consumidores nos três períodos de tempo analisados serão as mesmas que tem sido até 1993 (dados estatísticos das concessionárias elétricas). Isto é, uma taxa de crescimento média de 6,7% por ano para o setor residencial do país.
- Entre 1995 e o ano 2000, a taxa por ano de crescimento de consumidores, apresentada pelas concessionárias até 1993, deverá ser modificada por um fator de decréscimo similar ao acontecido com a taxa da população nesse mesmo período. Isto é, uma redução da taxa de crescimento em 11% (diferença percentual entre 2,27 e 2,04). Desta forma, a taxa de crescimento será a seguinte:

Taxa Anual Atual = Taxa Anual anterior - 11%

$$6,0 = 6,7 - 0,7$$

- Para o período 2000 - 2005, a taxa por ano de crescimento dos consumidores (de acordo com a hipótese anterior), também diminuirá o seu ritmo de crescimento, em 5,8% (similar ao acontecido com a população que diminui de

⁴ habitantes/família: é o número de pessoas que na média integram uma família.

2,04% a 1,93% por ano). Desta forma, a taxa de crescimento será a seguinte:

$$\begin{aligned} \text{Taxa Anual Atual} &= \text{Taxa Anual Anterior} - 5,8\% \\ 5,6 &= 6,0 - 0,4 \end{aligned}$$

As hipóteses anteriores justificam-se sob o critério de que a população é a variável explicativa das famílias e, portanto, dos consumidores (ver Anexo A, Tabela A3).

O comportamento estatístico da distribuição de consumidores por estratos de consumo das concessionárias amostra a tendência em manter a sua distribuição percentual:

- Região da Serra: Cidade Grande

Estrato	Ano 1990	Ano 1991	Ano 1992	Ano 1993
0 - 50 kWh	18%	19%	19%	19%
51 - 200 kWh	54%	53%	55%	54%
201 - 500 kWh	21%	22%	21%	22%
501 - 1000 kWh	6%	4%	4%	4%
+ 1000 kWh	1%	2%	1%	1%

- Região Serra: Cidade Média

Estrato	Ano 1990	Ano 1991	Ano 1992	Ano 1993
0 - 50 kWh	52%	52%	54%	54%
51 - 200 kWh	38%	38%	40%	40%
201 - 500 kWh	9%	9%	5%	5%
501 - 1000 kWh	0,8%	0,7%	0,8%	0,8%
+ 1000 kWh	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%

- Região da Serra: Cidade Pequena

Estrato	Ano 1990	Ano 1991	Ano 1992	Ano 1993
0 - 50 kWh	56%	55%	55%	55%
51 - 200 kWh	40%	40%	40%	39%
201 - 500 kWh	3,8%	4,7%	4,8%	5%
501 - 1000 kWh	0,2%	0,3%	0,2%	1%
+ 1000 kWh	---	---	---	---

- Região do Litoral: Cidade Grande

Estrato	Ano 1990	Ano 1991	Ano 1992	Ano 1993
0 - 50 kWh	18%	18%	18%	19%
51 - 200 kWh	52%	52%	51%	51%
201 - 500 kWh	21%	21%	22%	22%
501 - 1000 kWh	3%	2%	2%	2%
+ 1000 kWh	6%	7%	7%	6%

- Região Litoral: Cidade Média e Pequena

Estrato	Ano 1990	Ano 1991	Ano 1992	Ano 1993
0 - 50 kWh	28%	29%	27%	28%
51 - 200 kWh	56%	56%	58%	57%
201 - 500 kWh	14%	14%	13%	13%
501 - 1000 kWh	2%	1%	2%	2%
+ 1000kWh	---	---	---	---

- Região Oriente: Cidade Pequena

Estrato	Ano 1990	Ano 1991	Ano 1992	Ano 1993
0 - 50 kWh	20%	19%	19%	20%
51 - 200 kWh	71%	70%	70%	70%
201 - 500 kWh	8%	10%	10%	9%
501 - 1000 kWh	1%	1%	1%	1%
+ 1000 kWh	---	---	---	---

Os quadros anteriores correspondem a dados tirados das estatísticas das concessionárias elétricas para o Setor Residencial. Baseados neles, formula-se a seguinte hipótese para a distribuição de consumidores nos cinco estratos de consumo:

- A distribuição dos consumidores nos estratos de consumo, para os três períodos de tempo: 1990 - 1995, 1996 - 2000 e 2001 a 2005, mantém-se igual à distribuição estatística atual das concessionárias elétricas.

No Anexo A, a Tabela A4 contém o cálculo do número de consumidores residenciais por estratos de consumo, por tipos de cidades e por regiões geográficas, para os anos 1990, 1995, 2000 e 2005. Os dados deste último são utilizados para calcular o potencial de economia de energia elétrica no capítulo 3.

1.3.2.3 Distribuição da Renda

Nas pesquisas de INECEL-LC, encontraram uma relação direta entre a renda familiar e o estrato de consumo de energia elétrica. As camadas sociais com maiores receitas têm melhores condições para adquirir equipamentos de uso final eficientes, que são mais caros que os convencionais. Portanto, a distribuição da renda é uma variável explicativa não energética, mas o presente trabalho não considera sua análise.

1.3.3 Caracterização Energética dos Estratos de Consumo para o Ano Base

O estudo da caracterização da carga elétrica permite determinar a participação de cada uso final no consumo de energia elétrica e na demanda máxima de potência, que são fundamentais para a identificação das medidas de gerenciamento da

demanda (*Demand-side Management*) e do uso eficiente da energia elétrica.

A metodologia para determinar os consumos energéticos a partir dos usos finais realiza uma abordagem de "baixo para cima", chamada "*bottom-up approach*". Ela requer pesquisas e medições nas habitações dos consumidores.

As pesquisas desenvolvidas por INECEL-LG para conhecer o consumo de energia elétrica nos usos finais do setor residencial do Equador, foram feitas por estratificação dos consumidores em 5 grupos de consumo nas cidades grandes e quatro grupos nas cidades médias e pequenas (similar ao sistema empregado pelas concessionárias elétricas do país). Na escolha de amostras representativas de cada estrato, houve cuidado para que o tipo das residências correspondam ao nível socio-econômico do estrato de consumo, de modo a garantir, uma adequada relação entre o consumo energético e nível econômico.

Os questionários que foram realizados trataram de identificar os aparelhos que dispõe o consumidor e os períodos de seu uso. Determinaram-se a potência de cada equipamento, o que lhes permitiu calcular a energia média que consomem ao se relacionar com o tempo de utilização. Esses dados foram comparados com os resultados obtidos pelas medições, para determinar valores médios de consumo de energia elétrica.

A caracterização energética de cada uso final, por estrato de consumo, deve seguir um procedimento de execução. O método que deduzimos foi seguido por INECEL-LC, e utilizado no presente trabalho é como indicado a seguir:

1. Medir o consumo de energia elétrica (ao nível do equipamento) por usos finais: iluminação, refrigeração, aquecimento de água, ventilação, ar condicionado, entre outros, do consumidor representativo, por estrato de

consumo, tipo de cidade e região geográfica.

2. Entre as informações que devem ser levantadas estão a potência nominal do equipamento, os hábitos de uso (períodos de tempo de utilização), o número de aparelhos do mesmo tipo por habitação, efetuar medições de consumo de energia elétrica em um determinado período de tempo.
3. Determinar para cada grupo de enquetes pertencentes ao mesmo estrato: potência específica média do equipamento, o consumo médio de energia elétrica, o consumo específico de energia elétrica tendo em conta o número de equipamentos nas habitações pesquisadas.
4. Construir com os dados anteriores, a curva de carga, para o consumidor médio do estrato, superpondo os consumos de cada uso final pesquisado. Essa curva de carga deve fornecer, para cada uso, a demanda máxima, demanda coincidente máxima, o consumo diário de energia e o fator de carga do aparelho (ver Anexo A, Figuras A1 a A6)
5. Expandir os resultados da amostra, para o universo de consumidores pertencentes ao estrato de consumo.
6. Calcular o consumo total de cada uso final por estratos de consumo, regiões geográficas e para todo o país.

Os dados devem ser estabelecidos para um mesmo ano que corresponde ao "Ano Base". A partir desses dados, é possível projetar o consumo de energia e a demanda de potência elétricas, para um determinado "Ano horizonte", prévia projeção da população e do número de consumidores (variável não energética).

As sínteses dos cálculos realizados usando o procedimento descrito acima é

apresentado para o setor residencial do Equador, no Anexo A. Para a região da Serra, nas Tabelas A5 a A11, para a região do Litoral nas Tabelas A12 a A17 e para a região Oriental, nas Tabelas A18 a A21. Os resumos destas tabelas são apresentados e analisados na seqüência do trabalho.

O procedimento de cálculo e as tabelas indicadas têm usado nomes de magnitudes não muito comuns, razão pela qual vamos proceder à sua apresentação.

1.3.3.1 Terminologia usada em caracterização energética

- **Consumidor:** é uma pessoa física ou jurídica que tem contrato assinado com a concessionária elétrica para que lhe seja fornecido o serviço de energia elétrica, por meio de uma ligação elétrica, com medidor, à rede de distribuição (no Equador denomina-se "*abonado*").

- **Utilizador:** são o conjunto de pessoas que se servem da energia fornecida ao consumidor. Pode ser uma ou mais famílias o grupos de pessoas que moram juntos. No entanto, o número de utilizadores pode ser igual ou maior ao número de famílias em um estrato. Por exemplo: de uma ligação (solicitada por um consumidor) podem servir-se mais de um utilizador (família). No Equador, a relação utilizador/consumidor é, em geral, entre 1,1 e 1,3.

- **Penetração (%):** é a percentagem de equipamentos ou aparelhos de uso final que se encontram nas residências. São valores médios relativos ao total de consumidores de um estrato.

- **Possessão (%):** percentagem do total de consumidores do estrato de consumo que têm o aparelho ou equipamento de uso final.

- **Ocorrência (%)**: percentagem do total de consumidores do estrato que além de ter o equipamento ou aparelho de uso final usam-lo.

- **Número de equipamentos em uso**: é o número de equipamentos ou aparelhos de uso final que possuem todos os consumidores do estrato.

É importante considerar que na pesquisa (INECEL-LC), o número de aparelhos por consumidor em cada estrato, foi obtido pela relação entre o número total de aparelhos encontrados na pesquisa e o número de pesquisas realizadas. Este número foi expandido para o número total de consumidores de um estrato.

- **Demanda Específica (em watts)**: a demanda específica (expressada em watts), é a média das potências úteis⁵ dos equipamentos de uso final encontrados nas pesquisas feitas para cada estrato.

- **Consumo Específico (kWh / mês)**: é o consumo médio de energia elétrica por mês, medido nos aparelhos de uso final dos consumidores em cada estrato. O diferente valor do consumo específico de um uso final, em cada estrato, é devido ao fato de os modelos e tipos dos equipamentos, assim como a sua utilização, variarem nos diversos estratos. Note-se que quando o estrato é maior, o consumo específico também é mais elevado.

- **Consumo Total (MWh / mês)**: é o consumo total de energia elétrica por mês (MWh/mês) que resulta do produto entre o consumo específico mensal de cada aparelho (de um determinado estrato) pelo o número de consumidores do estrato que usam o aparelho. O número de consumidores do estrato que usam o aparelho é o produto do número de consumidores pela percentagem de ocorrência do

⁵ Potência Útil: é a potência nominal dos equipamentos fornecida pelos fabricantes.

aparelho.

- **Consumo Médio (kWh / mês):** o consumo médio mensal de energia elétrica de um aparelho de uso final é a relação entre o consumo total de energia correspondente e o número de consumidores.

- **Consumo Total Anual (GWh):** o consumo total anual de energia para cada uso final é o produto de seu consumo total mensal pelo número de meses do ano (12).

Não há diferenças maiores entre os consumos de verão e os de inverno. Na Serra, no Litoral e no Oriente, consideramos os dados do inverno, que são um pouco mais elevados do que os do verão.

1.4 USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DA REGIÃO DA SERRA

Em 1991, INECEL pesquisou o comportamento dos consumidores de Quito (cidade grande), Cuenca (cidade média) e Quiroga (cidade pequena) da região Serra, nos usos finais da energia elétrica (INECEL, 1991). No presente trabalho, esses dados são extrapolados para todas as cidades da região, utilizando além deles, as estatísticas de consumo e o número de consumidores, por estratos de consumo, das concessionárias elétricas correspondentes ao ano 1992.

Quito é a única cidade classificada como grande na região. Cuenca (cidade média), serve de modelo para as cidades capitais de província, com populações entre 150.000 e 300.000 habitantes, devido às suas características sociais e culturais semelhantes. Quiroga, típica cidade pequena da Serra, é padrão para as cidades pequenas da região, com populações entre 5.000 e 150.000 habitantes.

No setor residencial da Serra do Equador, os usos finais da iluminação, refrigeração de alimentos e aquecimento de água são os principais responsáveis pelo consumo de energia elétrica em todos os estratos de consumo.

O efeito da sazonalidade no consumo de energia elétrica é insignificante. A variação entre inverno e verão é de apenas 0,06% para Quito, 0,22% nas cidades médias e 0,71% nas cidades pequenas (INECEL, 1991).

Desse modo, o presente estudo analisa o uso final da energia elétrica apenas com dados da época de inverno, que representa, assim, um consumo um pouco mais elevado do que o consumo no verão.

1.4.1 Hábitos de Usos Finais de Energia Elétrica na Serra

Os hábitos de consumo de energia e potência elétrica dos consumidores, podem ser analisados por meio de suas curvas de carga diárias. Elas indicam o uso da energia e a demanda de potência elétricas dos diferentes usos finais, a cada hora de um dia (ver Figuras A1 a A3, no Anexo A).

1.4.1.1 Iluminação

A carga da iluminação está concentrada nas primeiras horas da noite (18 as 21 horas) e coincide com a "ponta" (ou pico) da demanda do sistema elétrico equatoriano, o que ocorre às 19.30 horas.

A curva de carga do uso final iluminação tem a mesma forma para os três tipos de cidades analisadas. Varia apenas a amplitude da demanda, dependendo do estrato de consumo. Além disso, pode-se notar, que a sazonalidade (inverno e verão) não exerce influência sobre a curva de carga.

Nas curvas de carga indicadas, observa-se a variação da demanda de potência nas diferentes horas do dia, a demanda coincidente (em watts), o consumo diário (kWh) e o fator de carga (em %) para o consumidor médio dos diversos estratos de consumo.

A demanda coincidente (às 19:30 horas) da iluminação, é sempre superior em 50%, atingindo 72% da potência total máxima demandada por todos os outros usos finais do lar. Isto quer dizer, que a iluminação exige do sistema elétrico uma potência instalada específica para atender sua demanda.

Desse modo, o consumo diário médio por consumidor varia de acordo com o nível do estrato, do menor (1) ao maior (5). O valor desse consumo está entre 0,53 kWh/consum./dia até 4,75 kWh/consum./dia. Tem uma média de 1,17 kWh/consum./dia, o que corresponde a uma potência coincidente de 273 W. Deduz-se, que o consumo é devido á utilização simultânea de três ou quatro lâmpadas de 90 W ou 60 W, respectivamente.

Ao longo do dia, o uso da iluminação é muito reduzido. A demanda coincidente para um consumidor médio ás 0 horas é de 13 W, ás 6:00 horas é 20 W, ao meio-dia é de 15 W e ás 17:00 horas é 47 W. Em conseqüência do hábito de uso, o fator de carga da iluminação tem um valor médio de 17,91%, o que corresponde a um valor "baixo" de uso durante o dia. As lâmpadas de um consumidor residencial normalmente têm um fator de utilização ligeiramente superior a 4 horas diárias.

Na pesquisa do INECEL, verifica-se que, no setor residencial equatoriano, utilizam-se dois tipos de lâmpadas, incandescentes e fluorescentes, sendo maior a penetração das primeiras (ver Tabela 1.5). O número aproximado de lâmpadas incandescentes e fluorescentes que, na média, encontram-se instaladas nas residências, depende do estrato de consumo e do nível econômico dos consumidores (portanto do tamanho da residência). Esse número é calculado a partir da relação entre o número de aparelhos estendidos e o número de pesquisas estendidas (que corresponde ao número de consumidores).

A Tabela 1.5, pretende dar uma visão das quantidades de lâmpadas médias que têm-se instaladas nas residências dos diferentes estratos, com o objetivo de analisar a sua substituição.

Tabela 1.5 - Média do Número de Lâmpadas por Consumidor nas Residências da Região Serra

Estrato	C.G. Incand.	C.G. Fluores.	C.M. Incand.	C.M. Fluores.	C.P. Incand.	C.P. Fluores.
1 0 - 50	3,37	0,24	6,21	0,21	3,90	0,05
2 51-200	5,88	0,38	6,90	0,31	2,60	---
3 201-500	9,10	0,27	8,80	0,31	6,33	---
4 501-1000	10,68	0,89	13,30	1,10	10,70	0,70
5 + 1000	10,9	1,20	---	---	---	---
Média	8,0	0,60	7,0	0,5	4,70	0,40

Fonte: Preparado pelo Autor com dados de INECEL, 1991

C.G. - Cidade Grande

C.M. - Cidade Média

C.P. - Cidade Pequena

Os hábitos de uso de lâmpadas nas residências da Serra do Equador são similares nos três tipos de cidades. A lâmpada incandescente, como pode observar-se na Tabela 1.5, é a mais usada, devido ao seu baixo custo (aproximadamente US\$0,50). A maior quantidade de lâmpadas (92,4%) são incandescentes e apenas 7,6% são fluorescentes.

Tabela 1.6 - Consumo de Energia Elétrica Mensal em Iluminação para o consumidor médio. Região Serra (1991)

Estrato Cidade	1 0 - 50 kWh/subs.	2 51-200 kWh/subs.	3 201-500 kWh/subs.	4 501-1000 kWh/subs.	5 + 1000 kWh/subs
Grande	15,62	29,13	47,93	60,63	105,32
Mediana	23,92	22,71	48,67	129,72	---
Pequena	16,12	13,56	22,02	326,67*	---
Média	18,60	21,80	39,54	172,31	105,32

Fonte: Preparado pelo Autor com dados de INECEL, 1991

* Dado não confiável, por ser muito maior que os valores dos outros tipos de cidades.

1.4.1.2 Refrigeração

A refrigeração (uso de geladeiras) representa o maior consumo de energia elétrica residencial na Serra equatoriana. Aproximadamente, 33% da energia elétrica da região é consumida pelas geladeiras das residências.

Os hábitos de utilização de geladeiras inclui a sua abertura com muita frequência, deixando a porta aberta por longos períodos de tempo, assim como a sua localização perto de fontes de calor como janelas e fogões, uso de embalagens plásticas nos alimentos, introdução de alimentos quentes e líquidos destampados. Esses hábitos diminuem a eficiência do equipamento e dificultam a transferência de calor entre os alimentos e o ambiente frigorificado.

No Equador, os tipos e modelos de geladeiras e congeladores são muito variados. Esse tópico será analisado no item 2.2.1 de tecnologias utilizadas (no capítulo 2).

Segundo as pesquisas de INECCEL-LC, a presença das geladeiras nos lares equatorianos têm uma penetração de praticamente 100%. O consumo de energia elétrica é tipicamente de base (é constante ao longo do dia), e depende dos hábitos de uso, do modelo, da capacidade e das condições de funcionamento.

Para conhecer os hábitos de consumo em refrigeração, analisam-se as curvas de carga do consumidor médio dos diferentes estratos de consumo, na cidade grande (Quito), média (Cuenca) e pequena (Quiroga) na Serra do Equador (ver Figuras A1 até A3 no Anexo A).

Para o consumidor médio, a demanda máxima coincidente na hora de ponta de sua geladeira é de 80 W e o consumo diário de energia é 1,92 kWh. Apresenta um fator de carga do 100% que é devido a sua utilização durante todo o dia. Os

anteriores valores médios variam em relação ao estrato de consumo, já que os tipos e modelos de geladeiras usados são diferentes (segundo o tipo de consumidor) e até o número delas, no caso dos estratos altos.

O maior consumo em refrigeração apresenta o consumidor médio do estrato 5 (+ de 1000 kWh) de Quito. A sua demanda máxima e demanda coincidente às 19:30 horas (hora ponta) é de 198 W e o seu consumo diário é 4,75 kWh (142,5 kWh/mês e 1.710 kWh/ano). O menor consumo registra-se para o consumidor médio do estrato 1 (0-50 kWh) da mesma cidade, com uma demanda máxima coincidente às 19:30 horas de apenas 16 W, o consumo de energia é 0,38 kWh diário (devido à baixa penetração do aparelho no estrato 1).

Os consumos típicos mensais registrados podem ser verificados na Tabela 1.7. Não se deve esquecer que aqueles são consumos de energia médios. Portanto, dependem da penetração das geladeiras (i.e. seu número) nos diferentes estratos de consumo. A Tabela 1.8 indica a penetração das geladeiras nas residências das cidades da Serra equatoriana. Ao relacionar-se o consumo médio das geladeiras (Tabela 1.7), com os seus índices de penetração correspondentes (Tabela 1.8), é possível ter uma informação mais correta do consumo de energia elétrica de geladeiras para os modelos mais usados em cada estrato.

Assim, por exemplo, as geladeiras usadas pelos consumidores do estrato 3 (201-500 kWh), da cidade grande têm um consumo médio de 88,2 kWh/cons.m./mês (Tabela 1.7). Dividindo esse valor por 1,08 (geladeiras médias por consumidor = penetração) (Tabela 1.8), obtêm-se, como resultado, 81,66 kWh/geladeira/mês (980 kWh ao ano).

Tabela 1.7 - Consumo de Energia Elétrica Mensal de Geladeiras por Consumidor médio. Região Serra (1991)

Estrato	1	2	3	4	5
Cidade	0 - 50	51-200	201-500	501-1000	+ 1000
	kWh/subs.	kWh/subs.	kWh/subs.	kWh/subs.	kWh/subs.
Grande	11,90	51,70	88,20	117,20	145,60
Média	23,90	56,90	99,80	131,5	----
Pequena	13,70	18,50	68,10	250,00	----
Média	16,5	42,40	85,40	166,2	145,60

Fonte: Preparado pelo Autor com dados de INECEL-LOGOS CONSULTORES, 1991

Tabela 1.8 - Número médio de Geladeiras por Consumidor nas Residências da Região Serra

Estrato	Cidade Grande	Cidade Média	Cidade Pequena
1 0 - 50 kWh	0,24	0,48	0,26
2 51 - 200 kWh	0,77	0,88	0,31
3 201-500 kWh	1,08	1,00	0,78
4 501-1000 kWh	1,06	1,05	2,33
5 + 1000 kWh	1,10	----	----
Média	0,85	0,85	0,92

Fonte: Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL-LOGOS CONSULTORES, 1991

A média do estrato 4 das cidades pequenas, explica-se pelo fato de seu consumo de energia ser próprio a uma residência com duas ou mais famílias utilizadoras do serviço.

1.4.1.3 Aquecimento de Água

O aquecimento da água é um uso de energia importante na Serra e representa 32% do consumo residencial total da região. Este serviço energético pode ser obtido a partir de várias fontes de energia (eletricidade, gás e solar) e mediante vários métodos de aquecimento: instantâneo tipo chuveiro, instantâneo de passo com aquecedor a gás e de acumulação elétricos. O uso de coletores solares ligados a reservatórios é raro.

A água quente é utilizada para limpeza pessoal e higiene geral (lavagem de pratos, de roupa, entre outros). Seu uso não é similar entre os estratos. Portanto, é necessário uma análise mais detalhada para cada um dos estratos.

a) Cidade Grande (Quito)

No estrato 1 (0-50 kWh), o consumo de água quente ocorre pela manhã, entre as 5:30 horas e as 8:30 horas, com uma "ponta" às 7:00 horas. A demanda máxima é de 61 W para o consumidor médio do estrato. A demanda coincidente à hora de "ponta" (19:30 horas) é zero. Desse modo, o uso de água quente neste estrato não acontece à noite (ver Figura A1 no Anexo A). O consumo diário de energia para o consumidor médio é baixo (0,13 kWh), sendo o fator de carga de 9,15%. Segundo os dados da pesquisa (INECEL, 1991), o uso de chuveiros elétricos e aquecedores de acumulação elétricos têm similar penetração no estrato (5,26%), para cada tipo de aparelho.

Nos estratos 2 (51-200 kWh) e 3 (201-500 kWh), os hábitos de consumo são similares ao estrato 1, mas, com maior demanda máxima (220 W e 945 W respectivamente). Começa a aparecer um consumo que coincide com a hora

"ponta", e cuja participação na mesma é de 21 W por consumidor médio no estrato 2, e de 91 W por consumidor médio no estrato 3. Seus consumos diários são 0,60 kWh e 4,27 kWh, respectivamente. Seus fatores de carga são 11,33% e 18,83% para cada um deles. A penetração de chuveiros e acumuladores elétricos é 32,81% e 14,06% para o estrato 2 e 35,44% e 62,03% para o estrato 3, respectivamente.

No estrato 4 (501-1000 kWh), os dados pesquisados para o consumidor médio indicam um consumo importante de energia elétrica em aquecimento da água (53,05%). A demanda coincidente na hora de ponta é de 319 W por consumidor médio, o fator de carga é 36,80%. O alto fator de carga significa um consumo permanente durante todo o dia, com uma "ponta" importante entre as 6:30 horas e 8:30 horas da manhã. Entre as 11:30 horas e 13:30 horas, inicia-se uma segunda "ponta", de cerca de 638 W por consumidor médio. Neste estrato, usa-se mais o aquecedor de acumulação elétrico do que o chuveiro. O aquecedor elétrico de acumulação tem uma penetração de 91,43% e o chuveiro, 17,4%. Tanto neste estrato 4, quanto no estrato 3, usa-se também o aquecedor a gás (alimentado a GLP), com uma penetração pequena do ordem de 2,86%.

No estrato 5 (+ 1000 kWh), o consumo para aquecimento de água é importante. Não há chuveiros elétricos, e 90% do serviço é fornecido por aquecedores elétricos de acumulação. Este uso final representa 53,63% do consumo de energia elétrica, tem um fator de carga de 42,59%. A sua curva de carga tem três pontas máximas: às 8:00 horas, às 11:30 horas e às 19:30 horas. Essa última coincide com a demanda máxima do sistema elétrico. As potências máximas por consumidor médio são 2.033 W, 1.134 W e 817 W respectivamente.

b) Cidades Médias

Os hábitos de consumo de energia elétrica para aquecimento da água nas cidades médias, é bastante similar ao que sucede na cidade de Quito. As principais diferenças são:

O estrato 1 (0-50 kWh) das cidades médias, tem consumo de energia por aquecimento de água e demanda de potência que coincide com a hora de "ponta" (19:30 horas), embora a demanda coincidente por consumidor médio seja só de 36 W. A penetração de chuveiros é maior (44,83%). Não se utilizam acumuladores elétricos, mas existe uma pequena penetração de aquecedores de água a gás (6,9%). No estrato 2, também, a principal penetração são os chuveiros (80%). Os aquecedores a gás têm conseguido uma penetração de 10%.

No estrato 3, existem os três tipos de aparelhos, com penetração diferente da que ocorre em Quito. Os chuveiros representam 72,2%, acumuladores elétricos são 2,8% e aquecedor a gás 19,4%. No estrato 4 das cidades médias, o chuveiro tem uma penetração de 40,68%, o acumulador elétrico de 45,76% e o aquecedor a gás de 23,73%. Estas cidades têm uma marcada predisposição a substituir o chuveiro e o acumulador elétricos por aquecedores a gás (GLP).

c) Cidades Pequenas

Nas cidades pequenas (segundo pesquisa do INECEL), não é importante o uso de eletricidade para aquecimento da água. No estrato 1, não se tem consumo devido a este uso final. O estrato 2 tem uma pequena penetração do chuveiro elétrico (4,35%), com baixo consumo de energia diário. O estrato 3 não tem dados de consumo de energia elétrica em aquecimento de água e o estrato 4 (+ 500 kWh) tem chuveiros elétricos com uma penetração da ordem de 66,67%,

consumo baixo às 7:00 horas da manhã e nenhum consumo importante na hora de ponta.

Os consumos típicos médios mensais registrados, são apresentados na Tabela 1.9.

**Tabela 1.9 - Consumo de Energia Elétrica mensal em Aquecimento de água
Consumidor médio. Região Serra (1991)**

Estrato Cidade	1 0 - 50 kWh/subs. Chuv. Acum.		2 51-200 kWh/subs. Chuv. Acum.		3 201-500 kWh/subs. Chuv. Acum.		4 501-1000 kWh/subs. Chuv.Acum.		5 + 1000 kWh/subs Chuv. Acum.	
	Grande	0,7	2,9	9,3	7,0	24,8	97,6	12,6	325	---
Média	7,5	---	16,3	---	27,1	71,9	23	189	---	---
Pequena	---	---	0,8	---	---	---	26,7	---	---	---
Média	4,1	2,9	8,8	7,0	26,0	49,7	20,8	257	---	627

Fonte: Preparado pelo Autor com dados de INECEL, 1991

Chuv. - Chuveiro elétrico

Acum. - Acumulador elétrico de água

As Tabelas 1.6, 1.7 e 1.9 mostram valores de consumo de energia elétrica mensal por iluminação, geladeiras e aquecimento de água, para os consumidores médios de cada estrato. As diferenças evidentes entre tipos de cidades para igual estrato de consumo, deve-se às percentagens de penetração dos equipamentos, que é variável.

Tabela 1.10 - Número de Chuveiros, Acumuladores elétricos e Aquecedores a gás (GLP) médios por Consumidor, nas Residências da Serra

Estrato	Cidade Grande			Cidade Médiana			Cidade Pequena		
	Chuv.	Acum.	Aq.G.	Chuv.	Acum.	Aq.G.	Chuv.	Acum.	Aq.G.
1 0 - 50 kWh	0,05	0,05	---	0,5	---	0,07	---	---	---
2 51 - 200 kWh	0,3	0,1	---	0,7	---	0,1	0,04	---	---
3 201-500 kWh	0,5	0,6	0,02	0,7	0,03	0,2	---	---	---
4 501-1000 kWh	0,3	1,0	0,03	0,7	0,5	0,3	1,0	---	---
5 + 1000 kWh	---	1,3	---	---	---	---	---	---	---
Média	0,2	0,6	0,01	0,6	0,1	0,1	0,21	---	---

Fonte: Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL, 1991

Chuv. - Chuveiro elétrico

Acum. - Acumulador elétrico

Aq.G. - Aquecedor a gás

1.4.2 Níveis de Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais na Região da Serra

O consumo de energia de um determinado uso final é diferente segundo o estrato de consumo, o tipo de cidade e o número de consumidores do estrato. Assim, a iluminação é o principal uso no estrato 1 (0 - 50 kWh), mas não é na região como um todo. A refrigeração é o principal uso nos estratos 2 (51- 200 kWh) e 3 (201- 500 kWh) e o aquecimento da água é maior nos estratos mais altos 4 (501-1000 kWh) e 5 (+ de 1000 kWh). Na cidade grande (Quito), o consumo maior de energia é por aquecimento da água, devido à importância do consumo nesse uso final dos três estratos mais altos. Nas cidades médias e pequenas o principal consumo de energia elétrica é a refrigeração. Na região da Serra a refrigeração é o serviço energético mais importante em termos de consumo de eletricidade. Portanto, os níveis de consumo de energia elétrica, podem ser melhor conhecidos, fazendo uma análise por tipos de cidades e por estratos de consumo.

Uma análise geral dos totais de consumo, pode apresentar um resultado não verdadeiro para todas as faixas de consumo e comprometer a elaboração de um programa de conservação de energia por setores e por estratos de consumo. As Tabelas A5 até A11 do Anexo A, apresentam a distribuição do consumo de energia elétrica por usos finais: iluminação, refrigeração, aquecimento de água e outros, por estratos de consumo e tipos de cidades da região, assim como seus consumos médios.

a) Cidade Grande

Em Quito, apresentam-se as seguintes condições de uso:

- No estrato 1, a iluminação é o consumo mais importante (38%), seguido pela refrigeração (29%) e pelo aquecimento de água (9%).
- No estrato 2, é a refrigeração o consumo mais alto (44%), seguido pela iluminação (24%) e o aquecimento de água (13%).
- Desde o estrato 3 o comportamento é diferente. O aquecimento de água é o uso final de maior consumo (41%), a refrigeração (27%) e a iluminação (15%) vindo a seguir.
- Nos estratos mais altos (4 e 5), o aquecimento de água é responsável pelo 60% e 50%, respectivamente, sendo a refrigeração 12% e a iluminação aproximadamente, 9%.
- Enquanto o estrato mais alto (5), representa apenas 1% dos consumidores, consumindo 11% da energia elétrica, o estrato 1 abrange 20%, consumindo 3% da energia. Desse modo, existe uma grande diferença em seus índices de consumo de energia elétrica por consumidor (21.450 kWh/consum./ano do

estrato 5 contra 495 kWh/consum./ano do estrato 1). O estrato médio 3 tem um consumo de 3.685 kWh/consum./ano.

- O consumo por habitante é, na média regional da Serra, de 1.123 kWh/ano, observando-se uma marcada diferença entre médias dos estratos:
 - estrato 1: 90 kWh/ano;
 - estrato 3: 594 kWh/ano
 - estrato 5: 3.575 kWh/ano.
- Os estratos 2 e 3 consomem 71% da energia elétrica e abrangem 75% dos consumidores.

b) Cidades Médias

Nas cidades médias, o consumo de energia elétrica apresenta as seguintes características:

- Os estratos 1 e 2 têm comportamento similar do que ocorre em Quito. A iluminação é o maior consumo no estrato 1 (37%), seguido pela refrigeração (35%). No estrato 2, o principal consumo é a refrigeração (53%), a iluminação (21%) e o aquecimento da água (15%).
- No estrato 3, a refrigeração é o principal consumo (46%), iluminação (24%) e o aquecimento de água (11%).
- Nos estratos altos 4 e 5 o comportamento é similar que para Quito. O aquecimento de água é o principal consumo elétrico (55%), logo a refrigeração (13%) e quase igual a iluminação (10%).

- O consumo médio por consumidor é 3.287 kWh/ano (274 kWh/mês). O consumo médio por habitante é 619 kWh/ano (52 kWh/mês).
- É notória a diferença de consumo médio de energia por estratos de consumo. O estrato 1: 96 kWh/habit./ano, o estrato 3: 725 kWh/habit./ano e o estrato 4: 1.422 kWh/habit./ano.
- Os estratos 1 e 2 consomem o 75% da energia e abrangem o 94% dos consumidores.

c) Cidades Pequenas

O consumo de energia elétrica é:

- Nas cidades e povoações pequenas como Quiroga (Provincia de Imbabura), os estratos 1, 2 e 3 têm similar comportamento que nas cidades médias. Mas, no estrato alto (4), é a iluminação o principal uso (50%), seguido pela refrigeração (36%) e bem baixo o aquecimento de água (4%).
- O estrato 2 (51-200 kWh), consome 64% da energia elétrica e abrange 40% dos consumidores. É também importante o estrato 1, que agrupa 56% dos consumidores, mas seu consumo é apenas do 17%.
- Qualquer programa de conservação nestas cidades deve dar atenção aos usos finais de iluminação e refrigeração.
- O consumo médio por habitante nas cidades pequenas é 394 kWh/ano (32,8 kWh/mês), que é um consumo muito baixo.

1.4.2.1 Síntese do Consumo de Energia Elétrica na Região da Serra

Os usos finais de maior consumo de energia elétrica na região da Serra são: refrigeração (35%), o aquecimento de água (24%) e iluminação (22%)(ver Tabelas 1.11 e 1.12). O somatório desses consumos determina o consumo total mostrado na tabela síntese 1.12 e cujos resultados são (para o ano 1992):

- Refrigeração : 338,32 GWh → 35%
- Aquecimento de Água : 232,69 GWh → 24%
- Iluminação : 209,87 GWh → 22%
- Outros : 189,20 GWh → 19%
- Total : 970,08 GWh → 100%

O consumo médio por consumidor ao ano é de 1.347,70 kWh (112 kWh/mês)

O consumo médio por habitante ao ano é de 224,62 kWh (19 kWh/mês)

Consumo de Energia Elétrica: SERRA (1992)

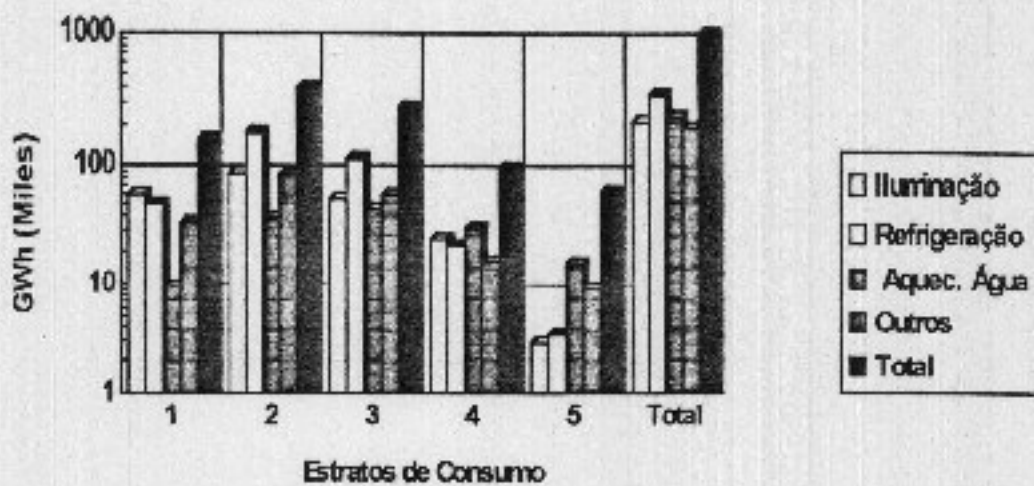


TABELA 1.12

RESUMO TOTAL DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA POR USOS FINAIS REGIÃO SIERRA 1992		
USO FINAL	CONSUMO TOTAL (GWh / Ano)	CONSUMO TOTAL (%)
ILUMINAÇÃO	209,87	21,63
REFRIGERAÇÃO	338,32	34,88
AQUECIM. DA ÁGUA	232,69	23,99
OUTROS	189,20	19,50
TOTAL CALCULADO	970,08	100,00
INDICE kWh / Consum. / Ano :		1.347,71
INDICE kWh / Habitant. / Ano :		224,62

Fonte : Tabela preparada pelo autor com dados de

INECEL - LOGOS CONSULTORES e Estatísticas Anuais das Concessionárias Elétricas.

Distribuição do Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais (1992). Região Serra

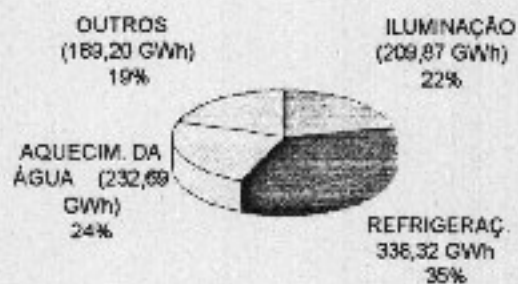


Figura 1.8

1.4.3 Níveis de Demanda de Potência Elétrica por Usos Finais na Região da Serra

Uma magnitude elétrica importante para o Sistema Elétrico Nacional, é a demanda de potência coincidente na hora de máxima utilização, que no Equador ocorre às 19:30 horas. Essa demanda máxima de potência resulta na necessidade de construção de novas usinas para cobrir essas "pontas" elevadas. Portanto, um programa de uso eficiente da energia elétrica no setor residencial deve incluir ações orientadas à redução do uso simultâneo de aparelhos e/ou redução de suas demandas de potência nominal e efetivas.

Em 1992, a demanda máxima coincidente do Sistema Elétrico Nacional foi de 1.251,8 MW ao nível da Subestação Principal do Sistema Nacional Interconectado. Isso significa que os usos finais de iluminação, refrigeração e aquecimento de água do setor residencial da região da Serra foram responsáveis por 18% da demanda máxima coincidente naquele ano. A iluminação representa uma importante percentagem na demanda máxima do sistema (13% só da região da Serra), pelo que é procedente considerar que o programa de conservação de energia elétrica inclui, além do uso eficiente da energia, também o gerenciamento da demanda de potência (ver Tabelas 1.13 até 1.16).

Tabela 1.13 - Participação dos Consumidores Residenciais da Serra na Demanda Máxima Coincidente (19:30 horas) do S.N.

CIDADE GRANDE (QUITO)										
ESTRATO KwH	ILUMINAÇÃO		REFRIGER.		AQUEC.ÁGUA		OUTROS		TOTAL	
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
0-50	8,1	70,1	0,9	8,1	0,0	0,0	2,5	22,0	11,6	100
51-200	36,2	52,9	11,1	16,2	3,3	4,9	17,8	26,0	68,4	100
201-500	23,1	54,1	6,8	15,6	5,1	12,1	7,8	18,2	42,8	100
501-1000	5,8	42,1	1,9	13,4	3,7	26,7	2,5	17,8	13,9	100
+ 1000	2,4	34,2	0,6	8,3	2,4	34,2	1,5	23,3	6,9	100
TOTAL	75,6	52,7	21,3	14,8	14,5	10,1	32,1	22,4	143,5	100

Tabela 1.14 - Participação dos Consumidores Residenciais da Serra na Demanda Máxima Coincidente (19:30 horas) do S.N.

CIDADES MÉDIAS

ESTRATO kWh	ILUMINAÇÃO		REFRIGER.		AQUEC.ÁGUA		OUTROS		TOTAL	
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
0-50	19,9	61,1	3,5	10,6	3,9	12,0	5,4	16,3	32,5	100,0
51-200	19,2	55,6	6,9	19,8	2,2	6,4	6,3	18,2	34,6	100,0
201-500	5,0	52,4	1,7	18,1	0,1	1,5	2,7	28,0	9,5	100,0
501-1000	1,0	48,9	0,2	11,8	0,4	20,9	0,4	18,4	2,0	100,0
TOTAL	45,1	57,4	12,3	15,6	6,6	12,2	14,8	18,8	78,6	100,0

Fonte : Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL-LOGOS CONSULTORES, 1991 e Estatísticas Anuais das Concessionárias Elétricas.

Tabela 1.15 - Participação dos Consumidores Residenciais da Serra na Demanda Máxima Coincidente (19:30 horas) do S.N.

CIDADES PEQUENAS

ESTRATO	ILUMINAÇÃO		REFRIGER.		AQUEC. ÁGUA		OUTROS		TOTAL	
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
TOTAL	42,6	72,5	6,6	11,3	0,0	0,0	9,5	16,2	58,7	100,0

Fonte : Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL-LOGOS CONSULTORES, 1991 e Estatísticas Anuais das Concessionárias Elétricas.

Tabela 1.16 - Participação dos Consumidores Residenciais da Serra na Demanda Máxima Coincidente (19:30 horas) do Sistema Nacional Total Regional

REGIÃO SERRA	ILUMINAÇÃO		REFRIGER.		AQUEC. AGUA		OUTROS		TOTAL	
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
TOTAL	163,3	58,1	40,2	14,3	21,1	7,5	56,4	20,1	281,0	100,0

Fonte : Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL-LOGOS CONSULTORES, 1991 e Estatísticas Anuais das Concessionárias Elétricas.

O Setor Residencial da região da Serra absorve 23% da demanda coincidente máxima do Sistema Elétrico Nacional, dos quais à iluminação correspondem 13%, à refrigeração 3,2% e ao aquecimento de água 1,7%. Outros usos são representam 4,5%.

1.5 USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DA REGIÃO DO LITORAL

As cidades mais representativas da região do Litoral do Equador são Guayaquil, Portoviejo e Manta. No presente trabalho, Guayaquil é classificada como "cidade grande", enquanto que Portoviejo e Manta são cidades médias, assim como as capitais das províncias do Litoral e as cidades com população maior de 150.000 habitantes. Estas cidades apresentam características sócio-culturais e geográficas similares.

Para 1992, as estatísticas mostram que o consumo total de energia na região do Litoral foi de 1.142,5 GWh (maior que na região da Serra, que tem um menor número de consumidores). Desse total, Guayaquil consumiu 602,9 GWh (53%) e as outras cidades médias (Portoviejo, Manta, Esmeraldas, Santo Domingo dos Colorados, Quevedo, Babahoyo, Milagro e Machala), aproximadamente, 404,7 GWh (35%). As cidades e povoações pequenas consumiram apenas 12% do total. Isso indica que os programas de uso eficiente de energia devem dar prioridade aos dois tipos de cidades de maior consumo.

Antes de analisar os hábitos de uso da energia elétrica e do seu consumo, é importante falar acerca da sazonalidade climática, que na região do Litoral (à diferença da região da Serra) influi no consumo de energia elétrica.

1.5.1 Influência da sazonalidade climática

A região do Litoral tem clima basicamente tropical, com uma temperatura média entre 24 a 26 graus centígrados, caracterizada por um período de chuvas de inverno (nos meses de dezembro a maio) e uma estação seca (nos meses de



julho a novembro).

Os dois fatores essenciais na valorização do clima desde o ponto de vista elétrico são a variação da temperatura média durante o ano e a variação da umidade relativa. Na região do Litoral, a variação da temperatura é de 2 a 3 graus centígrados, enquanto, a variação da umidade relativa chega até 15% entre o mês mais seco (dezembro) e o mês mais úmido (março). Isso implica um maior uso do ventilador e do ar condicionado.

O consumo elétrico no verão⁶ (ou seja na época menos quente) diminui principalmente nos estratos altos. Essa diminuição é devida ao menor uso do ar condicionado nesta época do ano. As Tabelas 1.17 a 1.20 apresentam o uso de energia elétrica nas cidades grande e médias no inverno e verão. (as pesquisas de INECEL apenas foram levantadas para esses dois tipos de cidades).

**Tabela 1.17 - Consumo de Energia Elétrica em Inverno e Verão
Cidade Grande do Litoral**

CONSUMO ESTACIONAL	Estrato 0-50 kWh	Estrato 51-200 kWh	Estrato 201-500 kWh	Estrato 501-1000 kWh	Estrato +1000 kWh	TOTAL
Inverno MWh	2.896	14.991	13.511	9.851	8.219	49.468
%	5,9	30,3	27,3	19,9	16,6	100
Verão MWh	2.673	14.029	11.648	6.882	5.852	41.084
%	6,5	34,1	28,4	16,8	14,2	100
Diferença MWh	223	962	1.863	2.969	2.367	8.384
%	7,7	6,4	13,8	30,1	28,8	17

Fonte: INECEL-LOGOS CONSULTORES, "Estudio de Consumo de Energía Eléctrica en los Sectores Residencial y de Pequeño Comercio", 1991.

O consumo de energia elétrica no inverno é superior ao consumo no verão em 17%, com importantes diferenças nos estratos mais altos (3, 4 e 5) em relação

⁶ Verão: na região do Litoral e no Equador, chama-se verão à época mais fresca e sem chuvas do ano, enquanto, conhece-se como inverno à época de chuvas e de maior calor do ano.

aos estratos 1 e 2.

Na Tabela 1.18, observam-se as diferenças de consumo por usos finais, da mostra para Guayaquil.

**Tabela 1.18 - Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais em Inverno e Verão (Mwh)
Cidade Grande**

USO FINAL	0-50		51-200		201-500		501-1000		+1000	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Iluminação	547	547	2325	2188	1922	1752	706	706	919	921
Refriger.	1895	1752	8387	9219	5708	6253	1898	2082	1006	1110
Água: Ag.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ar Condic.	--	--	--	--	--	--	827	3503	4241	3378
Ventilador	56	122	70	195	198	311	--	--	--	--

Fonte: INECEL-LOGOS CONSULTORES, 1991

Na tabela anterior, são importantes apenas as diferenças existentes na refrigeração (geladeiras), e nos usos do ventilador e ar condicionado. Os estratos mais altos 4 e 5 usam o ar condicionado ao invés do ventilador. Esse uso provoca as diferenças de consumo entre inverno e verão. Os outros usos finais, em todos os estratos de consumo, não variam significativamente (iluminação 0% e refrigeração 9%).

Na média, para a cidade grande (Guayaquil), as diferenças do consumo de energia elétrica entre inverno e verão são as seguintes:

- Iluminação: 0,2%
- Refrigeração: 9,0%
- Ar Condicionado: 70,0% (só estratos 4 e 5)
- Ventilador: 51,0% (só estratos 1, 2 e 3)

Nas cidades médias também há diferenças devido à sazonalidade. O consumo

elétrico de inverno e 12% superior ao consumo durante o verão. Apenas é importante a diferença de consumo pelo uso do ar condicionado no estrato 5. O uso da geladeira apresenta um 10% mais de consumo na estação de inverno e a iluminação mantem-se em níveis similares nas duas estações (ver Tabelas 1.19 e 1.20).

**Tabela 1.19 - Consumo de Energia Elétrica em Inverno e Verão (MWh)
Cidades Médias e Pequenas do Litoral**

Consumo Estacional	0-50 MWh (%)	51-200 MWh (%)	201-500 MWh (%)	501-1000 MWh (%)	TOTAL MWh (%)
Inverno	1.384 (13%)	5.664 (53,0%)	2.695 (25,2%)	951 (8,8%)	10.694 (100%)
Verão	1.302 (13,6%)	5.256 (55,0%)	2.284 (24,0%)	707 (7,4%)	9.549 (100%)
Diferença	82 (6,3%)	408 (7,8%)	411 (18,0%)	244 (34,5%)	1.145 (12%)

Fonte: INECEL-LOGOS CONSULTORES, "Estudio de Consumo de Energia Eléctrica en los Sectores Residencial y de Pequeño Comercio", 1991

**Tabela 1.20 - Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais em Inverno e Verão (MWh)
Cidades Médias e Pequenas do Litoral**

Uso Final	0-50		51-200		201-500		501-1000		Diferença Média
	Inv.	Verão	Inv.	Verão	Inv.	Verão	Inv.	Verão	
Iluminação	246	246	961	961	318	317	87	87	0%
Refrigeraç.	---	---	3.466	3.154	1.388	1.263	235	213	10%
Ar Condicion.	---	---	---	---	---	---	355	143	148%

Fonte: INECEL-LOGOS CONSULTORES, "Estudio de Consumo de Energia Eléctrica en los Sectores Residencial y de Pequeño Comercio", 1991

1.5.2 Hábitos de Usos Finais de Energia Elétrica no Litoral

Como foi feito para a região da Serra, na seqüência analisa-se os hábitos de uso dos aparelhos elétricos de uso final na região Litoral, utilizando as curvas de carga dos consumidores médios das cidades: grande (Guayaquil) e das médias e pequenas para cada estrato de consumo.

1.5.2.1 Iluminação

O uso de lâmpadas incandescentes e fluorescentes ocorre nas primeiras horas da noite, entre as 18:00 horas e as 21:00 horas, coincidindo com a hora da demanda máxima do Sistema Elétrico Nacional (19:30 horas).

O consumidor médio do estrato 1 (0-50 kWh) de Guayaquil, tem sua "ponta" de consumo as 19:30 horas, com uma demanda máxima coincidente maior que a registrada para o consumidor da mesma categoria de Quito (161 W contra 138 W). O uso nas primeiras horas da manhã é insignificante. Seu fator de carga é 14,8% e seu consumo diário (medido) é 0,57 kWh/consumid./dia, ligeiramente maior que em Quito (0,53 kWh/consum./dia) e menor que o consumidor das cidades médias (0,61 kWh/consum./dia).

A curva de carga para o consumidor médio do estrato 1 das cidades médias, apresenta uma variação em relação a Guayaquil. Um consumo pequeno, mas constante e notório (11 W), entre as 7:30 horas e as 18:00 horas em que se inicia o consumo maior da hora "ponta".

Os consumidores médios do estrato 2 (51-200 kWh), tanto de Guayaquil quanto das cidades médias e pequenas, apresentam similar hábito de uso da iluminação,

inclusive nos seus valores de demanda máxima coincidente na hora pico (221 W em Guayaquil e 213 W nas cidades médias), em seus consumos diários (0,93 kWh/consum./dia em Guayaquil e 0,94 kWh/consum./dia nas cidades médias) e nos seus fatores de carga (17,52% para Guayaquil e 17,9% para as cidades médias).

A forma da curva de carga para a iluminação, nos consumidores do estrato intermédio (201-500 kWh), é similar em Guayaquil e nas cidades médias. As "pontas" de consumo e demanda têm o mesmo comportamento que nos estratos anteriores. Os valores típicos deste estrato para Guayaquil e cidades médias são os seguintes:

Cidade	Demanda Máx.Coinc.	Consumo Diário	F.Carga
Guayaquil	313 W	1,52 kWh/cons./ano	19,55%
Médias	283 W	1,40 kWh/cons./ano	20,27%

Na região Litoral, a demanda máxima coincidente às 19:30 horas, da iluminação, é, 143 MW (12% da demanda máxima nacional). O número médio de lâmpadas instaladas nas residências apresentam-se na tabela seguinte.

Tabela 1.21 - Número Médio de Lâmpadas nas Residências do Litoral

ESTRATO kWh	CIDADE GRANDE		CIDADE MÉD. E PEQUEN.	
	Incandesc.	Fluoresc.	Incandesc.	Fluorescent.
0-50	2,9	0,4	3,2	1,4
51-200	4,0	1,0	5,7	1,5
201-500	5,7	1,0	5,6	1,6
501-1000	9,5	1,1	6,0	1,2
+ 1000	10,6	1,0	---	---
Média	7,0	0,9	5,0	1,4

Fonte: Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL, 1991

Ao comparar a anterior tabela com a tabela 1.5 que mostra o número de lâmpadas

médias nas residências da Serra, conclui-se:

- Na região da Serra usam-se mais as lâmpadas incandescentes do que as fluorescentes. Na região do Litoral, embora a lâmpada incandescente seja a mais utilizada (81%), há maior utilização de lâmpadas fluorescentes (19%) do que na Serra (na região da Serra apenas 7,6% são fluorescentes).
- O número médio de lâmpadas usadas por estrato nas residências da Serra e do Litoral, é praticamente igual.

Os consumos médios mensais por consumidor e por estrato de consumo, mostram-se na tabela seguinte.

**Tabela 1.22 - Consumo de Energia Elétrica Mensal em Iluminação.
Consumidor Médio. Região Litoral (1991)**

ESTRATO	0-50 kWh	51-200 kWh	201-500 kWh	501-1000 kWh	+ 1000 kWh
CIDADE	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.
GRANDE	17,24	26,95	46,95	74,65	208,8
MÉDIAS e PEQ.	19,79	36,21	43,22	92,59	---
MÉDIA	18,50	31,60	45,08	83,62	208,8

Fonte: Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL, 1991

1.5.2.2 Refrigeração (Geladeiras)

As características das geladeiras usadas na região do Litoral são iguais às da região da Serra. É o aparelho de maior significado no consumo elétrico residencial da região do Litoral e o de maior penetração na região (100% na média).

Três fenómenos caracterizam o consumo das geladeiras na região do Litoral:

- Consumo maior, quando maior for o tamanho do aparelho.
- O consumo médio no Litoral é 40% superior as da Serra. Isso pode ser atribuído à menor eficiência dos aparelhos no Litoral, devido à temperatura média superior da região (25 graus centígrados no Litoral contra 15 graus na Serra). O rendimento das geladeiras é inversamente proporcional à diferença de temperaturas exterior e interior. Então, o compressor trabalha mais para manter o mesmo nível de temperatura interna.
- Variação significativa do consumo dentro de um mesmo tamanho. Depende do modo de uso (em alguns casos é de um fator de 2 ou 3 vezes maior).

Os consumos típicos mensais pesquisados indicam-se na seguinte tabela.

Tabela 1.23 - Consumo de Energia Elétrica Mensal (kWh) no Uso de Geladeiras. Consumidor Médio - Região Litoral

Consumo de "Inverno" e Verão

ESTRATO	0-50 kWh	51-200 kWh	201-500 kWh	501-1000 kWh	+ 1000 kWh
CIDADE	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.
GRANDE	49,6* (45,1)**	91,3 (83,0)	135,8 (123,4)	204,4 (186,0)	236,4 (215,0)
MÉDIAS e PEQ.	50,6 (46,0)	112,8 (102,5)	141,7 (128,8)	200,2 (182,0)	— (—)
MÉDIA	50,1 (45,5)	102,1 (92,8)	138,8 (126,1)	202,3 (184,0)	236,4 (215,0)

Fonte: Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL-LOGOS CONSULTORES, 1991

* Consumo de Inverno - ** Consumo de Verão

A Tabela 1.24 , indica a média de geladeiras por consumidor no Litoral equatorialiano. Os índices de penetração delas têm direta proporcionalidade com o

nível de renda dos estratos de consumo. Os dados utilizados para o cálculo foram o número de equipamentos utilizados e o número de consumidores pesquisados. Esses valores foram ampliados para o universo de consumidores dos estratos correspondentes.

Tabela 1.24 - Número Médio de Geladeiras nas Residências do Litoral

ESTRATO	CIDADE GRANDE	CIDADE MÉD. e PEQ.
0-50 kWh	0,5	0,4
51-200 kWh	0,9	1,1
201-500 kWh	1,0	1,1
501-1000 kWh	1,2	1,5
+ 1000 kWh	1,3	—
MÉDIA	1,0	1,0

Fonte: INECEL-LOGOS CONSULTORES (1991)

1.5.2.3 Aquecimento de Água

No Litoral, o aquecimento de água não é essencial e, portanto, a penetração dos aparelhos para esse serviço é mínima. O uso e hábito de aquecimento de água apresenta-se nos estratos altos de consumo (4 e 5). No entanto, o consumo é relativamente pequeno em relação ao total de consumo de energia elétrica: 5,2% no estrato 4 e 6,6% no estrato 5 de Guayaquil. Nas cidades médias, 0,8% no estrato 2; 0,2% no estrato 3 e 6,7% no estrato mais alto (4).

Como o presente trabalho tem por objetivo a análise dos usos da iluminação, refrigeração e aquecimento de água, no caso da região do Litoral é importante incluir alguns dados sobre o uso do ventilador e do ar condicionado, que representam um uso representativo no setor residencial da região.

1.5.2.4 Ventilação (Ar Condicionado e Ventilador)

A ventilação é um uso típico da região do Litoral e tem um consumo específico elevado, na média, de 203 kWh/mês por residência. O hábito de uso é sazonal (maior na época de "inverno") e o consumo elétrico não é função do tamanho do equipamento, mas sim do fator de uso.

Entre os problemas que acentuam o uso ineficiente, está a instalação não adequada do aparelho de ar condicionado (INECEL; LC, 1991), trazendo o problema do mal-dimensionamento. Assim, por exemplo, um aparelho de janela de 6.000 BTU, instalado em um local grande e não isolado pode ter um consumo superior que um aparelho de tamanho maior (por exemplo, 24.000 BTU), instalado em um lugar muito bem isolado.

As características mais comuns de uso são 5 horas diárias médias e uma potência de 1.500 W por aparelhoraso. As horas de uso são muito variáveis e podem ser de 2 a 8 horas/dia.

Em Guayaquil, o consumo de energia elétrica com esse propósito é da ordem de 24% do consumo total. Os estratos mais altos são os que apresentam maior consumo: estrato 4 (41,3%) e estrato 5 (44,2%) dos seus consumos de energia elétrica. Nas cidades médias e pequenas, o consumo é de 9% do consumo elétrico total, sendo os dois estratos mais altos os que têm maior consumo como no caso anterior: estrato 3 (201-500 kWh) com 16,3% e o estrato 4 (maior que 500 kWh) 38,3%. Nos dois tipos de cidades, nos estratos 1 e 2, usa-se o ventilador, com médias de consumo entre 1,5% e 2,5% do consumo total do estrato.

Os consumos típicos mensais registrados, mostram-se na Tabela 1.25.

Tabela 1.25 - Consumo de Energia Elétrica Mensal (kWh), no Uso de Ventiladores. Consumidor Médio - Região Litoral (1991)
Consumo de "Inverno" e Verão

ESTRATO	0-50 kWh	51-200 kWh	201-500 kWh	501-1000 kWh	+ 1000 kWh
CIDADE	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.
GRANDE	3,4* (1,6)**	1,95 (0,72)	6,8 (4,4)	8,9 (6,3)	9,5 (9,2)
MÉDIAS e PEQUEN.	1,5 (0,1)	3,5 (1,5)	5,9 (3,8)	7,1 (2,2)	--- (---)
MÉDIA	2,4 (0,9)	2,7 (1,1)	6,4 (4,1)	8,0 (4,3)	9,5 (9,2)

Fonte: Tabela preparada pelo autor com dados INECEL; LOGOS CONSULTORES, 1991

* Consumo de Inverno - ** Consumo de Verão

Tabela 1.26 - Consumo de Energia Elétrica Mensal (kWh), no Uso de Ar Condicionado. Consumidor Médio - Região Litoral
Consumo de "Inverno" e Verão (1991)

ESTRATO	0-50 kWh	51-200 kWh	201-500 kWh	501-1000 kWh	+ 1000 kWh
CIDADE	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.	kWh/Cons.
GRANDE	---* (---)**	---	40,8 (15,6)	357,3 (90,9)	759,2 (278,7)
MÉDIA e PEQUEN.	---	1,2 (---)	38,9 (12,2)	309,3 (121,4)	---
MÉDIA	---	1,2 (---)	39,9 (13,9)	333,3 (106,2)	759,2 (278,7)

Fonte: Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL; LC, 1991

* Consumo de Inverno - ** Consumo de Verão

Existe uma pronunciada diferença entre o consumo do ventilador e o do ar condicionado. Fazemos notar que os valores anotados são para a média de consumidores e não dos aparelhos. Assim, por exemplo, no estrato médio 3 (201-

500 kWh), a média de consumo de energia em ventiladores é 6,8 kWh/consumidor/mês, enquanto que a média do consumo de energia do ar condicionado é seis vezes maior (40,8 kWh/consumidor/mês).

Na seqüência, apresenta-se o número médio de ventiladores e ar condicionados usados nas residências do Litoral.

Tabela 1.27 - Número Médio de Ventiladores e Ar Condicionados nas Residências do Litoral

ESTRATO	CIDADE GRANDE		CIDADES MÉD. E PEQ.	
	Ventil.	Ar Cond.	Ventil.	Ar Cond.
1	0,35	---	0,5	---
2	0,50	---	0,7	0,03
3	0,66	0,35	0,7	0,23
4	0,85	2,40	4,5	1,35
5	0,77	2,50	---	---
MÉDIA	0,63	1,8	1,6	0,54

Fonte: Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL; LC, 1991

1.5.3 Níveis de Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais na Região Litoral

Na cidade grande (Guayaquil), o maior consumo da energia corresponde ao uso das geladeiras, nos estratos 1, 2 e 3. No entanto, no estrato mais alto (5) o maior consumo é o do ar condicionado. A geladeira é o aparelho de maior uso e consumo no verão e o ar condicionado é no "inverno". O segundo aparelho de maior consumo é a lâmpada incandescente. Também é importante a cocção, com o uso do fogão elétrico. Este último aparelho é usado nos estratos altos, substituindo os fogões de gás e querosene que encontram-se nos estratos 1 e 2.

No Anexo A, as Tabelas A14 a A17, fornecem dados de consumo de energia

elétrica, característicos da Região do Litoral, e os consumos médios por consumidor, usuário e habitante. Dado importante, no cálculo de índices de consumo, é o número de habitantes por família. Enquanto na região da Serra é de 5,24 habitantes por família (na média regional), no Litoral é 7,35 habitantes por família.

O resumo geral da região, (Tabelas 1.28 e 1.29) apresenta a refrigeração como o maior consumo (52%), seguida pela iluminação (20%) e a ventilação (17%). O aquecimento de água é só 1,9%.

A média per capita da região é de 314,0 kWh / habitante / ano (19,32 kWh / hab. / mês), superior à da Serra (224,6 kWh/hab./ano). Mas existe uma marcada diferença entre estratos de consumo. Enquanto o estrato mais alto tem uma média de 2.522,4 kWh/hab./ano, o estrato mais baixo tem 54,2 kWh/hab./ano e o estrato intermédio 348 kWh/hab./ano.

Similar situação apresenta-se no caso dos consumos médios por consumidor. A média da região é 6.325,8 kWh/consum./ano. A diferença entre o estrato 1 e o 5 é também evidente: 18.917 kWh para o estrato 5 e 443,65 kWh/consum./ano para o consumidor médio do estrato 1. Os consumidores do estrato 3 têm um consumo médio de 3.083 kWh/consum./ano (ver Tabela 1.28).

O consumo de energia elétrica no Setor Residencial da região do Litoral tem a seguinte distribuição:

• Refrigeração:	593,06 GWh →	51,91%
• Iluminação:	229,59 GWh →	20,10%
• Ventilação e Ar Condicionado:	192,10 GWh →	16,80%
• Aquecimento de Água:	22,51 GWh →	1,97%
• Outros:	105,18 GWh →	9,22%
• Total (1992):	1.142,44 GWh →	100,00%
• Índice kWh/habitante/ano:	→	314
• Índice kWh/consumi./ano:	→	1.883,97

TABELA 1.28

**DISTRIBUIÇÃO DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA
REGIÃO LITORAL (1992). RESUMO TOTAL**

Consumo Total	1		2		3		4		5		TOTAL	
	0 - 50 KWh GWh	%	51 - 200 KWh GWh	%	201-500 KWh GWh	%	501 - 1000 KWh GWh	%	+ 1000 KWh GWh	%	GWh	%
USO FINAL												
Iluminação	28,66	39,21	110,24	23,69	58,89	17,61	16,50	10,75	15,30	13,18	229,6	20,10
Refrigeração	40,09	54,84	313,40	67,36	180,32	53,92	41,84	27,25	17,41	14,99	593,1	51,91
Aquec. água	0,00	0,00	3,62	0,78	0,32	0,10	9,91	6,46	8,66	7,46	22,5	1,97
Ventilação	2,83	3,87	10,67	2,29	57,73	17,26	67,73	44,12	53,14	45,77	192,1	16,81
Outros	1,52	2,08	27,33	5,87	37,19	11,12	17,54	11,43	21,60	18,60	105,2	9,21
TOTAL	73,10	100,00	465,26	100,00	334,45	100,00	153,52	100,00	116,11	100,00	1142,4	100,00
Consumo Médio/consum./ano												
ESTRATO	1		2		3		4		5		TOTAL	
	0 - 50 KWh KWh/c./a	%	51 - 200 KWh KWh/c./a	%	201-500 KWh KWh/c./a	%	501 - 1000 KWh KWh/c./a	%	+ 1000 KWh KWh/c./a	%	KWh/c./a (médio)	%
USO FINAL												
Iluminação	173,94	39,21	359,09	23,69	542,89	17,61	824,21	10,75	2492,83	13,18	878,6	13,89
Refrigeração	243,31	54,84	1020,86	67,36	1662,32	53,92	2089,99	27,25	2836,61	14,99	1570,6	24,63
Aquec. água	0,00	0,00	11,79	0,78	2,55	0,10	495,02	6,46	1410,97	7,46	394,1	6,07
Ventilação	17,18	3,87	34,76	2,29	532,20	17,26	3363,25	44,12	8658,11	45,77	2525,1	39,92
Outros	8,22	2,08	89,02	5,87	342,84	11,12	876,16	11,43	3519,29	18,60	967,3	15,29
TOTAL	443,65	100,00	1515,52	100,00	3083,19	100,00	7668,64	100,00	18917,82	100,00	6325,8	100,00
Total Consum.	164771	27,17	306997	50,63	108475	17,89	20019	3,30	6138	1,01	606400	100,00

Consumo Médio/família/ano (Continuação da Tabela 1.28)

	1	2	3	4	5	TOTAL
ESTRATO	0 - 50 kWh kWh/família/a	51 - 200 kWh kWh /família/a	201-500 kWh kWh/família/a	501 - 1000 kWh kWh/família/a	+ 1000 kWh kWh/família/a	kWh médio/família/a
USO FINAL						
Iluminação	159,29	330,37	459,88	746,81	2492,83	837,9
Refrigeração	222,82	939,21	1408,13	1893,97	2836,61	1460,1
Aquec. água	0,00	10,85	2,50	48,60	1410,97	374,6
Ventilação	15,73	31,98	450,82	3085,84	8658,11	2444,5
Outros	8,45	81,90	290,42	793,98	3519,29	938,8
TOTAL	406,29	1394,30	2611,74	6949,39	18917,82	6055,9
Total Famíl.	179922	333586	128056	22091	6138	659893

Consumo Médio/habitante/ano

	1	2	3	4	5	TOTAL
ESTRATO	0 - 50 kWh kWh/habit./a	51 - 200 kWh kWh /habit./a	201-500 kWh kWh/habit./a	501 - 1000 kWh kWh/habit./a	+ 1000 kWh kWh/habit./a	kWh médio/h./a
USO FINAL						
Iluminação	21,24	44,05	61,32	99,59	332,38	111,7
Refrigeração	29,71	125,23	187,75	252,53	378,72	194,7
Aquec. água	0,00	1,45	0,33	59,61	188,13	49,9
Ventilação	2,10	4,26	60,11	408,79	1154,41	325,9
Outros	1,13	10,92	38,72	105,86	469,24	125,2
TOTAL	54,17	185,91	348,23	925,59	2522,38	607,5
Total Habit.	1349418	2510112	862284	157694	46032	4925520

FONTE: Quadro elaborado pelo autor com dados de INECEL-LOGOS CONSULTORES e Concessionárias Elétricas.

DISTRIBUIÇÃO DO USO DE ENERGIA ELETRICA REGIÃO LITORAL - RESUMO (1992)

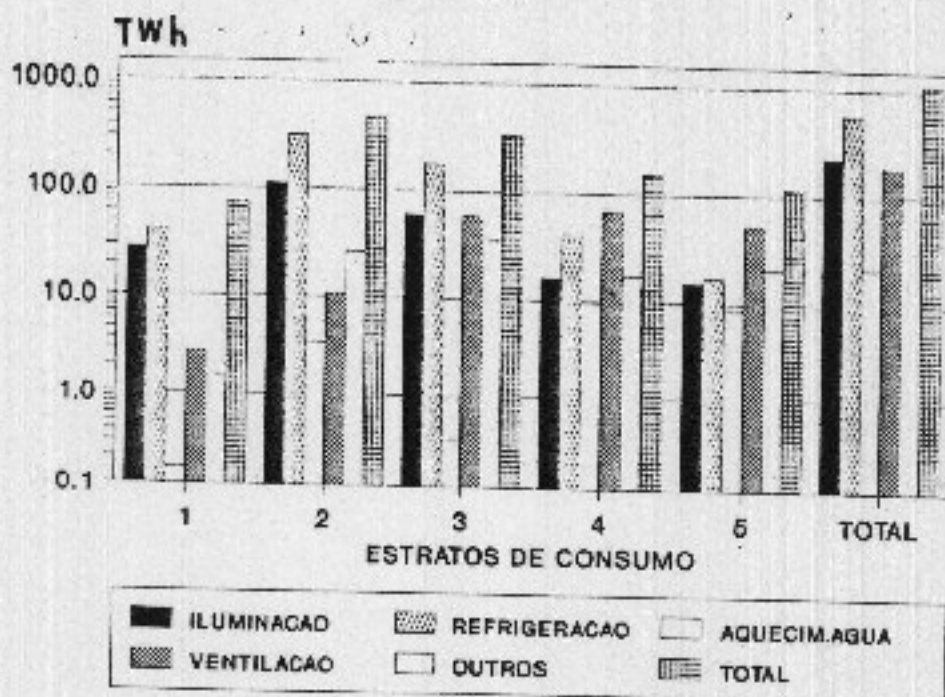


Figura 1.8

Distribuição do Consumo de Ener.Elet. por Usos Finais (1992) Região Litoral

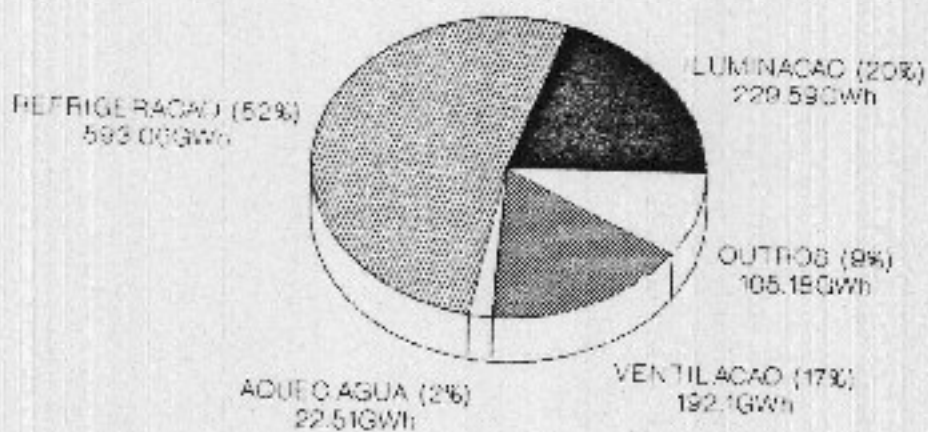


Figura 1.9

1.5.4 Níveis de Demanda de Potência Elétrica por Usos Finais na Região Litoral

A demanda máxima coincidente na hora de ponta do Sistema Elétrico Nacional, é calculada, a partir das curvas de carga dos consumidores médios por estratos de consumo. Conhecendo a demanda máxima coincidente por consumidor médio de cada tipo de aparelho de uso final e o número de consumidores de cada estrato, determina-se a potência máxima coincidente total que cada estrato de consumo absorve do sistema elétrico. Esse valor varia para cada estrato de consumo, por ser uma função do número de aparelho existentes no estrato (% de penetração) e de sua demanda específica média.

Nos usos finais de iluminação e refrigeração o estrato 2 apresenta a maior demanda de potência. No caso do ar condicionado, os estratos 3, 4 e 5, são os que demandam maior potência. Na seqüência, apresenta-se uma síntese e análise desses valores.

Tabela 1.29 - Demanda de Potência Coincidente (19:30 horas), por Usos Finais na Região do Litoral

USO FINAL	DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE MW	% DO SETOR RESIDENCIAL	% DO SISTEMA ELÉTR. NACIONAL
Iluminação	137,00	39,28	10,94
Refrigeração	71,75	20,57	5,73
Ar Condicionado	13,92	3,99	1,11
Outros	126,13	36,16	10,08
TOTAL	348,80	100,00	27,86

O setor residencial da região Litoral é responsável pelo 28% da demanda máxima coincidente ao nível nacional (a região da Serra é 22,44%). Entre as duas regiões, a demanda máxima coincidente na hora de "ponta" é 50% da demanda de potência nacional (aproximadamente 630 MW).

Um programa de uso eficiente de energia elétrica, abrangendo o gerenciamento da demanda de potência no setor, conseguiria tornar a potência absorvida inferior em 13 MW por cada 1% de diminuição da demanda na hora ponta.

Nas duas regiões (Serra e Litoral), é o uso final da iluminação, o de maior demanda de potência e, portanto, o uso final que requer especial atenção com fins de reduzir a potência instalada e demandada pelo setor residencial.

1.6 USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DA REGIÃO ORIENTAL (AMAZÔNIA)

A Região Oriental do Equador é uma zona com baixo nível de desenvolvimento e pouca integração com o resto do país. Seu nível de eletrificação é baixo e na maioria dos casos são sistemas isolados.

As principais cidades orientais são as capitais de Província, todas elas classificadas como cidades pequenas por ter populações inferiores a 30.000 habitantes. Os consumidores do serviço elétrico na região são ao redor de 37.000 (2,7% do número de consumidores do setor residencial ao nível nacional).

A cidade típica do Oriente escolhida para o trabalho de pesquisa INECEL-LC foi Archidona, cidade pequena como todas as da região Oriental. Portanto, a apresentação de dados só será feita para esse tipo de cidade. Archidona, está situada na Amazônia, é de clima mais quente que a região da Serra, quase como a do Litoral, mas não apresenta um comportamento sazonal significativo.

1.6.1 Hábitos de Usos Finais de Energia Elétrica no Oriente

Os usos finais presentes na curva de carga típica das cidades orientais são a iluminação, a refrigeração, rádio/TV e ar condicionado (ver Figura A6 no Anexo A). O aparelho de maior penetração nas residências é a lâmpada incandescente, mas este é o equipamento de maior consumo elétrico apenas no estrato 1 (0-50 kWh). Nos outros três estratos, o maior consumo deve-se às geladeiras, sendo o uso da lâmpada incandescente o segundo em importância. O clima da região faz necessária a utilização de geladeiras com fins de conservação de alimentos.

1.6.1.1 Iluminação

A iluminação demanda uma potência máxima (média por consumidor) de 155 W, sendo nessa mesma magnitude sua demanda coincidente (19:30 horas). O fator de carga é 16%; isto é um uso baixo. Observando a curva de carga, determina-se um hábito de uso importante entre as 18 e as 22 horas.

A Tabela 1.30, mostra o número médio de lâmpadas nas residências da região do Oriente. Esses dados são importantes para estabelecer a percentagem de lâmpadas que podem ser trocadas num programa de uso eficiente de energia.

Tabela 1.30 - Número médio de lâmpadas nas Residências da Região Oriental

Estrato	Lâmpad.Incan.	Lâmpad.Fluor.
0 - 50 kWh	2,5	3,0
51 - 200 kWh	4,8	0,8
201 - 500 kWh	6,5	2,2
501 - 1000 kWh	8,8	0,8
Média	5,7	1,7

Fonte: INECEL; LC, 1991

1.6.1.2 Refrigeração (Geladeiras)

As geladeiras apresentam um consumo similar ao que ocorre na região do Litoral. A penetração das mesmas nas residências dessa região indica-se na Tabela 1.31

O maior consumo de eletricidade diário é em refrigeração, com 0.82 kWh (média por consumidor) e um fator de carga do 100% (uso contínuo durante 24 horas). Sua demanda de potência na hora pico do sistema é 34 W por consumidor médio, ou seja 1,3 MW ao nível regional.

Tabela 1.31 - Número Médio de Geladeiras nas Residências do Oriente

Estrato	Núm.de Gelad.
0-50 kWh	0,5
51-200 kWh	0,8
201-500 kWh	1,1
501-1000 kWh	2,0
Média	1,1

Fonte: INECEL-LOGOS CONSULTORES (1991)

As geladeiras têm maior penetração média do que nas cidades da região da Serra e similar à do Litoral. O clima da região torna imperioso seu uso para conservação de alimentos.

Os consumos típicos mensais de energia elétrica em refrigeração do consumidor médio na região Oriental são os seguintes:

Estrato	0-50 kWh	51-200 kWh	201-500 kWh	501-1000 kWh
Consumo (kWh)	0,0	68,6	123,6	235,0

1.6.1.3 Aquecimento de Água

O aquecimento de água não é um uso importante devido ao clima quente da região. A penetração de chuveiros elétricos nos estratos 1 e 2 é da ordem de 25%. Os estratos 3 e 4 têm pequena penetração do aquecedor elétrico de acumulação. Os consumos médios por consumidor são de 5,58 kWh/mês nos estratos 1 e 2 e de 87,5 kWh/mês no estrato 4. O hábito nesta região é o uso de lenha para aquecimento de água.

1.6.1.4 Ar Condicionado e Ventilador

São aparelhos pouco usados, mesmo com o clima quente da região, possivelmente por seu custo. Os consumidores do estrato 1 não utilizam nenhum tipo de ventilador, embora no estrato 2, haja uma infima penetração de 0,03 ventiladores por consumidor médio. No estrato 3, a penetração é maior (2 ventiladores por consumidor médio), mas, o estrato 4, o mais alto, não têm uso significativo.

1.6.2 Níveis de Consumo de Energia Elétrica por Usos Finais na Região Oriental

O resumo geral da região apresenta a refrigeração como o maior consumo (48%), seguido pela iluminação (43%) e pelo aquecimento de água (3%). A ventilação é apenas 0,8%.

O número de habitantes por família é maior do que na região da Serra, mas menor que na região do Litoral. Enquanto nesta é de 5,24 habitantes por família (na média regional) e no Litoral é de 7,35 habitantes por família, na região Oriental é de 6,27. Esse dado é importante para calcular os índices de consumo por família e por habitante. O consumo médio de energia por habitante é de 67 kWh/habitante/ano (5,6 kWh/hab./mês), o que indica o atraso social e econômico da região. Similar situação apresenta-se no caso dos consumos médios por consumidor. A média da região é 730 kWh/consum./ano. A diferença entre o estrato 1 e o 4 é evidente para o estrato 4, com 3.784,1 kWh e para o consumidor médio do estrato 1, com 359,43 kWh/consum./ano. Os consumidores do estrato 3 têm um consumo médio de 1.895 kWh/consumidor/ano.

A síntese de consumos é a seguinte:

• Refrigeração:	13,0 GWh	→	48,3%
• Iluminação:	11,7 GWh	→	43,3%
• Aquecimento de água:	0,8 GWh	→	2,9%
• Ventilação:	0,2 GWh	→	0,8%
• Outros :	1,3 GWh	→	4,7%

- Total (1992): 27,04 GWh → 100 %
- Índice kWh/habitante/ano: → 67
- Índice kWh/consumi./ano: → 730,8

O consumo de energia elétrica no setor residencial do Oriente apenas representa 1% do consumo do setor residencial do país e 0,5% do consumo de energia elétrica total nacional. O Oriente do Equador é uma zona que requer atenção prioritária em serviços. É a zona de onde são extraídos os recursos petrolíferos e que tem as principais fontes hidráulicas, mas seu grau de desenvolvimento é precário.

1.6.3 Níveis de Demanda de Potência Elétrica por Usos Finais na Região Oriental

No Setor Residencial do Oriente a demanda de potência coincidente às 19:30 horas é 8,29 MW, representando 1,3% da demanda de potência do setor residencial do país e 0,66% da demanda coincidente à hora ponta do Sistema Elétrico Nacional. Os usos finais que intervêm nessa demanda são:

Uso Final	Demanda de P. (MW)	% do S.Resid.Orien.	% do SEN
Iluminação	5,70	68,7%	0,45%
Refrigeração	1,30	15,7%	0,10%
Vent.e Ar Cond.	0,33	4,0%	0,02%
Outros	0,96	11,5%	0,07%
Total	8,29	100,0%	0,66%

1.7 RESUMO DE DADOS CALCULADOS PARA O SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR PARA O ANO BASE 1992.

O Setor Residencial do Equador é responsável pelo 40% da energia elétrica consumida no país e por 51% da potência máxima coincidente (na hora de ponta do Sistema Nacional).

Os consumidores de até 200 kWh de consumo são 83% (estrato 1 + estrato 2) do total, e consomem o 52% da energia do setor. O estrato 3 (201 até 500 kWh) consome 29% e os estratos superiores, os restantes 19%.

O uso final mais representativo é a refrigeração (44%), seguido pela iluminação (21%) e o aquecimento de água (12%).

A síntese total de consumo de energia elétrica por estratos e por usos finais está indicada na Tabela 1.32, na qual é importante ressaltar que, no consumo dos três primeiros estratos, só os usos finais de iluminação e refrigeração somam 60% do total da energia elétrica demandada pelo setor.

A demanda de potência coincidente na hora "ponta" do Setor Residencial do Equador é 51% da demanda do sistema nacional, dos quais a iluminação contribui com 24% e a refrigeração com 9%.

1.7.1 Resumo do Consumo de Energia Elétrica no Setor Residencial do Equador

O consumo de energia elétrica no Setor Residencial do Equador está distribuído da seguinte forma:

USO FINAL	SERRA GWh	LITORAL GWh	ORIENTE GWh	TOTAL GWh	PERCENT. %
Iluminação	209,9	229,59	11,7	451,2	21
Refrigeração	338,5	593,08	13,04	944,6	44
Aquec. Água	232,69	22,51	0,8	255,0	12
Ventilação	—	192,10	0,2	192,3	9
Outros	169,20	105,18	1,30	295,70	14
Total (1992)	970,30	1.142,44	27,04	2.139,80	100
Porcentagem	45%	54%	1%	100%	

A Figura 1.10 apresenta a síntese da distribuição da energia elétrica por usos finais e por estratos de consumo para o ano de 1992.

Os índices de consumo médio de energia elétrica no setor residencial, por habitante e por consumidor, por ano, são de 213 kWh e 1.572 kWh, respectivamente. A região do Litoral apresenta o maior consumo médio nos dois índices, 314 kWh e 1.884 kWh respectivamente. A região da Serra tem um consumo médio menor, 225 kWh/habitante/ano e 1.348 kWh/consumidor/ano.

Os índices de consumo médios totais de energia elétrica para o Equador, considerando todos os setores do Sistema Elétrico Nacional, são os seguintes:

Índice kWh/habitante/ano (1992)⁷ : 545 (ao nível do consumidor)

Índice kWh/habitante/ano (1992)⁸ : 715 (ao nível de geração)

Índice kWh/consumidor/ano (1992)⁹ : 3.458

Os anteriores índices são ligeiramente maiores que os registrados na média pelos países em desenvolvimento, cujo valor é 500 kWh/habitante/ano. Ainda assim é inferior aos consumos médios registrados nos países da Europa (5.000 kWh/habitante/ano) e menor aos registrados nos Estados Unidos que atinge de 10.000 kWh/habitante/ano (Banco Mundial, 1991).

⁷ O Consumo Total de Energia Elétrica no Equador, ano 1992 é de 5.484 GWh (ao nível de consumidor).

⁸ A Demanda Total de Energia Elétrica no Equador, ao nível das Centrais de Geração, para 1992 foi de 7.204 GWh

⁹ O número total de consumidores em 1.992 foi de 1'586.000 ; e, o número total de habitantes para esse ano foi de 10'074.771.

ABEIA 1.32

DISTRIBUIÇÃO DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA
 SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR (1992)
 Por Estados de Consumo e por Usos Finais

ESTADO	1 0-50 KWH		2 51-200 KWH		3 201-500 KWH		4 501-1000 KWH		5 + 1000 KWH		TOTAL	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
USO FINAL												
Iluminação	93,18	30,05	279,05	21,36	106,15	17,25	29,96	11,59	21,09	11,85	451,1	71,88
Refrigeração	97,63	30,05	370,20	57,32	298,27	44,67	59,21	23,75	24,15	13,57	944,4	44,14
Aquecimento	9,91	4,25	45,94	5,75	36,28	4,82	66,28	26,15	39,47	22,17	258,0	11,96
Ventiladores	2,83	1,21	17,08	2,19	57,94	7,51	67,79	26,59	23,14	29,85	192,3	8,99
Outros	38,29	15,53	103,46	11,91	87,65	14,45	23,28	11,25	40,18	22,37	295,7	13,82
TOTAL	233,13	100,00	898,37	100,00	606,99	100,00	220,29	100,00	178,03	100,00	2139,8	100,00
usos Médicos e sanitários												
ESTADO	1 0-50 KWH		2 51-200 KWH		3 201-500 KWH		4 501-1000 KWH		5 + 1000 KWH		TOTAL	
	KWh	%	KWh	%	KWh	%	KWh	%	KWh	%	KWh	%
USO FINAL												
Iluminação	190,76	30,26	310,20	21,28	933,05	17,29	988,28	11,29	2239,10	11,85	8533,0	13,22
Refrigeração	191,77	30,25	763,78	57,37	1016,96	44,67	1719,12	23,75	2678,20	13,57	12888,0	21,19
Aquecimento	20,88	4,25	75,25	5,75	416,87	14,52	1781,25	26,45	4123,89	22,17	13865,8	21,48
Ventiladores	5,97	1,21	15,52	2,19	106,84	9,51	2521,23	26,59	3688,74	29,85	1667,7	25,54
Outros	76,26	15,53	158,23	11,91	457,97	14,45	841,49	11,25	4752,57	22,37	17987,2	18,57
TOTAL	681,13	100,00	1424,92	100,00	5215,11	100,00	7691,37	100,00	19728,50	100,00	6450,5	100,00
por Estado	49,682	34,17	65,972	48,16	1894,5	13,92	33594	2,42	9624	0,66	1361200	100,00

Continuação do Anexo A.1.12

Consumo Médio Mensal

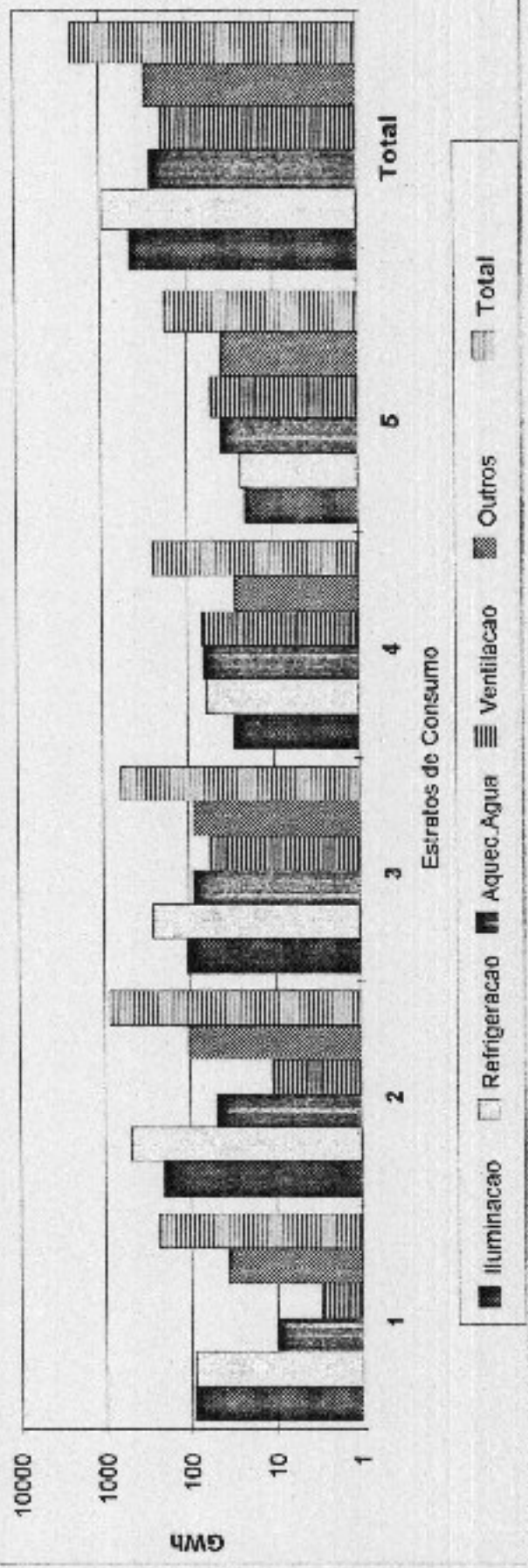
	1	2	3	4	5	6	TOTAL
	0 - 50 kWh kWh/habitante	51 - 200 kWh kWh/habitante	201 - 500 kWh kWh/habitante	501 - 1000 kWh kWh/habitante	1001 - 2000 kWh kWh/habitante	+ 2000 kWh kWh/habitante	Linha total/habitante em kWh
USO FINAL							
Iluminação	196,76	207,22	310,84	642,09	2247,10	8585,11	13228,17
Refrigeração	191,77	703,08	1.234,15	1927,39	2076,20	3.228,77	13965,93
Aquecimento	20,98	0,00	465,43	1928,53	473,89	3088,71	11869,49
Ventilação	5,96	18,11	295,81	1082,69	3088,71	11869,49	63445,2
Outros	70,26	146,42	432,62	616,60	4752,57	19728,50	301437,6
TOTAL	491,17	1220,75	3045,78	7213,18	19728,50	11869,49	301437,6
Total bairro	702529	908777	281034	49886	177546	117546	

Consumo Médio Mensal

	1	2	3	4	5	6	TOTAL
	0 - 50 kWh kWh/habitante	51 - 200 kWh kWh/habitante	201 - 500 kWh kWh/habitante	501 - 1000 kWh kWh/habitante	1001 - 2000 kWh kWh/habitante	+ 2000 kWh kWh/habitante	Linha total/habitante
USO FINAL							
Iluminação	261,7	38,30	68,91	113,49	313,61	111,5	176,8
Refrigeração	22,57	34,54	176,59	236,32	316,83	176,8	182,2
Aquecimento	2,38	9,42	59,35	267,47	383,19	217,6	158,0
Ventilação	0,79	2,61	38,11	201,69	785,17	217,6	158,0
Outros	16,11	12,51	57,68	108,82	303,68	2490,47	1007288,9
TOTAL	62,48	169,78	490,64	768,75	2490,47	6877,8	
Total bairro	701267	493355	1401871	249730	6877,8		

Fonte: Quadro elaborado pelo autor com dados de INECEL e Companhia Elétrica de Equador.

Figura 1.11
Consumo de Energia Elétrica
Setor Residencial do Equador(1992)



1.7.2 Resumo da Demanda de Potência Elétrica no Setor Residencial do Equador

No Setor Residencial do Equador a demanda de potência coincidente às 19:30 horas corresponde ao quadro abaixo:

USO FINAL	SERRA MW	LITORAL MW	ORIENTE MW	TOTAL MW	PERCENT. %
Iluminação	163,30	137,00	5,70	305,00	48
Refrigeração	40,20	71,75	1,30	113,3	18
Aquec. Água	21,10	---	---	21,10	3
Ventilação	---	13,92	0,33	14,20	2
Outros	56,40	128,13	1,00	183,50	29
Total (1992)	281,00	348,60	8,3	636,10	100
Porcentagem	44%	55%	1%	100%	

As percentagens acima indicadas correspondem à demanda máxima de cada uso final em relação ao total demandado pelo Setor Residencial. O Setor Residencial responsável por 51% (638 MW) da demanda máxima coincidente do país que é da ordem de 1.252 MW.

Assim como no caso do consumo de energia elétrica, os usos finais de iluminação e refrigeração são os mais importantes para serem considerados por um programa de uso eficiente de energia elétrica, com o propósito de reduzir a potência elétrica demandada. A iluminação é o principal responsável pela potência absorvida (24% do total nacional), a refrigeração demanda 9% e o aquecimento de água representa 2% da demanda nacional.

A Figura 1.11 apresenta a distribuição da demanda de potência por usos finais.

Distribuição do Consumo de Ener.Elet. por Usos Finais (1992) Setor Residencial do Equador

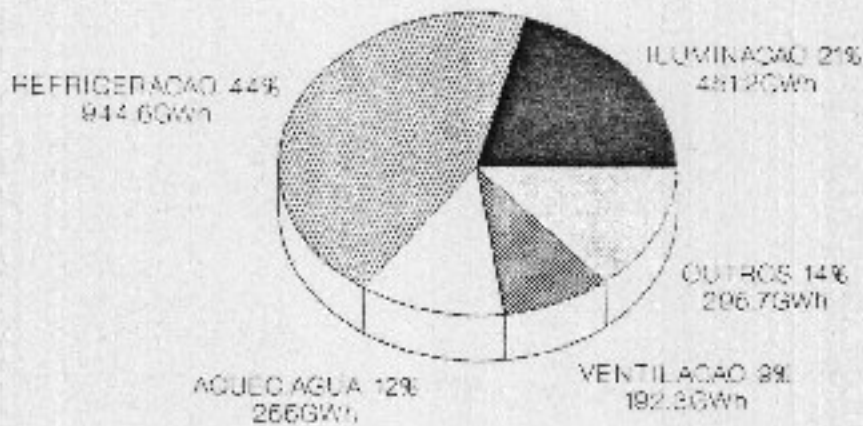


Figura 1.12

Demanda Máxima Coincidente (MW) Contribuições do Setor Residencial Demanda por Usos Finais (1992)

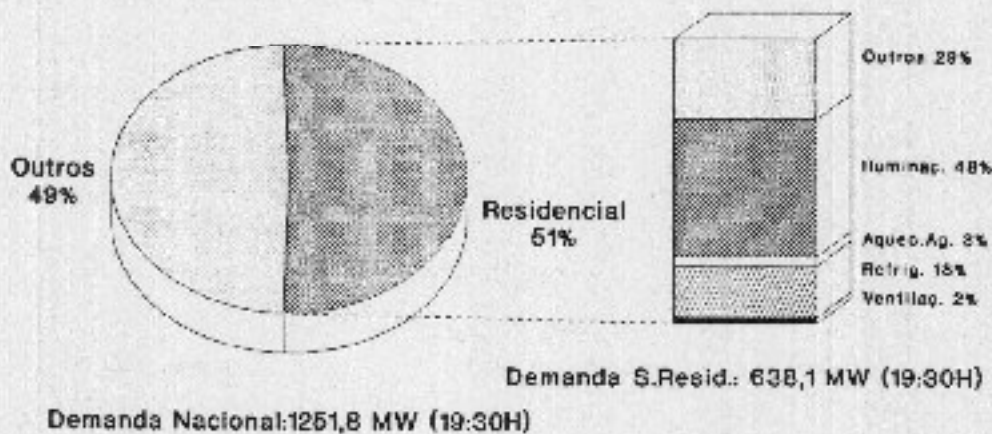


Figura 1.13

1.8 CONCLUSÕES

- A taxa média de crescimento anual do consumo de energia elétrica no setor residencial é de 6,4%, e a taxa de crescimento dos consumidores deste setor é 6,2% ao ano.
- Em 1992, o Setor Residencial do Equador consumiu 40% (2.139,8 GWh) da energia elétrica que se produz no país e foi responsável pelo 51% (638 MW) da demanda máxima coincidente (19.30 horas).
- Os usos finais de maior consumo são:

Refrigeração:	44% do setor residencial (17% do sistema nacional)
Iluminação:	21% do setor residencial (8% do sistema nacional)
Aquecim.de água:	12% do setor residencial (5% do sistema nacional)
Ventilação:	9% do setor residencial (4% do sistema nacional)
Outros:	14% do setor residencial (6% do sistema nacional)
- Na região da Serra, são importantes os usos finais de refrigeração, iluminação e aquecimento de água.
- Nas regiões Litoral e Oriental, a refrigeração, iluminação e ventilação são os principais usos finais.
- A iluminação e a refrigeração constituem 65% do consumo de energia elétrica do setor residencial. Por essa razão, os estudos e estratégias para o uso eficiente de energia devem-se orientar principalmente para esses usos.

- A região da Serra consome 45% da energia elétrica do setor residencial do país, o Litoral 54% e a região Oriental só 1%, o que demonstra seu pouco desenvolvimento. Seus consumos *per capita* e por consumidor são os seguintes:

Serra : 225 kWh/habitante ; 1.348 kWh/consumidor

Litoral : 314 kWh/habitante ; 1.884 kWh/consumidor

Oriente : 53 kWh/habitante ; 731 kWh/consumidor

- As camadas sociais mais numerosas e de maior consumo de energia elétrica são os estratos 1 (0-50 kWh), 2 (51-200 kWh) e 3 (201-500 kWh), que consomem 81% da energia e abrangem 97% dos consumidores.
- Os dois estratos mais altos 4 e 5 (501-1000 kWh e + 1000 kWh respectivamente), abrangem 3% dos consumidores e consomem 20% da energia elétrica do setor. Também é importante promover o uso eficiente nestas camadas sociais.
- O uso final da iluminação absorve 24% (306 MW) da demanda máxima coincidente do sistema, a refrigeração 9% (113 MW) e o aquecimento da água 2% (21 MW). Caso se possa reduzir em 10% a demanda de potência nesses usos finais na hora de máxima demanda, não seria necessário instalar uma usina de 45 MW, cujo custo atual oscila entre 50 e 55 milhões de dólares.
- Não existe no Setor Elétrico Nacional um Programa de uso eficiente da energia. INECEL e as concessionárias do serviço elétrico não têm relacionamento direto com as indústrias fornecedoras de aparelhos e

equipamentos de uso final, assim como nas instalações interiores dos seus consumidores.

- Os dados apresentados sugerem a análise das estratégias que o Setor Residencial do Equador necessita estabelecer, visando principalmente aos usos finais de refrigeração, iluminação e aquecimento da água, que é o objetivo deste trabalho.
- Os dados foram obtidos de cinco fontes principais:

INECEL, INECEL - LOGOS Consultores, Empresas Elétricas Regionais do Equador, Conselho Nacional de Desenvolvimento do Equador (CONADE), Organização Latino-Americana de Energia (OLADE). Alguns dados e cálculos apresentados neles não correspondem, razão pela qual o autor, nesses casos, realizou os seus próprios cálculos, baseados nos dados estatísticos apresentados pelas concessionárias elétricas.

2. ANÁLISE DOS ASPECTOS QUE INFLUEM NO USO EFICIENTE DA ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR: UM ENFOQUE DIRIGIDO À ILUMINAÇÃO, À REFRIGERAÇÃO E AO AQUECIMENTO DE ÁGUA.

2.1 INTRODUÇÃO

No Setor Residencial do Equador, a demanda de energia elétrica vem crescendo rapidamente, mas a energia é fornecida e consumida a baixos níveis de eficiência. Os índices dos últimos anos atingem uma taxa de crescimento anual de 6,3%. Se não forem tomadas medidas para melhorar a eficiência econômica e energética, o setor elétrico enfrentará uma forte crise financeira como consequência do grande volume de investimentos que deverão ser realizados.

O tema da eficiência energética deve ser parte das políticas energéticas do país, principalmente nos setores que, como o residencial, são grandes consumidores de eletricidade. A utilização de energia elétrica em condomínios residenciais e habitações em geral apresenta um alto nível de desperdício, decorrente da instalação e do uso inadequado de lâmpadas, sistemas de refrigeração, de aquecimento de água e de outros equipamentos elétricos. Existe um grande potencial de conservação de energia que não significa privação do conforto e dos benefícios que a energia pode proporcionar, mas a transformação da sociedade dita do desperdício em uma sociedade mais racional na utilização dos recursos globais (GOLDEMBERG et al, 1993).

O objetivo deste capítulo é considerar os principais aspectos, tecnológicos, socio-culturais, políticos e econômicos que influem no uso eficiente da energia elétrica no setor residencial do Equador. Essa análise permitirá estabelecer estratégias para desenvolver um programa de uso eficiente da energia elétrica no setor residencial do país.

O conhecimento das tecnologias utilizadas e produzidas no país facilitará a comparação com as tecnologias eficientes e as condições requeridas para a sua troca por parte dos usuários (avaliações técnico-econômicas são feitas nos capítulos 3 e 4). Além do mais, o estudo dos méritos e imperfeições da atual lei de eletrificação e da política tarifária permitirá definir as políticas nacionais necessárias para proporcionar serviços de energia para o desenvolvimento e para estimular investimentos rentáveis voltados para o uso eficiente da energia. Portanto, a análise das atuais políticas tecnológicas e socio-econômicas são importantes, porque elas revelarão as barreiras que se opõem ao uso eficiente da energia elétrica e identificarão os caminhos para conseguir evoluir para um futuro de consumo de energia que seja sensato do ponto de vista econômico, adequado para o meio ambiente e estrategicamente seguro.

2.2 ASPECTOS TECNOLÓGICOS

As tecnologias de uso final influem diretamente no consumo de energia elétrica e, portanto, sua eficiência é o indicador do aproveitamento efetivo da energia demandada. Para analisar essa influência dos equipamentos de uso final utilizados no Equador é preciso, em primeiro lugar, considerar os equipamentos e as suas características de fabricação.

2.1 Tecnologias de Usos Finais Utilizadas no Equador

No Equador existem empresas fabricantes de aparelhos de uso final, tais como lâmpadas incandescentes (iluminação), geladeiras (refrigeração), chuveiros elétricos e aquecedores de água de tipo acumulador. Estes produtos são oferecidos ao mercado local sem ter de obedecer a normas tecnológicas quanto à eficiência em consumo de energia elétrica, sem exigências especiais de qualidade (emprego de materiais adequados) e sem ter que observar regulações sobre eficiência, racionalização energética e proteção ambiental.

As empresas locais adotaram basicamente os mesmos produtos utilizados nos países desenvolvidos. Assim, ficaram vinculadas às mesmas fontes energéticas e aos mesmos padrões de consumo. Na maioria dos casos, esses padrões são inadequados e ultrapassados, mas poderiam aumentar a sua eficiência tecnológica.

Na seqüência, apresenta-se uma rápida visão das tecnologias de lâmpadas, geladeiras, chuveiros e acumuladores elétricos utilizados nas residências equatorianas das três regiões do país.

2.2.1.1 Iluminação

As lâmpadas elétricas mais usadas no setor residencial são as incandescentes, em aproximadamente 93,4% do total. As fluorescentes convencionais representam 6,6%.

As principais marcas registradas no país são: Osram (produção local), Philips (importada), Sylvania (importada), General Electric (importada). Na Philips

Equador C.A., verificamos a disponibilidade no Equador de todos os tipos de lâmpadas eficientes atualmente à venda no mercado mundial. Mas, como não há no país um Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, os consumidores orientam-se na aquisição de lâmpadas apenas pelo fator preço e o preço mais baixo corresponde as das lâmpadas incandescentes, que são mais ineficientes.

- Lâmpadas Incandescentes

A vida média das lâmpadas incandescentes que se oferecem no Equador é de 1.000 horas. Para tanto, a lâmpada tem que ser usada na voltagem certa. Por exemplo, quando se liga uma lâmpada própria a voltagem 115 volts em uma rede de 127 V, a vida média da lâmpada cai para 350 horas.

As potências mais comuns das lâmpadas incandescentes nas diversas tensões são 25 W, 40 W, 60 W, 100 W e 150 W. Também existem no mercado lâmpadas incandescentes especiais, que economizam energia, e que são mais eficientes. As potências disponíveis são 36 W, 54 W, 67 W e 90 W.

O preço das lâmpadas incandescentes convencionais é, em média, de US\$ 0.50 e as que economizam energia US\$ 0.75 (dólares de janeiro de 1994)

- Lâmpadas Fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes têm uma vida maior e são mais eficientes do que as incandescentes. As que se vendem no mercado local têm uma vida média de 7.500 horas, ou seja 7,5 vezes superior à das incandescentes. A vida das lâmpadas fluorescentes é afetada pelos períodos de funcionamento. Ciclos de funcionamento mais curtos (partidas mais freqüentes) encurtam a vida das

lâmpadas fluorescentes. Ciclos de funcionamento mais longos (partidas menos freqüentes) aumentam a vida. Afetam também seu funcionamento normal a temperatura da parede do bulbo (na produção de luz), o frio excessivo, que pode reduzir o fluxo luminoso, e a umidade, que dificulta a partida, tornando necessária uma tensão mais elevada. Para evitar a umidade, usa-se uma cobertura de silicone que assegura a partida sob condições de umidade.

As potências comuns das lâmpadas fluorescentes convencionais são 15 W, 20 W, 30 W, 40 W e 60 W. Na Tabela 2.1, apresentam-se as principais características das lâmpadas fornecidas pelos distribuidores.

O preço em dólares das lâmpadas fluorescentes convencionais é o seguinte (janeiro de 1.994):

- Custo da lâmpada - US\$ 2.50
- Custo do reator - US\$ 5.90
- Custo da luminária - US\$ 5.20
- Custo Total - US\$ 13.60

Ainda sem uma utilização importante, estão as lâmpadas fluorescentes compactas, também disponíveis no mercado local.

- Lâmpada Fluorescente Compacta (LFC)

A lâmpada fluorescente compacta é uma lâmpada de pequenas dimensões, com uma base especial onde ficam o *starter* e o capacitor. Reatores e soquetes adequados são necessários para o seu funcionamento. As lâmpadas incandescentes podem ser substituídas utilizando-se um adaptador que é o

próprio reator e possui a mesma base (rosca) das lâmpadas incandescentes. Fornece o mesmo fluxo luminoso e uma boa reprodução das cores, porém consome 85% menos energia do que uma lâmpada incandescente e tem uma vida útil de 8.000 horas (8 vezes mais que uma lâmpada incandescente).

As potências de fabricação das lâmpadas fluorescentes compactas são 9 W, 11 W, 15 W, 20 W e 23 W. Os preços dessas lâmpadas variam no Equador desde US\$ 9 até US\$ 16, dependendo do volume da compra (preços de janeiro de 1994).

Na Tabela 2.1 da página a seguir, apresentam-se as características das lâmpadas à venda no mercado do Equador. O preço delas são expressos em dólares de janeiro de 1994. Nessa data o câmbio foi: *US\$ 1.00 = S/. 2.100 (Sucre)¹⁰. O consumo elétrico calculado considera um uso diário médio de 4 horas (**).

¹⁰ Sucre: moeda da República do Equador

Tabela 2.1 - Características das Lâmpadas à venda no Equador

Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência (lm /W)	Vida Média (horas)	Consumo Elétrico (kWh/ano) **	Preço Unitár. (US\$)*
Incandesc. Convencio.	25	280	11,2	1000	36,5	0.35
	40	470	11,8	1000	58,4	0.50
	60	780	13,0	1000	87,6	0.60
	100	1480	14,8	1000	146,0	0.65
	150	2360	15,7	1000	219,0	0.70
Incandesc. Econômica	36	410	12,8	1000	52,6	0.55
	54	710	14,6	1000	78,8	0.65
	67	950	15,8	1000	97,8	0.75
	90	1320	16,4	1000	131,4	0.80
Fluoresc. Convencio.	15	850	56,7	7500	21,9	2.30
	20	1060	59,0	7500	29,2	2.30
	30	2000	69,2	7500	43,8	2.50
	40	2700	69,4	10000	58,4	2.50
Fluoresc. Econômica	16	1020	63,7	7500	23,4	2.50
	32	2500	78,1	7500	46,7	2.50
Fluoresc. Compacta PL Electronic /T	9	400	44,0	8000	13,1	8.00
	11	600	55,0	8000	16,1	9.00
	15	900	60,0	8000	21,9	10.00
	20	1200	60,0	8000	29,2	14.00
	23	1500	65,0	8000	33,6	15.00

Fonte: OSRAM C.A. ; PHILIPS ECUADOR C.A. ; Pesquisas do Autor, (janeiro de 1994)

2.2.1.2 Refrigeração (Geladeiras)

A conservação de alimentos nas residências, é um uso final de muita importância e a população equatoriana utiliza as geladeiras com esse fim. No Equador, estima-se uma produção média anual de 60.000 a 70.000 geladeiras (YOSHIZAWA ; CORREA, 1986), mas dados aproximados atuais falam de 90.000 até 100.000 geladeiras por ano, fabricadas principalmente por ECASA, DUREX e INDURAMA, (indústrias equatorianas). Outras marcas locais são: PHILCO, HOTPOINT, FAEDA, SINGER e ELECTROLUX.

Segundo os fabricantes, os modelos mais vendidos são os de uma porta, 10 pés cúbicos (283 litros) e os de duas portas, 12 pés cúbicos (340 litros). Os modelos e as características do compressor são os mesmos sob as marcas DUREX, PHILCO, HOTPOINT, FAEDA, SINGER e ELECTROLUX. Os compressores são fabricados no Brasil sob a marca EMBRACO e SICOM, e são também utilizados nas marcas ECASA, HOMELINE e KELVINATOR.

Normalmente, o trabalho do compressor sem carga é 10 minutos ligado e 10 minutos desligado (ligado 12 horas diárias). Com plena carga o trabalho do compressor é, 20 minutos ligado e 10 minutos desligado (ligado 16 horas por dia).

**Tabela 2.2 - Características das GELADEIRAS à venda no Equador
(Janeiro de 1994)**

ITEM	MARCA E PROCEDÊNCIA	MODELO	COMPRESSOR		
			TIPO	POTÊNCIA	MARCA/PROC.
A1	ECASA (EQ)	R-10	PW5.5KN	124 W	EMBRACO-BRAS
A2	ECASA (EQ)	RD-12	FF5.5BKW	220 W	EMBRACO-BRAS
A3	ECASA (EQ)	RD-140	34LRA	220 W	-BRAS
A4	ECASA (EQ)	RD-15	FF8.5BKW	180 W	EMBRACO-BRAS
A5	ECASA (EQ)	RD-141	25LRA	160 W	-BRAS
B1	INDURAMA (EQ)	---	FF11.5KW	180 W	EMBRACO-BRAS
B2	INDURAMA (EQ)	R1475	FF8.5BKW	400 W	EMBRACO-BRAS
B3	INDURAMA (EQ)	R1350	FF5.5BKW	220 W	EMBRACO-BRAS
B4	INDURAMA (EQ)	R1350	PW5.5KN	160 W	EMBRACO-BRAS
C1	KELVINATOR (EQ)	R1380	FF8.5BKW	240 W	EMBRACO-BRAS
D1	PHILIPS (EQ)	PH-7	US2132714	150 W	USA
D2	PHILIPS (EQ)	PH-12	US2132714	150 W	USA
E1	HOTPOINT (EQ)	2014B	FF11.5BKW	240 W	EMBRACO-BRAS
E2	HOTPOINT (EQ)	TAU-350	AE120LS30	240 W	-----
E3	HOTPOINT (EQ)	TAU-400	AE140LS30	240 W	-----
F1	HOMELINE (EQ)	RI-530	FF11.5BKW	240 W	EMBRACO-BRAS
F2	MAYTAG (USA)	RTD2300C	WHISPER C.	---	USA
H1	FRIGIDAIRE (USA)	2PH-F-12	-----	USA	
H2	FRIGIDAIRE (USA)	2PH-14	-----	USA	
H3	FRIGIDAIRE (USA)	2PH-F-21	-----	USA	
I1	OLD STAR (KOR)	GR-252 FDS	-----	125 W	COREA
J1	WESTINGH.(USA)	1PH-10	-----	---	USA
J2	WESTINGH. (USA)	1PH-12	-----	---	USA
K1	DAEWOO (KOR)	FR-350	CL23NN-1	151	KOREA

Fonte: Pesquisas do autor em lojas de eletrodomésticos do Equador

Simbólos:

EQ - Equador ; BRAS - Brasil ; USA - EEUU de NA ; KOR - Coreia

* - Dólares de janeiro de 1994

Tabela 2.3 - GELADEIRAS usadas no Equador: marca, capacidade, consumo de eletricidade anual e preço.

ITEM	MARCA E PROC.	CAPACID. (pés cúbicos)	CONSUMO ELÉTRICO (kWh/ano)		PREÇO UNITÁRIO (US\$)*
			Serra	Litoral	
A1	ECASA (EQ)	10	580,8	813,6	370,00
A2	ECASA (EQ)	11	603,6	845,8	380,00
A3	ECASA (EQ)	12	499,6	699,4	440,00
A4	ECASA (EQ)	14	997,5	1396,5	580,00
A5	ECASA (EQ)	18	1649,5	2309,3	730,00
B1	INDURAMA (EQ)	10	303,1	424,4	380,00
B2	INDURAMA (EQ)	12	522,0	730,8	480,00
B3	INDURAMA (EQ)	14	1322,8	1851,9	595,00
B4	INDURAMA (EQ)	14	1356,7	1899,4	685,00
C1	KELVINATOR (EQ)	14	10007,7	1410,7	620,00
D1	PHILIPS (EQ)	10	609,0	852,6	250,00
D2	PHILIPS (EQ)	12	740,4	1036,6	450,00
E1	HOTPOINT (EQ)	10	704,4	986,2	400,00
E2	HOTPOINT (EQ)	12	715,0	10001,0	480,00
E3	HOTPOINT (EQ)	18	1561,7	2186,4	730,00
F1	HOMELINE (EQ)	14	1524,0	2133,6	580,00
G1	MAYTAG (USA)	23	1320,0	1848,0	1.100,00
H1	FRIGIDAIRE (USA)	12	1255,08	1757,2	880,00
H2	FRIGIDAIRE (USA)	14	807,6	1130,6	990,00
H3	FRIGIDAIRE (USA)	21	1414,3	1980,1	1.020,00
I1	GOLD STAR (KOR)	12	1176,0	1646,4	850,00
J1	WESTINGH. (USA)	10	271,2	379,7	650,00
J2	WESTINGH. (USA)	12	626,8	877,5	850,00
K1	DAEWOO (KOR)	11	540,0	756,0	690,00

Fonte: Pesquisas do autor em lojas de geladeiras, e INECEL-LOGOS CONSULTORES, 1990
EQ - Equador ; USA - Estados Unidos da Norte-américa ; KOR - Coréia

* Dólares de Janeiro de 1994

As Tabelas 2.2 e 2.3 apresentam dados de alguns tipos de geladeiras pesquisados, mas deve-se ter presente que não são exatos os valores de consumo de energia elétrica indicados pelos fabricantes, já que o consumo depende, além do tipo de compressor e tamanho da geladeira, de outros fatores externos e de hábitos de uso, tais como localização da geladeira, temperatura ambiental onde se encontra, quantidade de alimentos para conservar, número de aberturas das portas, entre outras. Contudo, nas geladeiras usadas nas cidades da Serra, os consumos de eletricidade médios mais comuns (INECEL, 1990) são:

Geladeira 1 porta horizontal - 10 pés cúbicos: 62,5 kWh/mês (750 kWh/ano)

Geladeira 2 portas horizontais-12 pés cúbicos: 104,17 kWh/mês (1.250 kWh/ano).

As geladeiras de uma porta normalmente não têm espaço para congelamento. A temperatura de evaporação varia entre -8 e -12°C . As geladeiras de duas portas apresentam um espaço de congelamento e a temperatura varia de -14 a -18°C . Existem geladeiras de duas portas denominadas "*Frost-Free*", que não fazem congelamento devido à presença de resistências de degelo automático no evaporador. Essas resistências são uma carga elétrica adicional, que ao liberar calor na câmara frigorífica proporciona uma carga térmica que tem que ser tirada fora pelo compressor. Essas geladeiras têm um consumo entre 15% e 20% superior ao das geladeiras de duas portas sem "*Frost-Free*". Em potência, as resistências de degelo consomem entre 360 watts e 400 watts.

O consumo de energia elétrica das geladeiras nas regiões do Litoral e Oriental é maior do que na região da Serra, devido a dois fatores:

1. Técnico: menor eficiência das geladeiras no Litoral e Oriente, devido à maior temperatura média ambiental dessas regiões;

2. Operacional: pela maior necessidade de conservação de alimentos e bebidas frias. Além disso, os alimentos que são levados à geladeira têm uma temperatura média maior que deve ser eliminada.

Os consumos de energia elétrica das geladeiras nas regiões do Litoral e Oriental são superiores em 30% e 40% aos consumos das geladeiras de tipos e modelos similares na região da Serra (INECEL-LOGOS CONSULTORES, 1991):

Geladeira 1 porta horizontal - 10 pés cúbicos: 100,81 kWh/mês (1.209 kWh/ano)

Geladeira 2 port. horizontais - 12 pés cúbicos: 130,50 kWh/mês (1.566 kWh/ano)

As empresas equatorianas fabricantes de geladeiras têm capacidade tecnológica para o desenvolvimento de aparelhos mais eficientes. Sua maior dificuldade é de caráter econômico, em razão dos investimentos requeridos. O desenvolvimento de geladeiras mais eficientes não é privilégio dos países desenvolvidos e não é resultado de um alto desenvolvimento tecnológico. No item 2.2.2, analisam-se algumas medidas para conseguir melhorar a eficiência nos modelos de geladeiras.

2.2.1.3 Aquecimento de Água

A eletricidade é a principal fonte de energia utilizada para o aquecimento de água no Equador, principalmente nas cidades da região da Serra. As tecnologias mais utilizadas para aquecer água são o chuveiro elétrico, o aquecedor elétrico de acumulação e o aquecedor instantâneo (de passo) a gás. Em muito pequena escala, também são utilizados coletores solares.



a) Chuveiro elétrico

O chuveiro elétrico é uma resistência elétrica pela qual se faz passar água. O aquecimento é instantâneo e, além disso, evita as perdas de calor presentes nos aquecedores elétricos por acumulação. Um inconveniente do chuveiro elétrico é que requer uma potência instalada elevada, criando pontas de potência na curva de carga. O chuveiro elétrico tem um consumo médio entre 25 kWh/mês e 50 kWh/mês (ver Tabela 2.4) e é menor em oito vezes ao consumo do aquecedor elétrico por acumulação.

Normalmente, os chuveiros fabricados no Equador têm uma vazão de 3 lt/min (a norma é de 5 a 7 lt/min), têm uma resistência elétrica de 2.500 watts de potência, e conseguem elevar a temperatura da água entre 10°C até um valor máximo de 25°C (na Serra). Para garantir condições de conforto, o chuveiro elétrico deveria ter uma potência de 7.800 W. No Brasil, estão sendo fabricados chuveiros elétricos dessas potências, porém, caso fossem seguidos os padrões brasileiros haveria um aumento de potência de um fator de 2 ou 3, na região da Serra, o que ocasionaria uma forte sobrecarga à rede de energia elétrica das concessionárias.

Na Tabela 2.4, apresentam-se as potências típicas deste tipo de aparelho, sendo mais comerciais no Equador os de 2.500 W. A tendência dos chuveiros atuais é de aumentar a sua potência até 5.000 W, mas têm sido comercializados equipamentos elétricos para aquecimento de água instantâneo até 12.000 W de potência.

Nos últimos três anos, devido ao uso de chuveiros elétricos, as concessionárias equatorianas da região da Serra tiveram que trocar os medidores de energia elétrica residenciais com capacidade de 10 ampères por modelos da ordem de 15

a 60 ampères, devido ao uso de chuveiros elétricos. Ainda que, funcionalmente, o chuveiro elétrico possa parecer a solução energética mais favorável para o consumidor, não ocorre o mesmo para as concessionárias elétricas em razão das consequências que provoca sobre a demanda elétrica. Enquanto o consumidor paga cerca de US\$ 30 pelo chuveiro, as concessionárias devem investir ao redor de US\$ 600 para fornecer energia e potência a cada novo chuveiro instalado (GELLER, 1990).

Na Tabela 2.4, são apresentados os preços dos chuveiros elétricos produzidos no Equador, que são menores em aproximadamente 50% aos chuveiros importados. Além disso, são pequenos e não oferecem o conforto desejável.

Tabela 2.4 - Características dos Chuveiros Elétricos no Mercado Comercial do Equador (Janeiro de 1994)

MARCA	PROCEDÊN.	POTÊNCIA (W)		CONSUMO ELÉTRICO kWh/ano**	VOL. DE ÁGUA AQUECIDA LL/Min.	TEMP. °C	PREÇO US\$ *
		L.P.	H.P.				
FAME	BRASIL	2000	3200	442,9	2,0	32	17.00
FAME	BRASIL	3500	4000	638,8	3,5	36	19.00
CORONA	BRASIL	3500	4250	660,1	3,9	36	22.00
LORENZZ.	BRASIL	3200	5400	732,5	4,5	40	30.00
FAMINHO	BRASIL	3500	4500	681,3	3,5	36	25.00
FAMA	EQUADOR	--	3000	511,0	3,2	32	12.00
FAMMY	COLÔMBIA	2000	4000	511,0	—	---	25.00

Fonte: INECEL, "Investigación de Uso Final de la Energía", Mayo de 1990 e pesquisas do autor, janeiro de 1994.

* Dólares de janeiro de 1994 (US\$ 1.00 = S/ 2.100 Suces)

** O consumo de energia elétrica foi calculado sob a hipótese de uma utilização diária de 4 pessoas durante 7 minutos cada uma, em média, e com a potência média do chuveiro elétrico. Esses valores são similares às medições feitas no estudo sobre "Investigación de Usos Finales de la Energía" (INECEL, mayo de 1991).

b) Aquecedor de Água com acumulador elétrico

Outro sistema de aquecimento da água muito difundido nos estratos médios e altos (3, 4 e 5) do Equador é o aquecedor de água com acumulador elétrico. São aparelhos que transformam a energia elétrica em térmica por meio de resistências, armazenando água quente durante um período de tempo para o seu uso posterior. Os principais componentes deste sistema são:

- Acumulador, que é o armazenador da água quente;
- resistência elétrica, que é o elemento esquentante;
- parede isolada, para evitar perdas de energia para o meio ambiente e poder, desta maneira, armazenar água quente com maior eficiência;
- termóstato, que é o dispositivo que permite manter a temperatura dentro do acumulador em uma faixa prefixada. Neste caso, a faixa de temperatura oscila entre uma temperatura máxima da ordem de 78°C e uma mínima da ordem de 62°C. O tipo de controle é "on - off", o que significa que a corrente elétrica é desligada quando a temperatura atinge o valor máximo e volta ligar-se quando atinge o valor da temperatura mínima.

O consumo de energia elétrica do aquecedor de água é determinado por dois componentes:

1. Consumo "Stand-by", que é o consumo necessário para manter a água quente e restituir as perdas térmicas. Geralmente, este consumo é da ordem do 20% da potência instalada do aparelho. Por exemplo, um acumulador elétrico de 110 litros de capacidade e uma potência de 3.000 watts, permanece ligado

para restituir as perdas térmicas durante cinco horas por dia, o que representa um consumo de 15 kWh/dia ou 450 kWh/mês.

2. O consumo da água quente pode ser determinado pela seguinte fórmula:

$$C = L * (T_f - T_i) * C_v$$

onde:

C = Consumo de energia em kWh

L = Água quente consumida no período (em litros)

T_f = Temperatura final do aquecimento da água (em graus centígrados)

T_i = Temperatura da água no ingresso do boiler (em graus centígrados)

C_v = Coeficiente de conversão (C_v = 1 kWh/860 calorías)

A faixa de variação do consumo oscila entre um máximo de 396 kWh/mês (equivalente a 4 horas e 30 minutos de uso por dia) para um acumulador de 3.000 W de potência até um mínimo de 66 kWh/mês (equivalente a 2 horas por dia efetivas de uso) para um acumulador de 1.500 W de potência instalada. O consumo elétrico do acumulador é um consumo controlado pelos consumidores e apresenta uma baixa eficiência pelas perdas de calor da água no interior do acumulador e nos canos, através das paredes e pavimentos.

Os preços dos aquecedores de acumulação elétricos (Tabela 2.5) são elevados quando comparados com os preços dos chuveiros elétricos. Portanto, propor a substituição de chuveiros por estes aparelhos ou a sua instalação em novas edificações parece um contra-senso. Os acumuladores elétricos estão sendo

substituídos nos últimos anos, pelos chuveiros elétricos e pelos aquecedores instantâneos a gás (GLP).

Tabela 2.5 - Características dos Aquecedores de Água em Acumuladores Elétricos e Aquecedores Instantâneos a GLP no Mercado de Equador (Janeiro, 1994)

MARCA E PROCEDÊNCIA	POTÊNCIA (WATTS)	CAPACIDADE (GALÕES)	PREÇO (US\$)
PIPSA (Equador)	3500 W - 110V	30	160.00
PIPSA (Equador)	2200 W - 110 V	30	140.00
PIPSA (Equador)	2200 W - 220V	30	135.00
SAKU-METAL (Equador)	2200 W - 110 V	20	115.00
CLASSIC (USA)	GLP	4	295.00
SICOSA (Itália)	GLP	10	145.00
INDURAMA (Equador)	GLP	15	143.00
INDURAMA (Equador)	GLP	10	120.00
WELL-TANK (Equador)	GLP	10	95.00
INDURAMA (Equador)	GLP	5	95.00
WELL-TANK (Equador)	GLP	15	87.00

Fonte: Pesquisas do Autor em lojas comerciais do Equador.

Tabela 2.6 - Consumo de Eletricidade dos Aquecedores de Água na Região da Serra do Equador.

MARCA	PROCEDÊNCIA	CAPACIDADE (GALÕES)	CONSUMO MÉDIO DE ENERGIA Kwh/Mês
SADNA	EQUADOR	20	396,0
TITAN	EQUADOR	20	253,15
DELFIN	EQUADOR	20	111,43
INMETAL	EQUADOR	20	169,49
METANAL	EQUADOR	20	141,14
PERMACALOR	EQUADOR	30	271,71
TENSYLVANIA	EQUADOR	30	147,33
DELFIN	EQUADOR	30	385,29
SIDEC	EQUADOR	35	285,16

Fonte: INECEL - LOGOS CONSULTORES, 1991

c) Aquecedores de Água a Gás (GLP)

Atualmente, a penetração de aquecedores de água a gás é reduzida, da ordem de 2,5%. No entanto, trata-se de um sistema que está em crescimento, principalmente com a aplicação de tarifas mais reais no Setor Elétrico. O gás liquefeito de petróleo (GLP) tem também preços subsidiados pelo Governo e seu uso com fins de aquecimento de água é mais barato que utilizando a energia elétrica (ver Anexo C, Tabela C5).

No Equador, iniciou-se a fabricação deste tipo de equipamentos, ainda sem a sofisticação no acendedor (nos modelos japoneses o acendedor é eletrônico), mas para vazões de água entre 5 e 10 litros/minuto, que os torna mais confortáveis que os chuveiros elétricos. Seus preços são 50% menores que os importados (US\$ 200 contra US\$ 400).

Atualmente, o GLP é a principal fonte para a cocção de alimentos, com 96,3% de uso nas residências do Equador (a cocção representa apenas 5,8% do consumo de energia elétrica no setor residencial). O seu uso generalizado para aquecimento de água requer um estudo particular mais profundo. No entanto, o aquecedor de passagem a gás pode constituir uma interessante alternativa ao chuveiro elétrico e ao acumulador elétrico, não ocupando muito espaço e podendo ser instalado nas áreas de serviço dos apartamentos ou residências. O aquecedor instantâneo a gás, com vazão de 6 l/min, tem um preço relativamente acessível (ver Tabela 2.5). Outras vantagens são o aumento do conforto com maiores vazões de água e a possibilidade de se estender o seu serviço de água quente na pia da cozinha e na máquina de lavar roupa.

d) Coletores Solares

O uso de *coletores solares* para aquecimento da água é uma medida que será analisada no capítulo 4. Atualmente, considera-se uma tecnologia viável pela localização geográfica do Equador, mas necessita de alto investimento inicial (aproximadamente US\$ 950 para uma residência de 5 pessoas). A sua utilização atual no Setor Residencial é quase nula, mas pode constituir-se em uma alternativa eficiente para o aquecimento da água no Equador.

2.2.2 Comparação técnica entre tecnologias produzidas e usadas no Equador com as novas tecnologias eficientes.

Como foi dito acima, a principal problema das empresas equatorianas produtoras de equipamentos consumidores de energia é a falta de recursos financeiros que lhes permitam executar estudos de ampliação, aquisição, renovação e modernização da maquinaria, e dispor de capital para fomento da produção e financiamento das vendas no mercado. Estas empresas não sofrem pressão para produzir equipamentos eficientes, nem igualar padrões de eficiência aos equipamentos dos países desenvolvidos. Assim, é importante fazer uma comparação entre os consumos de energia elétrica dos aparelhos comercializados no Equador (nacionais ou importados) com as novas tecnologias eficientes que se está fabricando no mundo.

2.2.2.1 Iluminação

Há diversas tecnologias eficientes disponíveis comercialmente no Equador (ver Tabela 2.1). A lâmpada incandescente convencional mais usada no Equador é a de 60W de potência, que pode ser substituída por uma incandescente eficiente de 54W que tem quase o mesmo fluxo luminoso e melhor eficiência. Dessa forma, tem-se uma economia de 10% de energia por lâmpada. Ao substituí-la por uma fluorescente convencional de 15W, tem-se maior fluxo e eficiência luminosa, vida útil maior em 7,5 vezes e uma economia de energia da ordem de 75%. Caso a substituição seja feita por uma fluorescente compacta de 11 W, obtém-se um fluxo luminoso maior em 15%, uma maior durabilidade (maior em 500%) e uma diminuição no consumo de energia de 80%. As dimensões reduzidas desta lâmpada permitem que ela seja utilizada em locais de uso tradicional das incandescentes, como salas e quartos de residências.

As principais vantagens das lâmpadas fluorescentes compactas da linha *Energy Saver* são:

- Consumo de energia até 80% inferior ao de uma lâmpada incandescente comum, sem redução da qualidade de iluminação;
- Vida útil maior (10.000 horas), durando, aproximadamente, 7 anos (considerando-se uma utilização diária de 4 horas);
- Encaixe em soquetes comuns,
- Reator eletrônico com 32.000 horas de vida útil, economizando até 15% de energia em relação às lâmpadas similares que utilizam reatores magnéticos. O adaptador é reutilizável. (Informações proporcionadas por ULTRALAMP e PHILIPS).

Uma estimativa rápida do potencial de economia em iluminação com dados apresentados no capítulo 1 é de 400 GWh/ano (293 kWh/ano/consumidor). Esse valor corresponde a 15,5% da energia elétrica consumida pelo setor residencial em 1992. O cálculo feito supõe a troca de três lâmpadas incandescentes de 60 W, por consumidor residencial, pelas LFC de 9 W (ver Capítulo 3).

2.2.2.2 Geladeiras

O consumo de energia elétrica de geladeiras e congeladores domésticos tem-se reduzido nos últimos anos devido à melhoria na eficiência dos mesmos pela introdução de medidas tais como: uso de melhor isolamento térmico, motor-compressor mais eficientes, modificação do sistema de refrigeração, redução da potência das resistências de aquecimento, entre outras. No Brasil, a introdução

de tecnologias menos intensivas no uso de energia tem permitido economias da ordem de 12% em 1988, e 15% em 1989, correspondentes às geladeiras produzidas em 1986 (GELLER, 1991).

Para a década de 1990 estão sendo implementadas novas tecnologias e opções de desenho das geladeiras que ampliarão a sua eficiência energética. Uma delas é o uso de isolamento ao vácuo. Essa tecnologia está sendo testada e ainda não foi incluída nos modelos de 1993. Significativas economias de energia poderiam resultar da implementação de um melhor isolamento das geladeiras que elimine os clorofluorcarbonetos (CFCs) que são um dos isolamentos atualmente em uso e que causam destruição da camada de ozônio da atmosfera. Além disso, geladeiras mais eficientes estão introduzindo outros tipos de gases para seu sistema de refrigeração como hidro-fluorcarbonetos (HFC), hidro-clorofluorcarbonetos (HCFC) e amônia em substituição dos CFCs.

Cientistas da Universidade de São Paulo (USP), em São Carlos, desenvolveram uma espuma vegetal, isolante térmico à base de óleo de mamona, que não agride o ambiente e garante quase 100% de eficiência aos refrigeradores. Esta é injetada entre as paredes internas das geladeiras em forma líquida e depois é inflada por meio de uma reação de água. A espuma vegetal faz o papel dos CFCs como "ladrões" de calor em geladeiras. Esses gases que até agora eram insubstituíveis, são comprimidos e quando expandem esfriam o ar. Outra vantagem da espuma vegetal é que a capacidade de refrigeração não diminui com o tempo de uso. Nas geladeiras convencionais, a troca de calor começa a ser maior a partir de cinco anos de uso, porque grande parte dos CFCs já se desprenderam. Isso compromete a capacidade de refrigeração e aumenta o

consumo de energia elétrica do aparelho. No caso do óleo de mamona, não existe troca de gases, pois o isolante é a própria espuma.

As geladeiras existentes no mercado empregam um quilo de CFCs (clorofluorcarbonos) para o isolamento térmico nas paredes internas e cerca de 200 gramas do mesmo gás para o funcionamento dos compressores. Com o tempo, as moléculas do material chegam intactas na atmosfera, são quebradas pelos raios ultravioleta do sol e libertam átomos de gás cloro. O ozônio da alta atmosfera, uma molécula formada por três átomos de oxigênio, reage com o cloro, formando monóxido de cloro e mais oxigênio. A cadeia de reações químicas continua, rareando a camada de ozônio e permitindo a passagem de raios ultravioleta. O problema é tão sério que os países desenvolvidos se comprometeram a eliminar o uso dos CFCs até 1996.

Com os testes estabelecidos pelo Escritório de Energia dos Estados Unidos (*U.S. Department of Energy, DoE*) estimam-se consumos de energia elétrica nos modelos de geladeiras produzidos em 1990 e 1993 em 770 kWh/ano e 540 kWh/ano respectivamente, para geladeiras providas de congelador tipo descongelamento automático (*auto-defrost*).

A Tabela 2.7 indica consumos de energia elétrica médios anuais de geladeiras americanas, brasileiras e equatorianas para modelos "standard". O consumo elétrico das geladeiras americanas correspondem a modelos novos com características de eficiência energética (1990). O consumo elétrico das geladeiras brasileiras são médias dos modelos fabricados nos anos 1989-90 e o consumo das geladeiras equatorianas correspondem a medições feitas em aparelhos em uso e, por tanto, de modelos anteriores a 1990, mas com características e capacidades semelhantes. O objetivo da tabela é apresentar as diferenças em

consumo de energia elétrica entre os modelos comercializados no Equador e os novos modelos eficientes de geladeiras à venda no mercado internacional. Desse modo, será possível analisar e estabelecer propostas de estratégias tecnológicas sobre geladeiras.

**Tabela 2.7- Consumo de Energia Elétrica (kWh/ano)
Geladeiras americanas, brasileiras e equatorianas**

MODELO	CAPACIDADE PÉS CÚBICOS	AMERICANA kWh/ano*	BRASILEIRA kWh/ano**	EQUATORIANA kWh/ano***
1 Porta, descong. manual	10.5 - 14.4	500	520	580
2 Portas Horizontais, congelador no alto, descong.parcial.automático.	12 - 16.4	770	1050	---
2 Portas Horizontais, congelador no alto, descong.automático	14.5 - 16.4	766	980	1296
2 Portas Horizontais, congelador no alto, descong. automático	16.5 - 18.4	840	---	1650
	18.5 - 20.4	839	---	---
	20.5 - 24.4	944	---	1880
2 Portas Verticais, lado-a- lado, congelador, descong.automático	18.5 - 20.4	1032	---	---

Fonte: * Consumer Guide to Home Energy Savings, 1991

** GELLER, 1991

*** INECEL-LOGOS CONSULTORES, 1991

Em 1989, o DoE publicou padrões de eficiência energética para dez classes de geladeiras e congeladores que entraram em vigência em janeiro de 1993. A Figura 2.1 apresenta os padrões de consumo das geladeiras fabricadas nos Estados Unidos em 1990 e 1993, publicado pelo *National Appliance Energy Conservation Act* (NAECA). O modelo é o de uma geladeira com congelador na parte superior, e descongelamento automático. Os padrões para 1993 são significativamente mais rigorosos do que os de 1990 e os níveis de consumo de eletricidade muito menores que os de 1989.

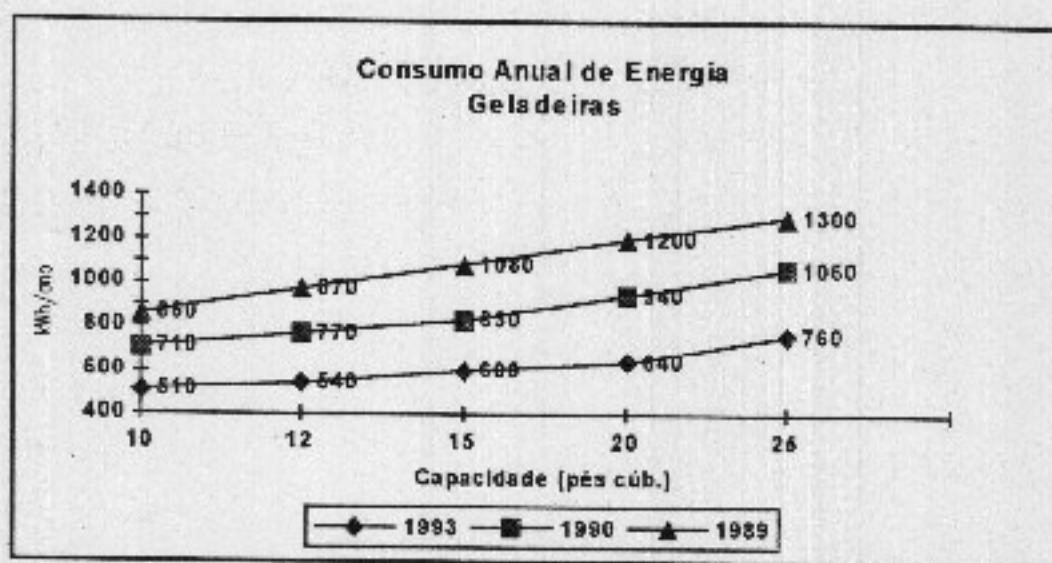


Figura 2.1: Consumo de Energia Elétrica em função da capacidade, de geladeira com congelador e descongelamento automático (GELLER, 1991).

A geladeira típica usada no Equador é a de 12 pés cúbicos (340 litros) de capacidade. O consumo de energia elétrica de modelos de capacidade similar, mas de características eficientes produzidos em outros países, tem apresentado a seguinte evolução:

- Ano 1989 : variável entre 980 e 1.100 kWh / ano (92% maior que em 1993)
- Ano 1990 : 770 kWh / ano (30% inferior a 1989)
- Ano 1993 : 540 kWh / ano (30% inferior a 1990)

Os padrões técnico-econômicos implementados pelo DoE servirão de base para as tecnologias de geladeiras que poderão ser desenvolvidas em termos de eficiência energética em um prazo de 10 anos.

O DoE estabelece a regulamentação de padrões de eficiência em equipamentos e realiza a análise técnico-econômica de sua implementação (chamada análise de engenharia). O tempo de recuperação do investimento adicional que realiza o consumidor deve ser inferior a três anos.

É necessário que os fabricantes equatorianos de geladeiras iniciem um programa de produção de geladeiras mais eficientes, visando aplicar as tecnologias usadas em países como Estados Unidos e Japão. As geladeiras brasileiras têm conseguido um importante incremento na eficiência e o Equador tem importado compressores do Brasil, seus compressores.

2.2.2.3 Aquecimento de Água

Nas Tabelas 2.4 e 2.6, indicaram-se chuveiros elétricos e aquecedores por acumulação de fabricação local e importados que se comercializa no país e cujo consumo elétrico médio é da ordem de 30 a 45 kWh / mês e de 240 até 300 kWh/mês, respectivamente. É difícil obter economias de energia e de potência nos chuveiros elétricos fabricados no Equador, devido a que suas potências de fabricação são pequenas (da ordem de 3.000 W), enquanto que os chuveiros fabricados no Brasil, e que são os que mais se importam para a venda no Equador, atingem 5.000 W de potência. Para garantir maior conforto no banho, essas potências deveriam ser de 7.000 W, de modo a atingir temperaturas e volumes de água adequados.

Do consumo de energia elétrica para aquecimento de água (256 GWh / ano) com preponderância na região da Serra (233 GWh / ano), aproximadamente 26% resultam do uso de chuveiros elétricos e o restante (74%) do uso de aquecedores por acumulação elétricos. Desse modo, a principal atenção nos programas de uso eficiente de energia deveria promover a melhoria de eficiência ou a substituição dos aparelhos de aquecimento de água por aquecedores por acumulação elétricos.

a) Chuveiros Elétricos

Os chuveiros elétricos equatorianos deveriam apresentar possibilidades de redução do consumo de energia. Dispondo de três posições de aquecimento (morna, fria e quente), além de manter a atual potência elétrica de fabricação (3 kW). Atualmente, esses chuveiros apresentam uma posição de aquecimento (quente). Os chuveiros que se importam do Brasil têm as três posições, fria, morna (75% do consumo) e quente (100% da demanda de potência e energia).

Em edificações novas, e mesmo nas já existentes, é importante o uso da água quente para outras finalidades: na pia da cozinha, lavado de roupa, entre outros. Nessa situação, é conveniente examinar os sistemas alternativos aos chuveiros elétricos que possam fornecer de água quente aos vários serviços da residência.

b) Aquecedor de Acumulação

O aquecedor de acumulação tem dois componentes: o reservatório e o dispositivo de aquecimento, que pode ser uma resistência elétrica, um queimador de gás ou um evaporador em uma bomba de calor. O reservatório faz parte dos sistemas de aquecimento, onde o vetor energético pode ser a eletricidade, o gás, a radiação

solar e o calor ambiente (no caso da bomba de calor). A viabilidade de uso deve ser analisada levando em conta o energético a ser empregado. No Equador utiliza-se o aquecedor por acumulação elétrico.

b.1) Aquecedores por Acumulação Elétricos

Entre as desvantagens considera-se a baixa eficiência e o alto custo comparado ao chuveiro elétrico. A sua utilização com um temporizador (*timer*) permite controlar as horas de funcionamento fora das horas de maior demanda.

Um aquecedor dotado de termóstato e temporizador (*timer*) é uma solução adequada para o uso eficiente da energia em aquecimento de água elétrica, pois entra em funcionamento apenas quando os dois dispositivos permitem.

As linhas novas de aquecedores elétricos solicitam uma potência de 1.500 W a 3.000 W (110 / 220 V) e têm capacidade de 65 litros a 300 litros. Esses aparelhos têm sido melhorados no que diz respeito à sua eficiência elétrica (fatores de eficiência entre 0,96 e 0,97) e térmica (isolamento compacto de lã de vidro ou de poliuretano expandido). Os seus preços oscilam entre US\$ 150 e US\$ 300 por unidade.

c) Aquecedor de Água Instantâneo a Gás

O presente estudo está relacionado com equipamentos elétricos, mas é necessário mencionar o aquecedor instantâneo a gás que vem substituindo o aquecedor elétrico. O tipo de combustível usado é o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo). Antes de recomendar o seu emprego generalizado, é necessário realizar um estudo do setor petrolífero e de seus derivados (o Equador importou 2.337 milhares de barris de GLP em 1992, correspondendo a 47% do seu

consumo). No Equador, os aquecedores por acumulação elétricos estão sendo gradualmente substituídos pelos chuveiros elétricos e, principalmente, pelos aquecedores instantâneos a gás (GLP). Existe no mercado um aquecedor a gás instantâneo e automático, dotado de um sistema especial que controla as vazões de gás e água, permitindo ao consumidor um ajuste preciso da temperatura. Não tem chama piloto, é dotado de um sistema eletrônico de segurança que interrompe a passagem do gás (esse sistema funciona com pilhas de 3 V de corrente contínua), e tem uma alta eficiência térmica. O consumo de gás (GLP) é de 800 gramas por hora, e sua capacidade de aquecimento é de 6,3 litros/minuto. A potência nominal atinge 255 quilocalorias por minuto e sua potência fornecida é de 251 kcal./min. O preço deste equipamento é da ordem de US\$ 450 e pode ser uma alternativa tecnológica ao chuveiro elétrico e ao aquecedor por acumulação elétrico. Este equipamento será considerado na avaliação econômica para substituir ao acumulador elétrico.

d) Aquecedor Solar

Os coletores solares são uma alternativa atraente para as cidades da região da Serra do Equador, porque o nível médio de horas de sol anual atinge 2.055 horas e o aproveitamento da energia térmica solar, sob a forma de calor a baixa temperatura, é uma aplicação efetiva e simples no caso de fornecimento de água quente para usos domésticos. Caso a energia solar não seja suficiente para as necessidades, é possível dotar o reservatório de uma resistência elétrica adicional acionada por um termóstato comum.

Para uma residência típica equatoriana de 5 pessoas e uma banheira de hidromassagem simples, a capacidade mínima necessária é de 400 litros. O equipamento ideal para essa residência é um sistema de 400 litros ou 500 litros o

que permite uma reserva. Desta maneira, é possível passar de dois a três dias sem sol, e não ter que utilizar a parte elétrica auxiliar.

No caso das cidades da região da Serra do Equador, é possível o uso do coletor solar para aquecimento da água todo o ano, mas recomenda-se usar e instalar um reservatório que apresente a possibilidade de conectar-se a uma resistência elétrica para evitar qualquer eventualidade. O preço médio do sistema coletor-reservatório instalado é da ordem de US\$ 1.000.

2.2.2.4 Condicionador de Ar

No Equador, os equipamentos de ar condicionado em sua maioria são importados, principalmente dos Estados Unidos e do Japão. A fábrica ECASA produz aparelhos marca DUREX que contêm partes importadas como o compressor.

O uso de aparelhos de ar condicionados eficientes e a implementação de medidas que reduzam as cargas de refrigeração ambiental nas residências podem economizar entre 20% e 50% da energia consumida neste uso (WILSON, 1991). Os aparelhos de ar condicionados são dimensionados em BTU/h, mas alguns deles (do tipo central) têm a sua capacidade de esfriamento expressa em toneladas de refrigeração (TR) (1TR= 12.000 BTU/h).

O tipo de aparelho de ar condicionado mais utilizado é o "individual", instalado em parede ou janela, com o compressor funcionando na parte exterior. Nestes condicionadores de ar de tipo individual (*room*), a eficiência é medida pelo chamado "Valor de Eficiência Energética" (*Energy Efficiency Rating, EER*), que é a relação entre o esfriamento exterior em BTU dividido pelo consumo de energia

elétrica em watts - hora. Os novos aparelhos de ar condicionado apresentam um EER da ordem de 9 ou superior, ficando mínimo aceitável em 8,6. O preço inicial é superior aos convencionais, mas o uso e a economia de energia durante a sua vida útil (12 anos), torna-o mais conveniente.

Os aparelhos de ar condicionado centrais também são classificados de acordo com uma relação que expressa o nível de sua eficiência energética. Esse índice é a "Razão Sazonal de Eficiência Energética" (*Seasonal Energy Efficiency Ratio, SEER*), que é o nível de esfriamento exterior da estação do ano em BTU dividido pela energia elétrica de entrada consumida pelo aparelho em watts - hora. Este índice para os aparelhos de ar condicionado em uso é de 7 ou 8. Os modelos fabricados em 1988 têm uma Razão Sazonal de Eficiência Energética (SEER) de 9, mas alguns modelos especiais são construídos com valores de 13 e até 16. Os padrões de aparelhos eficientes de ar condicionado nas regulamentações recentes e que estão sendo observadas desde 1992 (nos Estados Unidos), requer uma Razão Sazonal de Eficiência Energética (SEER) mínima de 10.

2.3 Aspectos Sócio-Culturais

Um dos fatores que impedem o uso eficiente da energia elétrica no Equador é a falta de uma adequada informação de parte dos produtores e revendedores de equipamentos. Não existe uma regulação que exija informação detalhada das características técnicas e operacionais dos aparelhos à venda, o que provoca desconhecimento geral por parte dos consumidores acerca dos equipamentos que existentes no mercado.

Os consumidores dos estratos 1, 2 e 3, que são a maior parte na composição do setor residencial de energia elétrica, não estão informados do significado do uso

eficiente de energia elétrica. Os consumidores não conhecem todas as possibilidades de eficiência energética, e assim orientam-se unicamente pelo preço do aparelho e não por sua eficiência tecnológica, ou pelo benefício líquido no consumo de energia ao longo da vida útil.

Os consumidores têm muito a ganhar com a eficiência (menor consumo de energia), a qualidade (maior vida útil), o menor custo da energia (economias) com tarifas menores que restrinjam a necessidade de expansão dos sistemas elétricos. O conhecimento tecnológico dos equipamentos que utilizam devem permitir segurança e melhorias em seu aproveitamento.

Na situação atual, no Equador, as vendas de um equipamento de uso final depende do preço inicial do mesmo (*first cost*). Industriais, distribuidores e revendedores, respondem ao comportamento do mercado e oferecem aos consumidores equipamentos de custo inicial baixo, que também apresentam reduzida eficiência energética.

Os industriais equatorianos têm condições e oportunidade para introduzir equipamentos eficientes no mercado, mas não têm interesse em promover eficiência energética em seus equipamentos. Além disso, eles constituem um oligopólio sem concorrência do exterior, não havendo incentivos para melhorar a qualidade.

As concessionárias elétricas do país têm relação direta com os consumidores, mas não intervêm em suas instalações, nem conhecem a forma de como é usada a energia elétrica que fornecem às residências. A preocupação é apenas o fornecimento de energia elétrica e sua comercialização.

Muitas concessionárias elétricas consideram a questão da conservação de energia como uma ação externa ao seu negócio. Para estas empresas, são mais importantes as regulações tradicionais que estabelecem proporcionalidade direta entre a oferta de energia e a sua venda. Consideram que investir em programas de uso eficiente de energia além de reduzir as suas vendas e, portanto, as suas receitas, ocasionam perdas no retorno de seus investimentos pela redução do consumo.

O problema é que o *marketing* dos melhoramentos de eficiência é mais difícil do que o *marketing* para fornecer energia e vender tecnologias de uso final convencionais.

As concessionárias têm dedicado a sua atenção preferencialmente ao planejamento dos sistemas elétricos, procurando projetar as necessidades futuras da eletricidade. Não têm demonstrado interesse em relacionar-se com os consumidores, nem com os produtores de bens de serviço e equipamentos.

Desse modo, no Equador, a falta de comunicação entre atores sociais e a intervenção do Estado são causas que, sem dúvida, afetam o uso eficiente dos equipamentos de uso final de energia.

2.4 Aspectos Políticos

O governo do Equador declara (por meio de programas informativos) estar interessado em maiores padrões de eficiência energética e na educação dos consumidores, mas não tem liderança nessa atividade. A reestruturação institucional dos setores elétrico e de normalização está sendo estudada, o que pode ser lento e complexo.

Considera-se, no setor elétrico do país, que o uso eficiente de energia seja apenas uma moda dos países desenvolvidos que pretende diminuir o consumo das residências que têm despesas energéticas altas, mas que os países em desenvolvimento, como o Equador, ainda encontram-se na etapa de oferecer o serviço elétrico à sua população e, portanto, não seria o momento de preocupar-se com medidas de uso eficiente da energia. No entanto, o setor elétrico equatoriano está em crise de recursos financeiros e vai gradualmente reformular as suas estratégias de desenvolvimento em relação ao planejamento energético. Para isso, as motivações que tem são as seguintes:

- a) Rápido crescimento da demanda de energia elétrica;
- b) Falta de capital pela expansão do setor elétrico;
- c) Comportamento internacional em defesa do meio ambiente;
- d) Insatisfação dos consumidores e falta de fornecimento de energia elétrica;
- e) Avaliação do papel do governo e dos setores público e privado no desenvolvimento do setor elétrico.

Esses aspectos facilitam a implementação de programas de uso eficiente da energia elétrica que, no caso do setor residencial, têm que superar os seguintes fatores que se lhe opõem:

- Política de preços de venda da energia elétrica: preços baixos e subsidiados (talvez seja esse um dos principais fatores negativos);

- Regulamentos inapropriados para o controle e fornecimento da energia elétrica por parte das concessionárias elétricas: monopólios públicos, contabilidade não clara de custos;
- Proteção para determinadas indústrias: (oligopólio de equipamentos e aparelhos de uso final);
- Barreiras de ordem legal, institucional e de informação para o funcionamento eficiente do mercado.

As duas barreiras políticas mais importantes são a Lei de Regime do Setor Elétrico e a Política Tarifária, que merecem uma análise particular.

2.4.1 Situação Legal e Regulação do Setor Elétrico Equatoriano

O Ministério de Energia e Minas (MEM), tem sob sua responsabilidade o desenvolvimento das diferentes fontes de energia elétrica e do Setor Elétrico Equatoriano. O suprimento de energia elétrica é atribuição do Estado, conforme a Lei Básica de Eletrificação. O MEM dirige a política do Governo no que se refere à eletrificação e executa as suas orientações através do Instituto Equatoriano de Eletrificação (INECEL).

O Setor Elétrico está constituído por uma empresa nacional de geração e transmissão (INECEL) que vende energia em bloco às 19 concessionárias elétricas regionais distribuidoras. INECEL é uma empresa estatal que tem um Conselho Diretivo constituído por representantes de diferentes ministérios, do Colégio de Engenheiros Elétricos, da Associação de Empregados e das Concessionárias Elétricas de Distribuição.

INECEL tem uma dupla função: produzir eletricidade e regular o setor. As concessionárias elétricas regionais devem submeter-se às tarifas aprovadas pelo Conselho Diretivo do INECEL. Este, na prática, estabelece uma tarifa nacional, sob o pedido do MEM, que normalmente atua com a aprovação do Gabinete Ministerial.

O problema da atual Lei Básica de Eletrificação do Equador, que precisa ser reformada, é que o Estado exerce um papel tutelar sobre esse serviço público, exercendo por meio de INECEL e das concessionárias, funções produtivas, normativas e de finalidade social. As funções de produção e de regulamentação que exerce INECEL se superpõem, e como não estão sujeitas ao risco de falência, apresentam deficiências de administração e de gestão que têm conduzido a uma crise financeira, à ingerência política e à fixação de tarifas igualitárias em todo o país que incentivam a ineficiência.

Com o objetivo de evitar o problema acima indicado, o governo e o Congresso do Equador publicaram no Diário Oficial (*Registro Oficial*) Nº 349, de dezembro de 1993, a "Lei de Modernização do Estado, Privatizações e Prestação de Serviços Públicos por parte da Iniciativa Privada". Esse corpo legal estabelece normas e princípios gerais para regulamentar a racionalização e a eficiência administrativas, visando a descentralização, a desconcentração e a simplificação dos trâmites administrativos. Além disso, contempla o tratamento da prestação de serviços públicos e de atividades econômicas por parte da iniciativa privada, fundamentada na des-monopolização, livre concorrência e a delegação (encargo de atividades).

A lei inclui a decisão de entregar, por meio de concessão, à iniciativa privada a geração, a distribuição e a comercialização de energia elétrica, caso essas

atividades tenham um impacto negativo no orçamento do setor público, provoquem um atraso tecnológico ou quando o nível de investimento das entidades que assumam essas atividades seja inferior a 30% de seu orçamento e não disponham de capacidade financeira para, de maneira auto-suficiente, realizar os investimentos necessários para cumprir com seus objetivos.

Além disso, existe um Projeto de Lei de Regime do Setor Elétrico Equatoriano (para substituir a atual Lei Básica de Eletrificação), que está sendo analisado e discutido pelos Colégios de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos do Equador e pelas associações de profissionais e trabalhadores das concessionárias elétricas do país. Este documento denomina-se "Reestruturação do Setor Elétrico Equatoriano. Proposta de marco regulatório" e apresenta um Projeto de Lei de Regime do Setor Elétrico Equatoriano, cujos principais objetivos são:

- Promover a competitividade dos mercados de produção de eletricidade e estimular investimentos para assegurar o fornecimento a longo prazo;
- Proteger os direitos dos consumidores;
- Regular a transmissão e a distribuição de eletricidade, assegurando que as tarifas sejam justas e razoáveis;
- Incentivar a transmissão, distribuição, uso eficiente da eletricidade, fixando metodologias tarifárias apropriadas;
- Estimular a execução de investimentos privados relativos à produção, à transmissão e à distribuição da eletricidade, promovendo a competição onde for possível.

O modelo institucional da nova lei em trâmite apresenta geração competitiva, transmissão nacional ou regional e monopólios de distribuição por área. A sua principal característica é a existência do Ente Regulador, isto é, de uma entidade que controla a transmissão e a interconexão, bem como é responsável pela otimização da operação e do planejamento da expansão. Essa entidade não comercializa, isto é, não compra ou vende energia elétrica. Este Modelo é o "Pool Competitivo" que vem sendo utilizado na Inglaterra com resultados satisfatórios (BITU; BORN, 1993). Neste modelo, as empresas de distribuição compram energia das empresas geradoras e distribuem-na aos consumidores finais, que também podem comprar energia (grandes clientes) diretamente das empresas de geração.

O esquema global do modelo que se propõe é a segmentação do setor elétrico nas suas diversas etapas do processo produtivo, geração, transmissão e distribuição. Um "Mercado Elétrico Atacadista" será o local no qual realizam-se as transações de energia elétrica entre geradores e distribuidores sob o sistema de preços de custo marginal econômico horário de curto prazo e entre geradores e grandes usuários por livre convenção de preço entre as partes (MEM; INECEL, 1993).

O Projeto de Lei de Regime do Setor Elétrico é inovador, se comparado com a atual Lei Básica de Eletrificação, que dá orientação ao INECEL e às concessionárias elétricas, mas que ainda tem de ser discutido em aspectos importantes como:

- Conformação das Unidades de Distribuição regionais;
- Centralização absoluta de decisões do mais variado tipo no Ente Regulador.

- Definição mais clara do enfoque político-social-ambiental;
- Inclusão nas funções do Ente Regulador do uso eficiente da energia elétrica;
- Separação das funções normativa e fiscalizadora das funções produtiva e comercial, evitando que a mesma entidade seja juiz e parte interessada;
- Eliminação da discriminação entre empresas públicas e privadas (o exemplo atual é a Empresa Elétrica do Equador Inc.(EMELEC) e as concessionárias regionais).

Esse tipo de modelos institucionais exigirão eficiência e competitividade no fornecimento de energia, e o ente regulador deve atuar "visando evoluir para um futuro energético de longo prazo que seja sensato do ponto de vista econômico, adequado para o meio ambiente e estrategicamente seguro" (GOLDEMBERG et al, 1988)

2.4.2 Sistema Tarifário Atual do Setor Residencial do Equador

Uma das barreiras mais importantes ao uso eficiente da energia elétrica no setor residencial do Equador, é o nível baixo e subsidiado da tarifa elétrica. Na seqüência, analisa-se o efeito que essa política tem causado ao setor elétrico equatoriano.

Considerações de ordem político-social têm estado sempre presentes na estruturação e operação do Sistema Tarifário do Equador em seus diferentes setores de consumo. Desde janeiro de 1989, quando foi colocado em vigência um sistema tarifário para o setor elétrico baseado em previsões sobre a evolução de diversos indicadores macroeconômicos (inflação interna, taxa de câmbio, preços

dos combustíveis, entre outros), as tarifas elétricas não têm conhecido aumentos reais, pois nenhuma das premissas utilizadas se cumpriram, razão pela qual os ajustes tarifários apenas têm atingido valores equivalentes aos de janeiro de 1989. Isso tem provocado contribuições específicas do governo para cobrir obrigações financeiras que o Setor Elétrico não está em possibilidades de atender.

Em janeiro de 1991, aplicou-se um aumento da ordem de 15%, com ajustes complementários mensais da ordem de 3%, para atingir as metas previstas em 1992. Além disso, desde novembro de 1990 e até 1994, tem-se mantido um subsídio tarifário (não pago às empresas elétricas) e um "congelamento" (não existe reajuste mensal de tarifas) para os consumidores residenciais com um consumo mensal de até 200 kWh. Este tratamento preferencial para um grande número de consumidores (aproximadamente 79% dos consumidores residenciais do país) têm colocado à maioria das concessionárias elétricas e, portanto ao INECEL, em uma severa crise financeira, que no caso de INECEL reflete-se no fato de não poder cancelar o combustível que requer para a operação de suas centrais térmicas, na impossibilidade de cobrir os seus compromissos de pagamento do serviço da dívida, em limitações de fundos para efetuar investimentos indispensáveis, entre outros. No caso das concessionárias elétricas, essa situação vem inviabilizando o pagamento integral ao INECEL pela energia recebida.

Quando adicionamos à falta de controle na eficiência dos equipamentos de uso final o uso não cuidadoso da energia devido ao seu baixo custo, verificamos as razões da crise do setor e a urgente necessidade de desenvolver um Programa de Uso Eficiente da Energia Elétrica, que inclua os dois aspectos mencionados.

Antes de indicar os níveis das tarifas do setor residencial do Equador que se têm aplicado desde o ano 1990, é conveniente apresentar a sustentação legal e regulamentar do Sistema Tarifário, para mostrar que existe a forma de dotar o Setor Elétrico de recursos financeiros que garantam o seu normal desenvolvimento.

A Lei Básica de Eletrificação na alínea d do artigo 12 estabelece que é competência do Diretório do INECEL a fixação das tarifas de energia elétrica, as quais devem cobrir os custos de operação e de manutenção, as quotas de depreciação e a rentabilidade sobre a base tarifária de acordo com o que estabelece o Regulamento de Tarifas.

Além do mais, deve-se indicar que o documento tarifário é igual para todas as concessionárias elétricas do país, excetuando a empresa elétrica EMELEC, que serve à cidade de Guayaquil e que tem um contrato especial (já vencido) com o governo do Equador.

O fato de não terem sido aplicado reajustes tarifários desde 1991, resultou em um déficit, em 1992, da ordem de US\$ 0,0133 / kWh¹¹ produzido (faturado + perdas) (S/19,96 por kWh) e em 1993 de US\$ 0,042 / kWh¹² produzido (S/ 83,68 por kWh) (INECEL, 1993).

É inegável que qualquer programa de uso eficiente de energia elétrica não poderá atingir o êxito desejado, caso as tarifas elétricas não apresentem uma estrutura baseada em princípios econômicos para cobrir os custos de produzi-la e de

¹¹ Dólares de 1992 :

• Câmbio médio em 1992 : US\$ 1.00 = S/.1.500 (sucres)

¹² Dólares de 1993 :

• Câmbio médio em 1993 : S/ 2000 / 1 US\$

transmiti-la até o consumidor. Como pode-se observar nas tabelas 2.8 e 2.9, no Equador, o valor das tarifas é tão baixo que não cobre nem seus custos de produção ao nível do INECEL, nem da distribuição e da comercialização ao nível das concessionárias elétricas.

Ao nível da produção, o custo por kWh para INECEL foi, no ano de 1992, de US\$ 0,035 / kWh (S/ 53 por kWh) e para 1993 foi de US\$ 0,053 / kWh (S/ 105,12 por kWh). Ao nível das concessionárias elétricas, o custo foi de US\$ 0,047 / kWh (S/ 70,9 / kWh) para 1992, e US\$ 0,083 / kWh (S/ 165,28 por kWh) em 1993, superiores aos valores de venda aos consumidores residenciais em até 500 kWh de consumo mensal, correspondendo a 95% de todos os consumidores residenciais (INECEL, *Dirección de Estudios y Control de Tarifas*, DECTA-13-92, agosto de 1992).

Os valores faturados aos consumidores do setor residencial foram os seguintes:

Classe (em kWh)	Ano 1992 (US\$ / kWh)	Ano 1993 (US\$ / kWh)
• Até 20	0.0035	0.0038
• de 21 a 50	0.0045	0.006
• de 51 a 100	0.0094	0.011
• de 101 a 200	0.021	0.025
• de 201 a 500	0.051	0.057
• de 501 a 1000	0.066	0.088

Com os valores de tarifas apresentados, nenhum programa ou estratégia para o uso eficiente de energia poderia ser implementado com sucesso. O governo deve, portanto, modificar a política tarifária do setor elétrico residencial para valores que

cubram os custos de operação e de manutenção, bem como os programas mínimos de investimentos.

A estrutura tarifária define a relação entre os preços. Deve-se, portanto, estruturar as tarifas segundo os componentes do consumo e da demanda, nível de tensão de fornecimento, classe de consumo, estação do ano, período do dia, localização do consumidor, entre outros. Esse tipo de estrutura tarifária está baseada nos custos marginais provocados por cada classe de consumidores, em cada período de consumo. A política mantida até hoje, de "tarifa abaixo do custo do serviço", contribuiu para aumentar o déficit público e realimentar a inflação, conduzindo o consumidor ao desperdício de energia e as empresas concessionárias ao caos financeiro.

TABELA 2.8

SISTEMA TARIFÁRIO RESIDENCIAL DO EQUADOR											
FAIXA (em kWh)	DEZ. 1990		DEZ. 1991		DEZ. 1992		DEZ. 1993				
	Sucres	US\$	Sucres	US\$	Sucres	US\$	Sucres	US\$			
Mínimo até 20	55,00	6,93	68,00	6,93	104,00	6,93	150,00	7,50			
de 21 a 50	6,57	0,63	6,95	0,70	7,90	0,53	15,00	0,75			
de 51 a 80	9,37	1,18	10,23	1,03	12,98	0,86	25,00	1,25			
de 81 a 100	20,00	2,52	22,75	2,28	34,13	2,28	45,00	2,25			
de 101 a 120	25,41	3,20	28,94	3,01	44,91	2,99	60,00	3,00			
de 121 a 150	27,65	3,48	32,57	3,27	48,86	3,26	75,00	3,75			
de 151 a 200	28,86	3,61	33,53	3,37	50,30	3,35	90,00	4,50			
de 201 a 300	29,41	3,71	46,92	4,71	102,32	6,82	145,00	7,25			
de 301 a 500	30,90	3,89	49,18	4,94	105,13	7,01	160,00	8,00			
de 501 a 1000	32,83	4,14	52,24	5,25	121,42	8,09	240,00	12,00			
Acima de 1000	34,76	4,38	55,34	5,56	237,85	15,88	240,00	12,00			
Caso 100 kWh/mês	933,20	1,18	1039,40	1,04	1412,40	0,94	2250,00	1,13			
Caso 250 kWh/mês	5174,40	6,52	5637,80	6,67	11407,40	7,80	17450,00	8,73			
Caso 500 kWh/mês	12824,90	16,16	18819,80	18,90	37549,40	25,03	56700,00	28,35			
Caso 1000 kWh/mês	29239,90	38,84	44938,80	45,14	88259,4	65,51	176700,00	88,35			

Fonte: Níveis Tarifários da Empresa Elétrica Regional do Sul (EERSSA) do Equador, 1994

TABELA 2.9

FAIXA (em kWh)	DEZ. 1990		DEZ. 1991		DEZ. 1992		DEZ. 1993	
	Sucres	US¢	Sucres	US¢	Sucres	US¢	Sucres	US¢
Mínimo até 20	2,75	0,35	3,45	0,35	5,20	0,35	7,50	0,38
de 21 a 50	5,04	0,64	5,55	0,56	6,82	0,45	12,00	0,50
de 51 a 80	6,67	0,84	7,31	0,73	9,12	0,61	16,88	0,84
de 81 a 100	9,33	1,18	10,39	1,04	14,12	0,94	22,50	1,13
de 101 a 120	12,01	1,51	13,85	1,37	19,26	1,28	28,75	1,44
de 121 a 150	15,14	1,91	17,44	1,75	25,18	1,68	38,00	1,90
de 151 a 200	18,52	2,33	21,48	2,16	31,46	2,10	51,00	2,55
de 201 a 300	22,15	2,79	29,95	3,01	55,08	3,67	82,33	4,12
de 301 a 500	25,65	3,23	37,64	3,78	75,10	5,01	113,40	5,67
de 501 a 1000	29,24	3,68	44,94	4,51	98,26	6,55	176,70	8,84
Acima de 1000	31,08	3,92	48,41	4,86	144,79	9,65	197,80	9,89

Fonte: Níveis Tarifários da Empresa Elétrica Regional do Sul (EERSSA) do Equador, 1984

2.5 Aspectos Econômicos

Levando-se em conta os investimentos adicionais necessários, em geral, para melhorar a eficiência do uso da energia por parte dos consumidores residenciais, um aspecto que influi na aquisição de equipamentos eficientes, é o custo superior dessas tecnologias em relação às tecnologias convencionais, e a escassez de capital para a maioria da população residencial.

No caso do Equador, que tem limitada infra-estrutura industrial, haverá que depender, por enquanto, em alguns casos (iluminação e geladeiras principalmente) de tecnologias importadas. Assim, é necessário analisar se os maiores custos dos equipamentos eficientes, podem ser justificados e financiados pelos consumidores, pelas concessionárias elétricas ou por terceiros.

Em muitas circunstâncias, o capital adicional para tecnologias de uso-final eficiente pode ser amplamente compensado pelas economias obtidas com o fornecimento de energia. Desde o ponto de vista do país, os impactos em moeda estrangeira para o uso de tecnologias mais eficientes devem ser calculados para o sistema como um todo (isso será avaliado no capítulo 4). A esse respeito, existem estudos que concluem que, em muitos casos, a moeda externa adicional, necessária para se ter um dispositivo de uso final mais eficiente, é compensada pela redução das necessidades em recursos, também externos para novos fornecimentos de energia. Na medida em que as necessidades líquidas em moeda externa possam ser reduzidas pela importação de tecnologias mais eficientes em uso final (como alternativas para as tecnologias convencionais de uso final), o Equador e os países em desenvolvimento podem atingir uma melhor

situação estarão em melhor situação (GOLDEMBERG, JOHANSSON, REDDY, WILLIAMS, 1988)

As empresas do Equador têm capacidade técnica para produzir equipamentos de uso final eficientes. O que lhes falta é procurar vantagem de investir na fabricação desses equipamentos, articulando-se a uma política de uso eficiente de energia do governo e a financiamentos específicos nesse sentido por parte das instituições financeiras.

No capítulo 4, apresentaremos uma análise de investimentos em lâmpadas eficientes como alternativa às lâmpadas incandescentes, assim como em geladeiras eficientes e em aquecedores de água. O que se quer demonstrar é que esses investimentos são favoráveis para os consumidores e significam redução das necessidades de capital para o país como um todo, porque eles possibilitam que sejam evitados investimentos mais elevados para a obtenção do serviço energético por meio da ampliação do suprimento de energia.

A escassez de capital dos consumidores para adquirir equipamentos eficientes pode ser solucionado por meio de empréstimos de instituições financeiras. Os consumidores poderão cobrir as parcelas de pagamento com os valores poupados graças à redução do consumo de energia elétrica.

2.6 CONCLUSÕES

- O uso da energia é determinado por fatores como preferências e rendas, e pelo conhecimento técnico daqueles que produzem, vendem e usam tecnologias de uso final.
- Os principais aspectos que influem no uso eficiente da energia elétrica no setor residencial do Equador são a falta de informação ao consumidor sobre o uso eficiente de energia elétrica; o desconhecimento generalizado das características dos equipamentos de uso final; os elevados preços das tecnologias energeticamente eficientes; a falta de intervenção do governo no mercado, por meio de normas que ajudem a acelerar o desenvolvimento das indústrias de equipamentos elétricos e de serviços de energia; a estrutura institucional do setor elétrico com modelos que não consideram o uso da energia orientada para os usos finais; os preços irrealistas da eletricidade.
- A falta de participação dos atores sociais: o governo, os produtores de equipamentos, as instituições financeiras e os consumidores, no uso eficiente de energia elétrica, deve-se ao seu desconhecimento de como obtê-lo. O Governo tem a responsabilidade de formular estratégias energéticas orientadas para o uso final eficiente de energia elétrica.
- Os padrões de uso de energia dependem das decisões tomadas pelos consumidores. Portanto, deve-se oferecer a estes o conhecimento acerca dos benefícios e prejuízos resultantes dos seus hábitos de uso.
- As tecnologias convencionais de equipamentos de uso final fabricadas e à venda no Equador deveriam ser gradualmente substituídas por tecnologias

eficientes. Os usos finais que devem ser atendidos com prioridade no setor residencial são: a) iluminação (troca de lâmpadas incandescentes pelas lâmpadas fluorescentes compactas); b) refrigeração (troca de geladeiras convencionais com geladeiras mais eficientes); c) aquecimento de água (instalação de temporizadores em aquecedores elétricos de acumulação, troca de aquecedores elétricos por acumulação por aquecedores instantâneos a gás (GLP), troca de aquecedores elétricos por acumulação por coletores solares); d) ventilação (troca de condicionadores de ar convencionais pelos condicionadores mais eficientes).

- Os subsídios aos produtores e aos consumidores de energia elétrica provocam a ineficiência econômica e ocultam o elevado custo da energia.
- Um adequado sistema tarifário é essencial para conseguir o comportamento desejado dos clientes e das concessionárias, sendo um substancial mecanismo para realizar medidas de uso eficiente de energia. A implementação de um novo sistema tarifário é um processo que pode durar de dois a três anos.
- O governo do Equador deveria estimular a criação de uma fonte de recursos financeiros (envolvendo os setores privados local e internacional) para facilitar créditos aos consumidores, com o objetivo de realizar trocas de equipamentos convencionais pelos eficientes.

3. AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DE ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS: PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA A ILUMINAÇÃO, A REFRIGERAÇÃO E O AQUECIMENTO DA ÁGUA

3.1 INTRODUÇÃO

O modelo de planejamento energético utilizado no Equador, tem uma lógica simples. A ligação entre as necessidades em energia e o consumo final é suposta fixa ou variando de maneira regular e contínua. O modelo de política energética convencional (paradigma convencional), relaciona o desenvolvimento do país com o crescimento econômico, que é medido pela dimensão do Produto Interno Bruto (PIB). Esse modelo convencional de política energética estabelece que só é possível crescer elevando o consumo de energia das atividades produtivas. Frequentemente afirma-se que: "...o nível de desenvolvimento de um país é medido pelo número de kWh de energia elétrica consumidos..." O planejamento energético no país não reconhece a possibilidade de utilizar a energia de modo mais eficientemente.

A análise que se apresenta neste capítulo trata de valorizar o papel do diagnóstico energético e integrar o planejamento energético em uma estratégia de desenvolvimento econômico e social¹³, aproveitando os critérios do cenário¹⁴ DEFENDUS (*Development - Focused End - Use - oriented Service - directed*) (REDDY, 1990).

O cenário DEFENDUS é um novo modelo (paradigma) alternativo de planejamento energético, que considera o modo pelo qual a energia é utilizada

¹³ Para uma discussão mais extensa, ver Reddy, Amulya Kumar N., "Development, Energy & Environment", Parisar Annual Lectura, I.C.S. Colony, 1990.

¹⁴ Cenário: é uma projeção condicional da evolução de um sistema. O seu pressuposto de base é que existem vários futuros viáveis e qualitativamente diferentes, segundo opções políticas do tomador de decisão e segundo fatores que escapam ao seu controle (LABYS, W.C., 1982)



nos usos finais e promove um desenvolvimento baseado no uso eficiente da energia. Este cenário foi aplicado como resposta à crise financeira do setor elétrico no Estado de Karnataka (na Índia), tendo obtido substanciais economias energéticas e financeiras.

Neste estudo, para projetar o consumo de energia, utilizaremos o Método de Usos Finais, onde são utilizados os dados da demanda desagregada em iluminação, refrigeração e aquecimento de água (para o ano base, em nosso caso o ano de 1992), e leva em conta os três componentes do novo "paradigma" do cenário DEFENDUS.

O primeiro componente são os consumidores. A eletricidade é consumida por várias categorias de consumidores (módulos socio-econômicos homogêneos ou estratos de consumo), que têm uma taxa de crescimento, cujos índices históricos são levados em conta. O segundo componente do novo paradigma refere-se à forma pela qual a energia elétrica vem sendo usada (análise feita no capítulo 1), e qual é a nova orientação para o consumo nos diferentes usos finais, observando, se a energia é usada eficientemente em cada uso final ou se ela poderia ser usada mais eficientemente e de que forma. Além disso, considera o nível dos serviços atendidos e verifica se outros serviços podem ser fornecidos com igual ou menor potencial de energia. O terceiro componente é a determinação do modo pelo qual a energia requerida pode ser fornecida, por meio da mistura (*mix*) de tecnologias eficientes para os vários usos finais sob análise (REDDY, 1990).

O que se pretende, neste capítulo, é avaliar energeticamente as mais importantes estratégias políticas e tecnológicas de substituição de equipamentos convencionais pelos eficientes, propondo dois cenários de comportamento:

1. O cenário de "Eficiência Congelada" (*Frozen Efficiency*) (EC), que supõe que nenhuma medida de conservação de energia elétrica seja implementada e que o crescimento da demanda de energia tenha o mesmo padrão que existe hoje. Este cenário apresentará os níveis de consumo de energia elétrica e de potência no setor residencial, caso nenhuma medida de uso eficiente de energia elétrica seja implementada, quer dizer, caso não haja melhoramentos de eficiência nas tecnologias usadas durante o período sob análise.
2. O cenário alternativo está inspirado no cenário DEFENDUS, e é chamado de "Tecnologias Eficientes Programadas" (TEP), mostrando o potencial de economia energética e de potência que se pode obter ao aplicar estratégias tecnológicas de uso eficiente da energia elétrica, ao comparar seus resultados com aqueles do cenário anterior.

Alguns equipamentos de uso final eficientes que podem substituir os equipamentos atualmente em uso (nos usos-finais de iluminação, refrigeração e aquecimento de água) são apresentados. Na avaliação energética, apenas consideram-se duas das substituições possíveis no caso da iluminação, mas que constituem as melhores alternativas desde o ponto de vista de economia de energia. No caso da refrigeração, usam-se critérios de troca de equipamentos convencionais por eficientes e, no caso do aquecimento de água, a instalação de temporizadores nos aquecedores por acumulação elétricos ou a sua substituição pelos aquecedores instantâneos a gás (GLP), bem como uma pequena penetração de coletores solares.

Além do mais, fazem-se estimativas da probabilidade de penetração das tecnologias eficientes em um período de dez anos. Não é propósito deste trabalho avaliar riscos, nem foram estabelecidas tolerâncias para os resultados. O objetivo

é a determinação do potencial de economia em geração de energia elétrica, caso as estratégias de uso eficiente de energia elétrica sejam implementadas, tendo metas definidas para manter o programa em execução permanente a um horizonte de planejamento de 10 anos (2005). O período de tempo indicado é uma recomendação da Organização Latino-Americana de Energia (OLADE) em seu Programa de Integração Energética Regional, porque considera que a criação de um entorno favorável para um programa de uso eficiente de energia elétrica é um processo complexo que requer ações bem coordenadas e que integra diversos atores (OLADE, 1993a).

3.2 OPÇÕES SELECIONADAS EM ILUMINAÇÃO

Potenciais de economia de energia que possam ser conseguidos por meio de programas de informação, de capacitação, de política e outros, não são avaliados neste trabalho. A avaliação concentra-se nas tecnologias convencionais que se recomenda sejam substituídas pelas tecnologias eficientes.

Na iluminação, os programas de substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas eficientes deve ser feito considerando os estratos de consumo de energia elétrica que reúnem classes socio-econômicas aproximadamente similares.

As hipóteses de base dos programas de substituição são os seguintes:

Um conjunto de 90% dos consumidores residenciais participariam do programa ao final de 10 anos (no ano 2005). O programa consiste na troca de 3 lâmpadas incandescentes de 60 W de potência (780 lumens) e 4 horas diárias de uso (na média) na residência de cada consumidor. As características das lâmpadas

fluorescentes eficientes (LFE) para troca são 16 W de potência (+11 W de perda no reator convencional = 27 W), 1.020 lumens e 7.500 horas de vida média. As características das lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) para troca são 9 W de potência (+3,5 W de perda no reator eletrônico = 12,5 W), 900 lumens e 7.500 horas de vida média.

- No estrato 1 (0-50 kWh)
 - Um conjunto de 40% dos consumidores realizariam a substituição de lâmpadas incandescentes indicadas, por lâmpadas fluorescentes eficientes (LFE).
 - Um conjunto de 50% dos consumidores substituiriam as lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC).
 - Os demais consumidores (10%) continuarão utilizando lâmpadas incandescentes convencionais. Este estrato tem em média, 4,5 lâmpadas incandescentes por consumidor, na região da Serra; 3,05 na região do Litoral e 2,5 no Oriente. As fluorescentes convencionais, em média, são 0,17 lâmpadas por consumidor na região da Serra; 0,9 na região do Litoral e 3 no Oriente.

No caso deste estrato, o programa incluiria a substituição de apenas uma lâmpada incandescente por fluorescente.

- No estrato 2 (51-200 kWh)
 - Um conjunto de 30% dos consumidores fariam a substituição da lâmpada incandescente convencional pela lâmpada fluorescente eficiente (LFE).
 - Um conjunto de 60% dos consumidores substituiriam as lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC).

- Os demais consumidores (10%) continuarão utilizando lâmpadas incandescentes convencionais. Este estrato tem em média, 6,4 lâmpadas incandescentes por consumidor na região da Serra; 4,9 na região do Litoral e 4,8 no Oriente. As lâmpadas fluorescentes convencionais, são em média, 0,35 lâmpadas por consumidor na região da Serra; 1,25 na região do Litoral e 0,8 no Oriente.
- No estrato 3 (201-500 kWh)
 - Um conjunto de 20% dos consumidores realizariam substituição de lâmpadas incandescentes indicadas, por lâmpada fluorescente eficiente (LFE).
 - Um conjunto de 70% dos consumidores substituiriam as lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC).
 - Os demais consumidores (10%) continuarão utilizando lâmpadas incandescentes convencionais. Este estrato tem em média 8,95 lâmpadas incandescentes por consumidor, na região da Serra; 5,7 na região do Litoral e 6,5 no Oriente. A média das lâmpadas fluorescentes convencionais são 0,29 lâmpadas por consumidor na região da Serra; 1,3 na região do Litoral e 2,2 no Oriente.
- Nos estratos 4 (501-1000 kWh) e 5 (+ 1000 kWh)
 - Um conjunto de 90% dos consumidores substituiriam as lâmpadas incandescentes convencionais por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC).
 - Os demais consumidores (10%) continuarão utilizando lâmpadas incandescentes convencionais. Esses estratos apresentam, em média, 12,1 lâmpadas incandescentes por consumidor, na região da Serra; 10 na região do

Litoral e 8,6 no Oriente. A média das fluorescentes convencionais é de 1,06 lâmpadas por consumidor na região da Serra; 1,1 na região do Litoral e 0,8 no Oriente.

3.3 OPÇÕES SELECIONADAS EM REFRIGERAÇÃO

O programa de geladeiras eficientes deveria incentivar os clientes de todos os estratos de consumo a adquirir unidades eficientes quando decidam trocar de geladeira. Para calcular o potencial de energia consumida, assumem-se as seguintes hipóteses:

- Um conjunto de 88% dos consumidores residenciais participariam do programa até o ano 2005 (OLADE, 1993a). Os dois tipos principais de geladeiras usadas no Equador (a de uma porta - 10 pés cúbicos e a de duas portas - 12 pés cúbicos de capacidade) terão uma penetração segundo o estrato socio-econômico de consumo. A penetração é maior quanto mais elevado for o estrato de consumo.
- As geladeiras mais comuns nos lares equatorianos são as de 10 pés cúbicos de capacidade (283 litros), com uma porta horizontal e as de 12 pés cúbicos de capacidade (340 litros) e duas portas horizontais e degelo automático (*auto-defrost*). Os consumos médios dessas geladeiras convencionais (INECEL; LC, 1990) são:

Região	10 pés-1PH ¹⁵	12 pés- 2PH ¹⁶
Serra	750 kWh/ano	940 kWh/ano
Litoral	1210 kWh/ano	1566 kWh/ano
Oriente	1210 kWh/ano	1566 kWh/ano

¹⁵ 1PH: geladeira de uma porta horizontal.

¹⁶ 2PH: geladeira de duas portas horizontais com degelo automático.

- O U.S. Department of Energy (DoE), estabeleceu padrões de consumo das geladeiras à venda nos Estados Unidos a partir de 1993 (NADEL, 1992). Esses valores são tomados como referência para calcular o consumo de energia das geladeiras eficientes que devem substituir as geladeiras convencionais. Esses padrões são os seguintes (ver Figura 2.1, Cap.2):

Geladeira 10 pés - 1PH, degelo automático \Rightarrow 510 kWh/ano

Geladeira 12 pés - 2 PH, degelo-automático \Rightarrow 540 kWh/ano

As hipóteses de base, por estratos de consumo, para o programa de uso eficiente de energia elétrica em geladeiras, em um período de dez anos (até 2005) são os seguintes:

- Estrato 1 (0 - 50 kWh)

- Na região da Serra, a penetração de geladeiras será ampliada de 0,33 geladeiras em média por consumidor (que é o valor atual) para 0,43 geladeiras por consumidor; na região do Litoral essa variação seria de 0,45 geladeiras por consumidor para 0,6 geladeiras por consumidor e no Oriente de 0,5 geladeiras por consumidor para 0,65 geladeiras por consumidor.

- Supõe-se que 50% das geladeiras do estrato serão do tipo 10 p- 1PH (eficientes), 38% das geladeiras serão do tipo 12p.-2PH (eficientes) e 12% serão geladeiras convencionais.

- Estrato 2 (51 - 200 kWh)

- Na região da Serra, a penetração de geladeiras será ampliada de 0,65 geladeiras em média por consumidor (que é o valor atual) para 0,85 geladeiras por consumidor; na região do Litoral continuará sendo de 1 geladeira por consumidor, e no Oriente a variação seria de 0,8 geladeiras por consumidor para 0,9 geladeiras por consumidor.

- Supõe-se que 40% das geladeiras deste estrato serão do tipo 10 p- 1PH (eficientes), 48% das geladeiras serão do tipo 12p.-2PH (eficientes) e 12% serão geladeiras convencionais.

- Estrato 3 (201 - 500 kWh)

- Na região da Serra, a penetração de geladeiras será ampliada de 0,95 geladeiras em média por consumidor (que é o valor atual) para 1 geladeira por consumidor; na região do Litoral continuará sendo de 1,1 geladeiras por consumidor; e no Oriente continuará sendo de 1,1 geladeiras por consumidor como é atualmente.

- Supõe-se que 30% das geladeiras deste estrato serão do tipo 10 p- 1PH (eficientes), 58% das geladeiras serão do tipo 12p.-2PH (eficientes) e 12% serão geladeiras convencionais.

- Estrato 4 (501 - 1000 kWh)

- Na região da Serra, a penetração de geladeiras passaria de 1,48 geladeiras em média por consumidor (que é o valor atual) para 1,5 geladeiras por consumidor; na região do Litoral, seria ampliada de 1,35 geladeiras por

consumidor para 1,5 geladeiras por consumidor; e no Oriente permanece 2 geladeiras por consumidor como atualmente.

- Supõe-se que 18% das geladeiras deste estrato serão do tipo 10 p- 1PH (eficientes), 70% das geladeiras serão do tipo 12p.-2PH (eficientes) e 12% serão geladeiras convencionais.

- Estrato 5 (+ 1000 kWh)

- Na região da Serra, a penetração de geladeiras incrementar-se-á de 1,1 geladeiras em média por consumidor (que é o valor atual) para 1,2 geladeiras por consumidor; na região do Litoral, seria ampliada de 1,3 geladeiras por consumidor para 1,5 geladeiras por consumidor.

- Supõe-se que 18% das geladeiras deste estrato serão do tipo 10 p- 1PH (eficientes), 70% das geladeiras serão do tipo 12p.-2PH (eficientes) e 12% serão geladeiras convencionais.

3.4 OPÇÕES SELECIONADAS PARA AQUECIMENTO DA ÁGUA

O programa de uso eficiente de energia para aquecimento da água e sua avaliação são apresentados apenas para a região da Serra, já que na região do Litoral e no Oriente este uso final apresenta consumo baixo.

O programa de uso eficiente de energia elétrica para aquecimento da água, será avaliado para os consumidores dos estratos de consumo da região da Serra, considerando três subprogramas: a) instalação de temporizadores (*timers*) em acumuladores elétricos de água quente nos estratos 3, 4 e 5; b) substituição de chuveiros elétricos e acumuladores elétricos por aquecedores instantâneos a gás

(GLP), nos estratos 1, 2, 3, 4 e 5; c) substituição de aquecedores de água com acumuladores elétricos por sistemas de aquecimento utilizando coletores solares, nos estratos 4 e 5.

As hipóteses de base para esses programas no ano 2005 são:

- Estrato 1 (0 - 50 kWh)

- Estima-se em 50% a penetração dos chuveiros elétricos nas residências deste estrato na região da Serra (atualmente é de 32% em média).

- Para o cenário Eficiência Congelada (EC) estima-se que todos os equipamentos utilizados são chuveiros elétricos.

- Para o cenário Tecnologias Eficientes Programadas (TEP), apenas 10% dos consumidores deste estrato substituiriam os seus chuveiros elétricos por aquecedores de água instantâneos a gás. Os demais continuarão utilizando o chuveiro elétrico, com as mesmas características técnicas atuais.

- Estrato 2 (51 - 200 kWh)

- Avalia-se que o uso de equipamentos para aquecimento de água terá uma penetração de 70%. Atualmente a penetração média é de, aproximadamente, 53%.

- O cenário Eficiência Congelada (EC) supõe que de um total de 70% de penetração de aparelhos para aquecer água, 50% serão chuveiros elétricos, 15% seriam acumuladores elétricos sem temporizador (*timer*) e 5% aquecedores instantâneos a gás.

- Para o cenário Tecnologias Eficientes Programadas (TEP), a penetração de chuveiros elétricos nas residências da região da Serra estima-se em 30% (atualmente é 34%), 20% seriam acumuladores elétricos com temporizador (a penetração atual é 14% sem temporizador) e 20% de aquecedores instantâneos a gás (atualmente é de 5% na média).

- Estrato 3 (201 - 500 kWh)

- Considera-se que o uso de equipamentos para aquecimento de água terá uma penetração de 120%. Atualmente a penetração média é de, aproximadamente, 102%.

- O cenário Eficiência Congelada (EC) supõe uma penetração de 70% de chuveiros elétricos, 35% de acumuladores elétricos sem temporizador e 15% de aquecedores a gás.

- No cenário Tecnologias Eficientes Programadas (TEP), a penetração de chuveiros elétricos nas residências deste estrato atingiria 65% (atualmente é de 60%), 35% de acumuladores elétricos com temporizador (a penetração atual é 33% sem temporizador), e 20% de aquecedores instantâneos a gás (atualmente é de 10%).

- Estrato 4 (501 - 1000 kWh)

- Estima-se que o uso de equipamentos para aquecimento de água terá uma penetração de 150%. Atualmente a penetração média é de, aproximadamente, 137%.

- O cenário Eficiência Congelada (EC) supõe uma penetração de 60% de chuveiros elétricos, 70% de acumuladores elétricos sem temporizador e 20% de aquecedores a gás.

- No cenário Tecnologias Eficientes Programadas (TEP), a penetração de chuveiros elétricos nas residências deste estrato estima-se em 30% (atualmente é de 50%), 70% de acumuladores elétricos com temporizador (a penetração atual é 72% sem temporizador), 40% de aquecedores instantâneos a gás (atualmente é 15%). Além do mais, o programa deve tentar introduzir o aquecimento de água com coletores solares em uma penetração de 10%.

• Estrato 5 (+ de 1000 kWh)

- Estima-se que o uso de equipamentos para aquecimento de água nas residências deste estrato terá uma penetração de 150%. Atualmente a penetração média é de, aproximadamente, 130%.

- Não há penetração de chuveiros elétricos neste estrato (atualmente também não há chuveiros elétricos neste estrato). Para o cenário Tecnologias Eficientes Programadas (TEP), supõe-se uma penetração de 80% de acumuladores elétricos com temporizador (a penetração atual é de 130% sem temporizador), 40% de aquecedores instantâneos a gás (atualmente é de 10%). Além disso, o programa deve procurar introduzir o aquecimento de água com coletores solares em uma penetração de 30%.

A Tabela 3.1 faz uma síntese das estimações de penetração de tecnologias para aquecimento de água considerando os cenários de Eficiência Congelada (*frozen efficiency*) e de Tecnologias Eficientes Programadas.

Tabela 3.1

Estimações de Penetração de Tecnologias para Aquecimento de Água

Cenário Eficiência Congelada

Estrato de Consumo (kWh)	Penetração Total de Equipam. (%)	Chuveiro Elétrico (%)	Acumul. Elétrico com <i>timer</i> * (%)	Acumul. Elétrico sem <i>timer</i> * (%)	Aquecedor a gás instantân. (%)	Coletor Solar (%)
0 - 50	50	50	---	---	---	---
51 - 200	70	49	---	15	6	---
201 - 500	120	65	---	40	15	---
501 - 1000	150	50	5	80	15	---
+ 1000	150	---	10	130	10	---

Cenário Tecnologias Eficientes Programadas (sob hipóteses)

Estrato de Consumo (kWh)	Penetração Total de Equipam. (%)	Chuveiro Elétrico (%)	Acumul. Elétrico com <i>timer</i> * (%)	Acumul. Elétrico sem <i>timer</i> * (%)	Aquecedor a gás instantân. (%)	Coletor Solar (%)
0 - 50	50	40	---	---	10	---
51 - 200	70	30	20	---	20	---
201 - 500	120	50	40	---	30	---
501 - 1000	150	30	70	---	40	10
+ 1000	150	---	80	---	40	30

* *timer* = temporizador

3.5 AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DAS ESTRATÉGIAS ESCOLHIDAS

Além das hipóteses de base, apresentadas no item anterior, é preciso levar em conta a projeção dos consumidores residenciais, por estratos de consumo e por regiões geográficas. Essas projeções apresentam-se nas tabelas A3 e A4 (ver Anexo A), que foram calculadas com dados das concessionárias elétricas do Equador. O número projetado de consumidores e o número médio dos equipamentos de uso final são utilizados para calcular o número de equipamentos totais por estratos de consumo e por regiões geográficas.

Para realizar a avaliação energética, utilizam-se os consumos específicos de cada aparelho (em kWh/ano). Para o cenário Eficiência Congelada (EC),

correspondem os valores das tecnologias convencionais apresentados nas tabelas do capítulo 2. Para o cenário de Tecnologias Eficientes Programadas (TEP), tomam-se os valores dos consumos dos equipamentos eficientes. As Tabelas 3.8 a 3.11 apresentam os resumos dos consumos energéticos para os dois cenários analisados EC e TEP para o ano 2005.

3.5.1 Cenário Eficiência Congelada (Frozen Efficiency)

O Cenário Eficiência Congelada (*Frozen Efficiency*) apresenta a projeção do consumo de energia elétrica para o ano 2005, supondo que nenhuma medida de uso eficiente de energia seja implementada e que os novos consumidores e utilizadores de energia conservem os seus hábitos atuais de utilização de aparelhos de uso final. As variáveis explicativas que se modificam são a população, o número de consumidores e, portanto, o número de equipamentos usados. A penetração dos vários tipos de aparelhos foi definida de acordo com a atual penetração média de aparelhos de uso final nos diversos estratos do setor residencial, tomando dados das pesquisas de INECEL-LC que foram apresentadas no primeiro capítulo (INECEL-LC, 1990).

3.5.1.1 Caso da Iluminação

Um total de 2.918.630 consumidores (214% a mais do que em 1992) dispõem de 18 milhões de lâmpadas, das quais 16 milhões são incandescentes convencionais e 2 milhões são fluorescentes convencionais. Segundo a média do Equador, a potência das lâmpadas incandescentes para a análise é de 60 W e para as lâmpadas fluorescentes é de 40 W (incluído o consumo do reator). O consumo de energia total será, então, de **1.523 GWh** (338% a mais do que no ano de 1992), na hipótese de uma utilização média de 4 horas por dia durante o ano todo.

A demanda de potência elétrica coincidente¹⁷ na hora de máximo consumo (19:30 horas) será de **494 MW** (62% a mais do que no ano de 1992). Esse valor foi calculado considerando fatores de simultaneidade¹⁸ e fatores de diversidade¹⁹. O fator de simultaneidade é obtido para cada um dos estratos de consumo e por regiões geográficas das curvas de carga do consumidor médio correspondente. Para o fator de diversidade adota-se 75% (INECEL, 1993).

A região de maior consumo é a da Serra (848 GWh e 255 MW), seguida pela região do Litoral (637 GWh e 234 MW) e pela região do Oriente com apenas 38 GWh e 9 MW. A faixa de maior consumo de energia e potência é o estrato 2 (51-200 kWh), com 52% (791 GWh) e 49% (243 MW), respectivamente, abrangendo 50% dos consumidores residenciais. Este é o setor mais importante para a aplicação de uma política de uso eficiente de energia elétrica em iluminação (ver Tabela 3.2 e Tabelas B1 a B3 no Anexo B).

O cenário Eficiência Congelada (EC) apresenta as seguintes elevações percentuais por ano, entre 1992 e o ano 2005, para iluminação:

- Consumidores : 6% ao ano
- Consumo de Energia Elétrica: 9,8% ao ano
- Demanda de Potência Elétrica: 3,8% ao ano
- Incremento de energia elétrica no ano 2005 (em relação a 1992): 237%
- Incremento de potência elétrica no ano 2005 (em relação a 1992): 61,4%

¹⁷ **Demanda máxima de potência coincidente:** é a demanda de potência que coincide com a hora de máximo consumo (hora de ponta) do Sistema Elétrico do Equador.

¹⁸ **Fator de Simultaneidade:** expressado em percentagem, é a relação entre a demanda máxima coincidente na hora de ponta do sistema e a potência instalada da carga correspondente, para o subscritor médio de um determinado estrato de consumo.

¹⁹ **Fator de Diversidade:** expressado em percentagem, é a relação entre o número de usuários que intervêm usando o aparelho na hora da demanda máxima coincidente e o número de usuários totais. Se tem adotado o valor sugerido pelo INECEL (75%).

TABELA 3.2

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS ANO 2005 ILUMINAÇÃO									
CENÁRIO : EFICIÊNCIA CONGELADA									
REGIÃO : RESUMO TOTAL DO EQUADOR									
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE LÂMPADAS		ENERGIA CONSUMIDA		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW		
		Incand. Conven.	Fluoresc. Conven.	Incand. Conven. GWh/ano	Fluoresc. Conven. GWh/ano				
0 - 50	843.380	3.750.595	438.564	328,55	25,61	354,16	103,77		
51 - 200	1.467.990	8.237.314	1.182.744	721,58	69,07	790,66	243,16		
201 - 500	408.740	2.941.476	348.548	257,67	20,41	278,09	107,81		
501 - 1000	61.570	687.631	66.099	60,24	3,86	64,10	25,68		
>1000	36.840	382.945	40.376	33,55	2,36	35,90	18,07		
TOTAL	2.918.630	15.988.960	2.077.330	1.401,60	121,32	1.522,91	498,49		

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

3.5.1.2 Caso da Refrigeração (Geladeiras)

O número total de geladeiras foram classificadas de acordo com os tipos mais frequentemente usados, as geladeiras de 10 pés- 1 porta horizontal e as de 12 pés - 2 portas horizontais com degelo automático (*autodefrost*). A penetração delas é diferente, segundo as faixas de consumo (ver Tabelas 1.8, 1.24 e 1.32) e por regiões geográficas do país. Além disso, são diferentes os consumos específicos médios anuais, como mencionado anteriormente.

O total de geladeiras para o ano 2005 é estimado em 2.398.039 unidades (46% na região da Serra, 51% na região do Litoral e 3% na região do Oriente), que consomem **2.897 GWh** (mais 207% que do ano de 1992) e seriam responsáveis por **331 MW** de demanda de potência elétrica coincidente (191% a mais do que em 1992). O estrato 2 é o maior consumidor de energia e potência em geladeiras (aproximadamente 57% do total), abrangendo 50% dos consumidores, razão pela qual é a principal camada para a aplicação de um programa de uso eficiente de energia elétrica (ver Tabela 3.3, e Anexo B, Tabelas B7 a B9).

O cenário Eficiência Congelada (EC) calcula os seguintes incrementos percentuais por ano, desde 1992 até o ano 2005 para o uso final da refrigeração (geladeiras):

- Consumidores : 6% ao ano
- Consumo de Energia Elétrica: 9% ao ano
- Demanda de Potência Elétrica: 8,6% ao ano
- Incremento de energia elétrica ao ano 2005 (em relação a 1992): 207%
- Incremento de potência elétrica ao ano 2005 (em relação a 1992): 192%

TABELA 3.3

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS ANO 2005 REFRIGERAÇÃO									
CENÁRIO : EFICIÊNCIA CONGELADA REGIÃO : RESUMO TOTAL DO EQUADOR									
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE GELADEIRAS		ENERGIA CONSUMIDA			TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW	
		10p.-1PH	12p.-2PH-AD Outras	10p.-1PH GWh/ano	12p.-2PH-AD GWh/ano	Outras GWh/ano			
0 - 50	943.390	231.710	176.100	220,21	213,55	84,11	517,87	59,12	
51 - 200	1.467.990	542.967	651.560	547,53	841,80	262,31	1.651,45	188,52	
201 - 500	408.740	129.291	249.963	130,72	323,75	83,51	537,98	61,41	
501 - 1000	61.570	16.696	64.929	15,89	78,86	16,86	111,52	12,74	
>1000	36.940	6.626	37.433	11,01	55,23	11,79	78,03	8,91	
TOTAL	2.918.630	930.290	1.179.964	925,35	1.512,89	458,59	2.896,94	330,70	

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

3.5.1.3 Caso do Aquecimento de Água

O consumo de energia elétrica utilizando o chuveiro elétrico é calculado com o critério de uma média de consumo de 30 kWh por mês e por aparelho. Esse valor foi estabelecido em função de sua potência nominal média (4.000 W) e uso médio de 15 minutos por dia. Os aquecedores de água elétricos de tipo acumulador, desprovidos de temporizador (*timer*) consomem uma média de 240 kWh/mês (2 kW, 4 horas diárias) e 120 kWh/mês (2 kW, 2 horas diárias) para aqueles que dispõem de temporizador. Com esses dados, os consumos elétricos projetados para o ano 2005 são ao redor de **908 GWh** (254% a mais do que o consumo de 1992). Os equipamentos mais utilizados para esse fim são os chuveiros (72%), acumuladores elétricos (21%) e aquecedores instantâneos a gás (7%). Cada consumidor residencial é responsável por uma determinada potência elétrica coincidente na hora de máximo consumo, por aquecimento de água (nenhum consumo no estrato 1, 21 W no estrato 2, 91 W no estrato 3, 319 W no estrato 4 e 817 W no estrato 5) (INECEL, 1991b). Em 2005, o valor da demanda coincidente de potência por consumidor médio, na hora de ponta do sistema, seria de **48 MW** (127% a mais do que no ano 1992). O cenário Eficiência Congelada dá os seguintes incrementos percentuais por ano, entre 1992 e o ano 2005, para o aquecimento de água (ver Tabela 3.4):

- Consumidores : 6% ao ano
- Consumo de Energia Elétrica: 11% ao ano
- Demanda de Potência Elétrica: 6,5% ao ano
- Incremento de energia elétrica ao ano 2005 (em relação a 1992): 254%
- Incremento de potência elétrica ao ano 2005 (em relação a 1992): 127%

TABELA 3.4

AValiação ENERgÉTICA POR USOS FINAIS
ANO 2006

aqUECIMENto DE ÁGUA

CENÁRIO : EFICIÊNCIA CONGELADA

REGIÃO : SERRA *

ESTRATO KWh	Nº CONSL	NÚMERO PARA		DE		APARELHOS		Chuveiro Elé. E/Mno	Chuveiro Elé. E/M.	ENERGIA CONSUMIDA (GWh/ano)		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW
		Chuveiros E/Mno	Acumul. Elétr. sem timer	Acumul. Elétr. com timer	ÁGUA	Coletor Solar	Acumul. Elétr. sem timer			Acumul. Elétr. com timer	Aquecimento GLP e Solar		
0 - 50	620.310	304.155	0	0	0	0	0	109,50	0,00	0,00	0,00	109,50	0,00
51 - 200	669.840	342.922	104.976	0	41.980	0	0	123,45	302,33	0,00	0,00	425,78	14,70
201 - 500	166.430	121.190	74.572	0	27.965	0	0	43,62	214,77	0,00	0,00	258,39	16,97
501 - 1000	34.710	17.355	27.766	1.736	5.207	0	0	6,25	79,97	2,50	0,00	98,72	11,07
>1000	6.450	0	6.385	645	645	0	0	0,00	24,15	0,93	0,00	25,08	5,27
TOTAL	1.535.740	765.611	215.701	2.381	75.806	0	0	262,82	621,22	3,43	0,00	907,47	48,00

Fonte: Cálculos do Autor com dados da INECEL

* Programa de conservação apenas para a Serra

3.5.2 Cenário Tecnologias Eficientes Programadas

As tabelas 3.5 a 3.7 apresentam os cálculos do consumo de energia elétrica e a demanda de potência segundo o cenário de Tecnologias Eficientes Programadas (TEP), que adota as opções selecionadas nos itens anteriores e as hipóteses de base indicadas.

Para a análise são tomados os mesmos dados utilizados no cenário Eficiência Congelada em relação ao número de consumidores e número de equipamentos totais para os diferentes usos finais. A partir desses dados, estabelece-se a substituição por aparelhos eficientes, um dos objetivos de um programa de uso eficiente de energia.

3.5.2.1 Caso da Iluminação

O cenário inclui a substituição de 4,3 milhões de lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) e 2 milhões de lâmpadas fluorescentes convencionais eficientes (o que corresponde à troca de 39% das lâmpadas incandescentes em uso).²⁰

O consumo de energia total é avaliado em **1.121 GWh** (248% a mais do que no ano 1992 e 26,4% a menos do que o calculado no cenário Eficiência Congelada), sob as mesmas hipóteses de utilização que no cenário anterior. A demanda de potência elétrica coincidente na hora de máximo consumo (19:30 horas) é estimada em **366 MW** (19% a mais do que no ano 1992 e 26% inferior à aquela prevista no cenário Eficiência Congelada). Como acontece no cenário anterior, o estrato 2 é o maior consumidor de energia e potência (48% em energia e 45% na

²⁰ A substituição prevista contempla a troca de lâmpadas incandescentes, mas não a das lâmpadas fluorescentes que se encontram instaladas e funcionando.

potência) e, portanto, o setor que merece atenção prioritária (ver Tabela 3.5 e Tabelas B4 a B6 no Anexo B).

O cenário Tecnologias Eficientes Programadas apresenta as seguintes elevações percentuais por ano, entre 1992 e o ano 2005, para a iluminação:

- Consumidores : 6% ao ano
- Consumo de Energia Elétrica: 7,2% ao ano (Eficiência Congelada é 9,8%)
- Demanda de Potência Elétrica: 1,3% ao ano (Eficiência Congelada é 3,8%)
- Incremento de energia elétrica ao ano 2005 (em relação a 1992): 148% (Eficiência Congelada é 237%)
- Incremento de potência elétrica ao ano 2005 (em relação a 1992): 19,6% (Eficiência Congelada é 61,4%)

3.5.2.2 Caso da Refrigeração (Geladeiras)

O programa inclui a troca de 2,1 milhões de geladeiras convencionais de 10 pés (44%) e 12 pés (56%), por geladeiras eficientes de igual capacidade. A penetração de modelos eficientes em um prazo de 10 anos é estimada em 88%. Permanecem 12% de modelos convencionais com consumo de energia elétrica médio de 1.175 kWh/ano na região da Serra e 1.645 kWh/ano na região do Litoral e na região do Oriente.

O consumo de energia total é calculado em **1.680 GWh** (77% a mais do que no ano 1992 e 42% inferior ao calculado no cenário Eficiência Congelada), sob as mesmas hipóteses de utilização que no cenário anterior. A demanda de potência

elétrica coincidente na hora de máximo consumo (19:30 horas) seria de **192 MW** (70% a mais que no ano 1992 e 42% inferior à aquela prevista no cenário Eficiência Congelada). O estrato 2 é o maior consumidor de energia e potência (57% em energia e 57% na potência) e, também neste caso, o setor de atenção prioritária (ver Tabela 3.6 e Tabelas B10 até B12 no Anexo B). A execução do programa de conservação nos estratos 2 e 3 abrangeria 75% do programa de substituição de geladeiras convencionais por geladeiras eficientes.

O cenário Tecnologias Eficientes Programadas apresenta os seguintes incrementos percentuais por ano, entre 1992 e o ano 2005, para refrigeração (geladeiras):

- Consumidores : 6% ao ano
- Consumo de Energia Elétrica: 4,5% ao ano (Eficiência Congelada é 9%)
- Demanda de Potência Elétrica: 4,0% ao ano (Eficiência Congelada é 8,6%)
- Incremento de energia elétrica ao ano 2005 (em relação a 1992): 78% (Eficiência Congelada é 207%)
- Incremento de potência elétrica ao ano 2005 (em relação a 1992): 69,4% (Eficiência Congelada é 192%)

3.5.2.3 Caso do Aquecimento da Água

Ao implementar substituições energéticas para aquecimento de água (GLP e Solar), assim como a instalação de temporizadores (*timers*) nos acumuladores elétricos, o consumo de energia e demanda de potência elétricas reduzem-se significativamente. O programa deveria manter um adequado equilíbrio para a

utilização dos diferentes tipos de aparelhos. Esse critério foi utilizado ao elaborar as hipóteses de penetração dos equipamentos para o aquecimento da água.

Os chuveiros elétricos são equipamentos de muita eficiência (superior a 90%) e é difícil que se obtenha aparelhos elétricos com maior eficiência e menor potência demandada. Na região da Serra (apenas nesta região é importante o uso de aparelhos para aquecimento da água), necessita-se de um chuveiro com 5.400 W (78 quilocalorias por minuto). Os chuveiros fabricados atualmente no país são de potências entre 3.000 e 4.000 W, razão pela qual não se tem considerado a economia de energia no uso ou a substituição de chuveiros.

A instalação de temporizadores para o funcionamento de aquecedores elétricos de acumulação permite economia de energia elétrica pela redução do tempo de ligado (na suposição de serem 2 horas diárias de uso). O uso de aquecedores instantâneos a gás (GLP) e coletores solares são programas que proporcionam redução do consumo de energia elétrica e demanda de potência em forma proporcional à substituição realizada.

A hipótese de substituição de equipamentos para aquecimento da água é feita procurando equilibrar a penetração dos diferentes tipos de aparelhos existentes no mercado local. O programa contempla uma redução no uso de chuveiros elétricos (do 72% atual para 52%), seqüência no uso de acumuladores elétricos, mas todos eles controlados por temporizadores (atualmente há uma penetração de 21%, que passa a ser 22%), incremento no uso de aquecedores instantâneos a gás de 7% para 25% e de coletores solares nos dois estratos (4 e 5) mais elevados (de 0 para 1%). O programa poderia ser mais agressivo, mas é preferível que seja gradual com resultados certos, sem causar problemas a outros setores energéticos (como a indústria petrolífera).

O cenário Tecnologias Eficientes Programadas para aquecimento de água atinge, no ano 2005, um consumo de **552 GWh** (116% a mais do que em 1992, mas 39% inferior ao calculado em Eficiência Congelada). A demanda de potência coincidente apresenta uma diminuição em relação ao cenário Eficiência Congelada, proporcional à diminuição do número de equipamentos que demandam potência elétrica e que foram substituídos por aparelhos a gás e coletores solares. A demanda de potência atinge **36 MW** (70% a mais do que em 1992 e 25% inferior ao cenário Eficiência Congelada) (ver Tabela 3.7).

No aquecimento de água, é importante uma ação junto aos consumidores dos estratos mais altos (4 e 5) que apresentam maiores valores de consumo de energia elétrica e demanda de potência coincidente. O programa pode ser iniciado pelos estratos que apresentam elevado nível de consumo e possibilidades financeiras para substituir os seus acumuladores elétricos por aquecedores a gás (GLP) ou pela instalação de coletores solares. Ao redor de 114 GWh de energia elétrica e 16 MW de potência coincidente podem ser evitados, apenas com uma política orientada aos estratos 4 e 5, com medidas de substituição de aparelhos elétricos por aparelhos a gás ou solares.

O cenário Tecnologias Eficientes Programadas apresenta os seguintes incrementos percentuais por ano, entre 1992 e o ano 2005, para o aquecimento de água:

- Consumidores : 6% ao ano
- Consumo de Energia Elétrica: 6% ao ano (Eficiência Congelada é 11%)
- Demanda de Potência Elétrica: 4% ao ano (Eficiência Congelada é 6,5% ao ano)

- Incremento de energia elétrica ao ano 2005 (em relação a 1992): 116% (Eficiência Congelada é 254%)
- Incremento de potência elétrica ao ano 2005 (em relação a 1992): 70% (Eficiência Congelada é 127%).

TABELA 3.5

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS ANO 2005 ILUMINAÇÃO									
CENÁRIO : TECNOLOGIAS EFICIENTES PROGRAMADAS									
REGIÃO : RESUMO TOTAL DO EQUADOR									
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE LÂMPADAS TOTALES		SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS EFICIENTES		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW		
		Incand.Conven.	Fluoresc.Conven.	Fluoresc.Eficient.	Fluoresc.Compact				
0 - 50	943.390	3.750.595	438.564	377.356	471.695	300.31	87.66		
51 - 200	1.467.990	8.237.314	1.182.744	1.321.191	2.642.382	534.11	164.01		
201 - 500	405.740	2.941.476	349.548	245.244	858.354	205.22	79.40		
501 - 1000	61.570	687.631	66.099	0	166.239	52.69	21.03		
>1000	36.940	382.945	40.376	0	99.738	29.06	13.84		
TOTAL	2.918.630	15.999.960	2.077.330	1.943.791	4.238.408	1.121,39	365,95		

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

TABELA 3.6

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS ANO 2005 REFRIGERAÇÃO										
CENÁRIO : TECNOLOGIAS EFICIENTES PROGRAMADAS										
REGIÃO : RESUMO TOTAL DO EQUADOR										
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE GELADEIRAS		100 - IPI GWh/ano		ENERGIA CONSUMIDA		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW	
		10p-1PH	12p-2PH-AD Outras	12p-2PH-AD GWh/ano	Outras GWh/ano					
0 - 50	943.390	231.710	176.100	138,76	111,53	60,14	310,57	35,45		
51 - 200	1.467.990	542.967	631.660	339,14	430,90	187,33	957,37	109,29		
201 - 500	408.740	179.291	249.963	80,60	165,62	59,63	306,16	34,95		
501 - 1000	61.570	13.696	64.929	10,01	41,21	12,06	63,28	7,22		
>1000	36.040	9.628	37.433	6,59	27,13	8,40	42,12	4,81		
TOTAL	2.918.630	930.290	1.179.964	575,40	776,52	327,57	1.679,49	191,72		

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL.

TABELA 3.7

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS ANO 2005														
AQUECIMENTO DE ÁGUA														
GENÁRIO : TECNOLOGIAS EFICIENTES PROGRAMADAS														
REGIÃO : SERRA*														
ESTRATO kWn	Nº CONSU.	NÚMERO PARA		DE AQUECER			APARELHOS DE ÁGUA		ENERGIA CONSUMIDA (GWh/ano)			TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW	
		Chuveiro Elétrico	Acumul. Elétr. sem timer	Acumul. Elétr. com timer	Acumul. Elétr. e Gás (GLP)	Caldeir. Solar	Chuveiro Elétr. com timer	Acumul. Elétr. sem timer	Acumul. Elétr. com timer	Acum. Elétr. com timer	Acum. Elétr. com timer			Acum. Elétr. com timer
0 - 50	600 310	243 324	0	0	60 631	0	0	0	87,50	0,00	0,00	87,50	0,00	0,00
51 - 200	630 340	209 952	0	139 966	139 966	0	0	0	75,58	0,00	0,00	201,55	0,00	12,54
201 - 500	196 430	93 215	0	74 572	55 820	0	0	0	33,56	0,00	0,00	107,38	0,00	14,42
501 - 1000	34 710	10 413	0	24 297	13 954	3 471	0	0	3,75	0,00	0,00	34,90	0,00	7,20
>1000	8 450	0	0	5 160	2 580	1 935	0	0	0,00	0,00	0,00	7,43	0,00	2,11
TOTAL	1 536 740	556 904	0	243 997	273 192	5 405	0	0	200,49	0,00	0,00	351,36	0,00	36,36

Fonte: Cálculos do AUFAR com dados de IME-CEL.

*Programas de construção: apenas para a Serra

TABELA 3.8

AVALIAÇÃO DE ECONOMIAS DE ENERGIA (GWh) E POTÊNCIA (MW) ELÉTRICAS SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR ANO : 2005									
USO FINAL : ILUMINAÇÃO									
ESTRATO	CENÁRIO EFICIÊNC.CONGEL.		CENÁRIO TECNOL.EFICIENTES		ECONOMIA DE ENERGIA		ECONOMIA DE POTÊNCIA		
	kWh	GWh	MW	GWh	MW	GWh	%	MW	%
0 - 50		354,16	103,77	300,31	87,66	53,85	15,20	16,11	15,52
51 - 200		790,66	243,16	534,11	164,01	256,55	32,45	79,15	32,55
201 - 500		278,09	107,81	205,22	79,41	72,87	26,20	28,4	26,34
501 - 1000		64,1	25,88	52,69	21,03	11,41	17,80	4,65	18,11
> 1000		35,9	18,07	29,06	13,84	6,84	19,05	4,23	23,41
TOTAL		1522,91	498,49	1121,39	365,95	401,52	26,37	132,54	26,59

Fonte: Cálculos do Autor

Projeção de Consumo de Energia Elétrica em
Iluminação Residencial

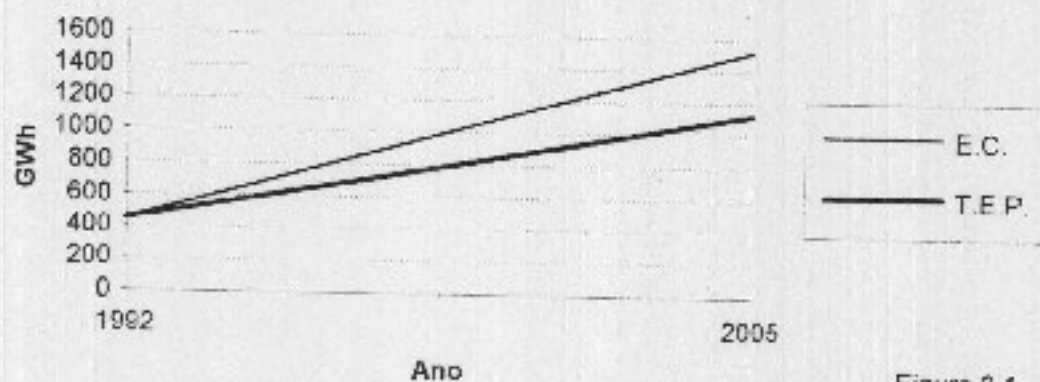


Figura 3.1

Projeção da Demanda de Potência Elétrica em
Iluminação Residencial

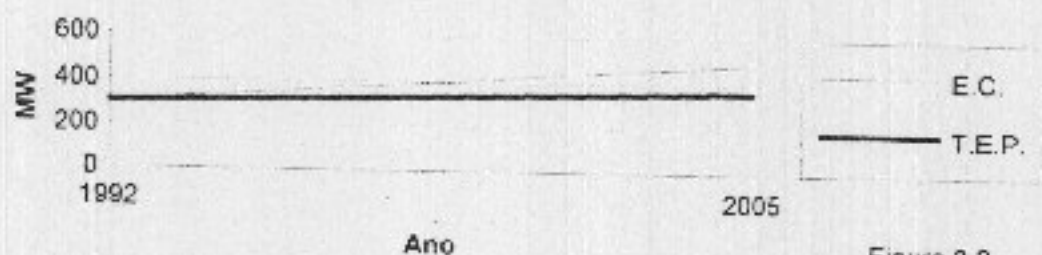


Figura 3.2

TABELA 3.9

AVALIAÇÃO DE ECONOMIAS DE ENERGIA (GWh) E POTÊNCIA (MW) ELÉTRICAS SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR ANO : 2005								
USO FINAL : REFRIGERAÇÃO								
ESTRATO	CENÁRIO EFICIÊNC.CONGEL.		CENÁRIO TECNOL.EFICIENTES		ECONOMIA DE ENERGIA		ECONOMIA DE POTÊNCIA	
	kWh	GWh	MW	GWh	MW	GWh	%	MW
0 - 50	517,87	59,12	310,57	35,45	207,3	40,03	23,67	40,04
51 - 200	1651,45	188,52	957,37	109,29	694,08	42,03	79,23	42,03
201 - 500	537,98	61,41	306,16	34,95	231,82	43,09	26,46	43,09
501 - 1000	111,62	12,74	63,28	7,22	48,34	43,31	5,52	43,33
> 1000	78,03	8,91	42,12	4,81	35,91	46,02	4,1	46,02
TOTAL	2896,95	330,7	1679,5	191,72	1217,45	42,03	138,98	42,03

Fonte: Cálculos do Autor

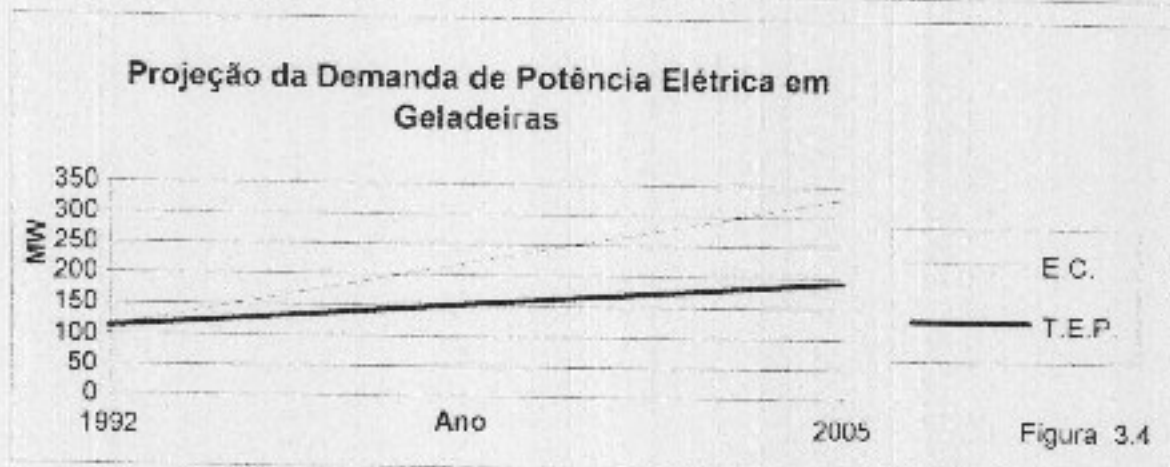
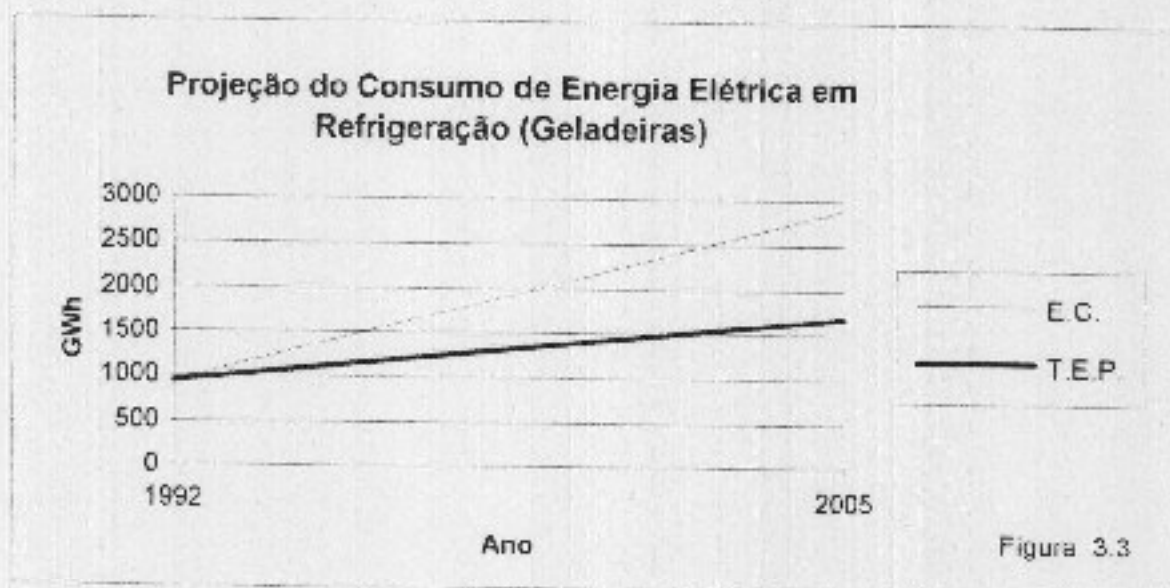


TABELA 3.10

**AVALIAÇÃO DE ECONOMIAS DE ENERGIA (GWh) E POTÊNCIA (MW) ELÉTRICAS
SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR
ANO : 2005**

USO FINAL : AQUECIMENTO DE ÁGUA

ESTRATO	CENÁRIO EFICIÊNC.CONGEL.		CENÁRIO TECNOL.EFICIENTES		ECONOMIA DE ENERGIA		ECONOMIA DE POTÊNCIA		
	kWh	GWh	MW	GWh	MW	GWh	%	MW	%
0 - 50		109,5	0	87,6	0	21,9	20,00	0	0,00
51 - 200		425,78	14,7	277,14	12,64	148,64	34,91	2,06	14,01
201 - 500		258,39	16,97	140,94	14,42	117,45	45,45	2,55	15,03
501 - 1000		88,72	11,07	38,74	7,2	49,98	56,33	3,87	34,96
> 1000		25,08	5,27	7,43	2,11	17,65	70,37	3,16	59,96
TOTAL		907,47	48,01	551,85	36,37	355,62	39,19	11,64	24,24

Fonte: Cálculos do Autor

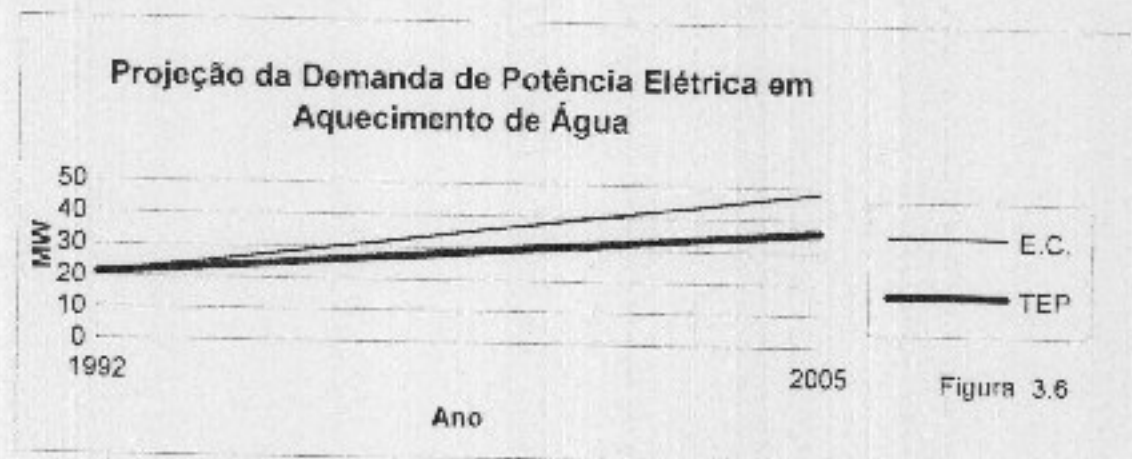
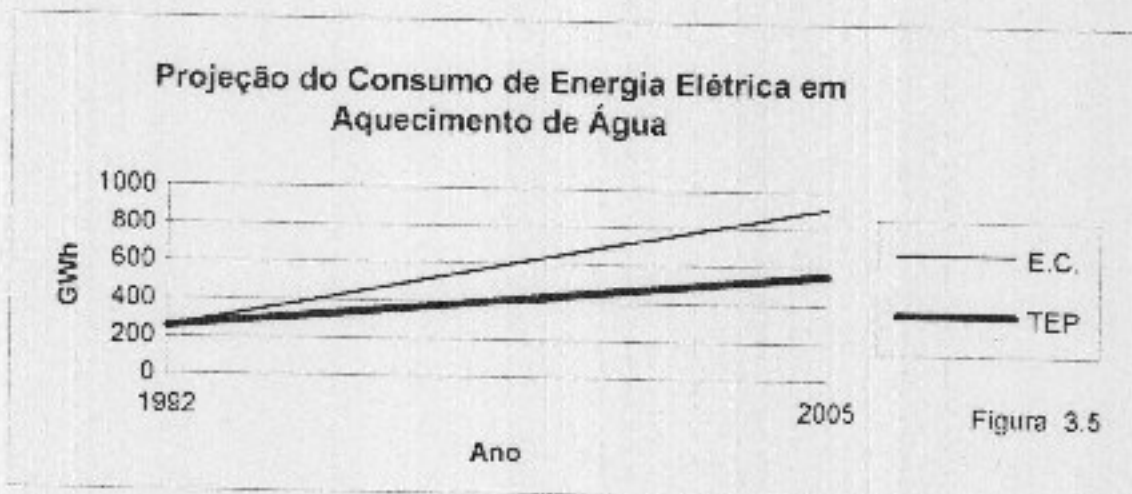


TABELA 3.11

**AVALIAÇÃO DE ECONOMIAS DE ENERGIA (GWh) E POTÊNCIA (MW) ELETRICAS
SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR
ANO : 2005**

Resumo Total dos Usos Finais: Iluminação, Refrigeração e Aquecimento de Água

ESTRATO	CENÁRIO EFICIÊNC.CONGEL.		CENÁRIO TECNOL.EFICIENTES		ECONOMIA DE ENERGIA		ECONOMIA DE POTÊNCIA		
	kWh	GWh	MW	GWh	MW	GWh	%	MW	%
0 - 50		981,53	162,89	698,48	123,11	283,05	28,84	39,78	24,42
51 - 200		2567,89	446,38	1768,62	285,94	1099,27	38,33	160,44	35,94
201 - 500		1074,46	186,19	652,32	128,78	422,14	39,29	57,41	30,83
501 - 1000		264,44	49,49	154,71	35,45	109,73	41,50	14,04	28,37
> 1000		139,01	32,25	78,81	20,76	60,4	43,45	11,49	35,63
TOTAL		5327,33	877,2	3352,74	594,04	1974,59	37,07	283,16	32,28

Fonte: Cálculos do Autor

Projeção de Consumo de Energia Elétrica: Iluminação, Geladeiras e Aquecimento de Água

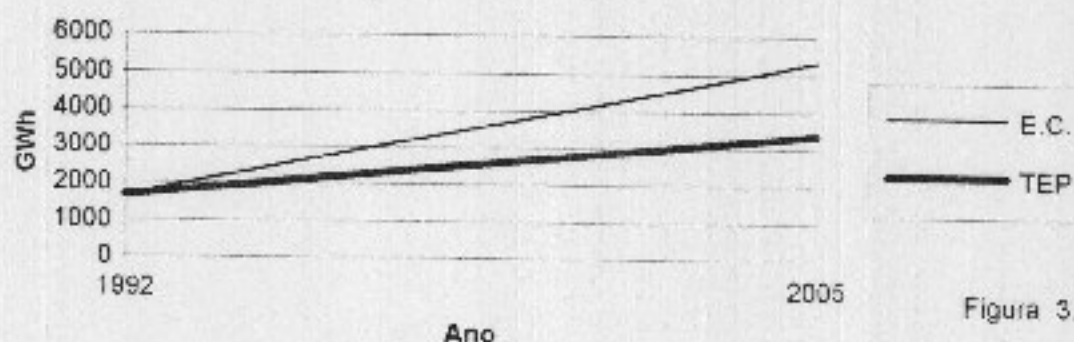


Figura 3.7

Projeção da Demanda de Potência Elétrica: Iluminação, Geladeiras e Aquecimento de Água

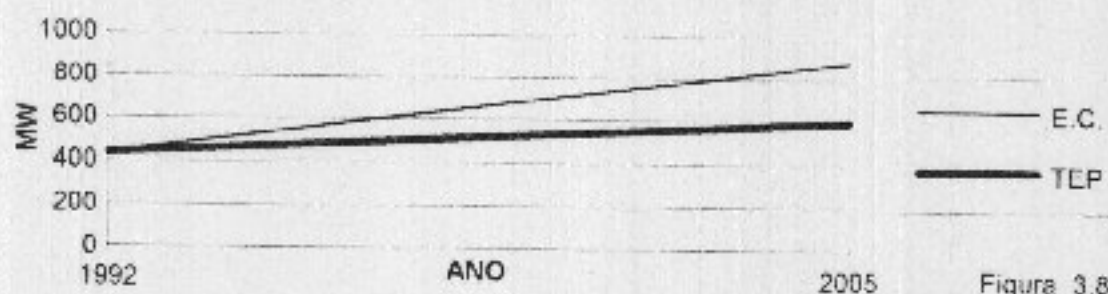


Figura 3.8

3.6 CONCLUSÕES

A análise dos resultados das projeções do consumo de energia e potência elétricas, segundo os cenários Eficiência Congelada (EC) e Tecnologias Eficientes Programadas (TEP), para os usos finais de iluminação, geladeiras e aquecimento de água, sugerem as seguintes conclusões:

- O programa de substituição de equipamentos em iluminação, refrigeração e aquecimento de água deve ter uma duração de 10 anos. A avaliação energética do presente trabalho é feita para o ano horizonte 2005, final da primeira etapa do programa, e utiliza os cenários Eficiência Congelada (EC) e de Tecnologias Eficientes Programadas (TEP).
- Os usos finais avaliados representam 77% do consumo de energia elétrica e 70% da demanda de potência coincidente (na hora de ponta do sistema) do setor residencial do Equador. Esses valores correspondem a 30% do consumo de energia elétrica e 35% da demanda de potência coincidente do sistema elétrico do país.
- Uma substituição de três lâmpadas incandescentes de 60 W (em média), por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) de 9 W e lâmpadas fluorescentes eficientes de 16 W, nas residências dos consumidores de todos os estratos de consumo (exceto no estrato 1, no qual apenas uma lâmpada por consumidor será substituída), economizaria ao Equador uma geração de 402 GWh/ano. Ou seja, 27% menos energia do que o consumo que seria demandado sem ter nenhum programa de uso eficiente de energia elétrica. Também a potência coincidente demandada seria reduzida em 128 MW (26% inferior àquela que se demandaria sem ter nenhum programa de uso eficiente de energia elétrica).

- As lâmpadas substituídas representam 39% do total de lâmpadas que se prevê em serviço no ano 2005. São, 4 milhões de lâmpadas fluorescentes compactas e 2 milhões de lâmpadas fluorescentes eficientes.
- A economia de energia e de potência elétricas com a substituição de geladeiras convencionais por geladeiras eficientes é de 1.217 GWh (42% inferior que sem nenhum programa de uso eficiente de energia elétrica) e 139 MW (42% inferior ao que se teria à demanda de potência sem programa)
- O programa para substituição de geladeiras é ambicioso e abrangeria 88% das geladeiras em uso no ano 2005. Essa quantidade representa ao redor de 2 milhões de geladeiras eficientes. Penetração: 0,82 geladeiras/consumidor.
- No caso do aquecimento da água, a economia de energia e de potência elétricas seria 356 GWh (39% de economia) e 12 MW (25% de economia).
- Os equipamentos que se necessita instalar ou substituir até o ano 2005, para aquecimento da água são 244.000 temporizadores (*timers*) em acumuladores elétricos, 270.000 aquecedores instantâneos a gás e 5.500 coletores solares.
- Os estratos de consumo de atenção prioritária para o sucesso do programa são os seguintes:
 - Iluminação, estratos 2 e 3;
 - geladeiras, estratos 2 e 3;
 - aquecimento de água, estratos de consumo 3, 4 e 5.
- Ao aplicar o programa sugerido de uso eficiente de energia elétrica nos três usos finais do setor residencial, **a economia de energia elétrica estimada**

atinge **1.975 GWh**, o que representa 37% da geração necessária no caso de não haver nenhum programa de uso eficiente de energia elétrica. Além disso, **seria evitada a instalação de 279 MW de potência em centrais de geração**, com uma **economia em investimento financeiro de cerca de US\$ 383 milhões** (US\$1.374 / kW, preço médio de projetos hidrelétricos de similares potências e configurações em factibilidade e desenho na Colômbia, com dólares de dezembro de 1990)(ISA, INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA S.A., 1993)

- A economia em consumo elétrico (energia faturada aos consumidores) seria de 13% (1.975 GWh/ano), em relação à energia total projetada para o ano 2005 e que deveria ser gerada pelo Sistema Nacional Interligado do Equador (SNI), ao nível da subestação principal do SNI (15.106 GWh) (INECEL, 1993).
- A potência elétrica evitada com o programa de uso eficiente seria de 17,5% (279 MW), em relação à demanda máxima coincidente de potência elétrica do Sistema Nacional Interligado que atingiria 1.588 MW no ano 2005 (na hora de máximo consumo: 19:30 horas) ao nível da subestação principal do SNI.
- Com a economia da energia e potência elétricas obtidas com o programa seria possível atender 353.000 novos consumidores ao nível nacional (média de 0,79 kW/consumidor) ou 558.000 consumidores residenciais, sem necessidade de expansão do sistema de geração e transmissão.
- 383 milhões de dólares é o custo econômico (social) sem juros, que o Equador evitará investir em novas usinas de geração, caso desenvolva o programa de uso eficiente de energia elétrica, sem considerar a expansão dos outros usos finais e setores.

4 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS

4.1 INTRODUÇÃO

A introdução de tecnologias de uso eficiente de energia elétrica trazem implicações de ordem econômica que necessitam avaliação. Na realidade, a questão que se coloca é a da estimação dos benefícios reais decorrentes da difusão destas tecnologias, seja ao nível dos consumidores, seja ao nível das concessionárias elétricas (ou da sociedade como um todo)

Com relação aos consumidores residenciais, é conveniente verificar a atratividade dos investimentos necessários para adquirir os aparelhos elétricos eficientes. Essa análise é essencial para examinar o interesse dos consumidores na adoção das tecnologias de uso eficiente, bem como para identificar os níveis e as formas de estímulo financeiro que poderiam ser adotados.

Ao nível das concessionárias elétricas ou de INECEL, cabe avaliar as economias financeiras na produção de energia elétrica e seus conseqüentes benefícios tais como a redução dos investimentos (para dar prioridade a outras necessidades de investimento em infra-estrutura) e atenção de novos usuários do serviço elétrico sem ter que expandir o sistema de geração elétrico

A partir do momento em que, por meio de uma medida de uso eficiente economiza-se energia, tem-se um excedente energético que pode ser considerado uma "energia gerada", cujo custo é aquele que se teve na implantação das medidas de uso eficiente (REDDY, 1990). O objetivo da análise que será desenvolvida nos próximos itens é a verificação da atratividade das tecnologias de uso eficiente sugeridas no capítulo anterior, para a iluminação, a

refrigeração e o aquecimento da água no setor residencial do Equador.

4.2 METODOLOGIA DA ANÁLISE MICROECONÔMICA

O método consiste na determinação dos seguintes parâmetros econômicos selecionados para avaliar o mérito de cada alternativa:

1. Custo Total Presente (C_T) da implementação de cada tipo de tecnologia eficiente, calculado com a expressão (4.1). Analisa-se a sensibilidade do C_T dessas alternativas, com relação ao preço da tarifa elétrica atual e real e a taxa de desconto. Isso nos permitirá avaliar qual o impacto da tarifa elétrica e da taxa de desconto.

$$C_T = C_I + C_E + C_M \quad (4.1)$$

onde:

C_T → Custo Total (Valor Presente do ciclo de vida)

C_I → Custo de Investimentos (inclui os custos dos componentes²¹)

C_E → Custo da Energia

C_M → Custo de Manutenção

Para anualizar o custo do investimento deve-se multiplicar o investimento pelo Fator de Recuperação de Capital (FRC), isto é, calcula-se o equivalente ao investimento que seria gasto durante o ano, considerando determinada taxa de desconto.

²¹ Refere-se aos acessórios dos equipamentos de uso final necessários para o seu funcionamento. Por exemplo, as lâmpadas fluorescentes compactas têm como acessórios a base, o soquete e o reator.

O FRC é dado pela seguinte expressão:

$$FRC_j = [i (1+i)^{nj}] / [(1+i)^{nj} - 1] \quad (4.2)$$

onde:

i → taxa de desconto em percentagem por ano, convertida a decimal;

n → vida da lâmpada ou vida útil dos equipamentos instalados, dados em anos e
 j refere-se aos vários tipos de componentes (acessórios do equipamento se tiver).

- O Custo da Energia (C_E) considera, além do consumo de energia, os dispêndios com a demanda de potência (se houver) e as perdas nos componentes do aparelho e equipamentos auxiliares.

$$C_E = (\$e + \$d) \quad (4.3)$$

onde:

$\$e$ → é valor do consumo faturado em energia,

$\$d$ → corresponde ao faturamento da demanda de potência correspondente, quando for o caso.

- O Custo de Manutenção (C_M) é o custo de mão-de-obra empregada em atividades de limpeza, inspeção, troca de elementos no equipamento, entre outros, calculado em horas de serviço anual. A seguinte expressão permite computar seu valor:

$$C_M = (\sum \$H_j \cdot D_j \cdot F_j) \quad (4.4)$$

onde:

- \$H → valor do serviço em US\$/hora;
- D → tempo de duração da atividade, em horas;
- F → frequência anual da atividade, e
- j → refere-se às várias modalidades de atividade (instalação, substituição, limpeza, entre outros).

2. Custo do Ciclo de Vida não energético anualizado (C_{Tne}), que considera apenas o investimento no equipamento, acrescido dos custos de mão de obra para substituição e/ou manutenção.
3. Custo da Energia Conservada (C_{ce}) é o custo de implementação das medidas de uso eficiente de energia elétrica, por exemplo, por meio de substituição de equipamentos. O custo de conservar energia é o custo anualizado ao longo da vida útil do equipamento (custo do ciclo de vida não energético C_{Tne}) dividido pela energia elétrica anual economizada. Este custo será comparado com o custo marginal de longo prazo de fornecimento da energia (em US\$/kWh). O custo total anualizado não energético é o custo líquido do investimento; quer dizer, devemos subtrair os custos da tecnologia convencional (a que está sendo substituída).

$$C_{ce} = C_{Tne} / E_e \quad (4.5)$$

onde:

C_{Tne} → Custo do ciclo de vida anualizado não energético.

E_e → energia elétrica economizada anualmente, no ponto de geração.

4. Custo da Capacidade Instalada evitada (C_{ep}), em horário de ponta, determinará a atratividade do investimento para o setor elétrico ao comparar com o custo marginal de expansão do sistema hidrelétrico ou térmico. Este custo é igual à relação entre o custo do ciclo de vida não-energético anualizado e a capacidade instalada evitada na geração (em US\$/kW).

$$C_{ep} = C_{Tne} / P_e \quad (4.6)$$

Onde:

C_{Tne} → Custo do ciclo de vida anualizado não energético

P_e → Potência instalada evitada na geração (kW).



5. Taxa Interna de Retorno (TIR). Assume-se que os fluxos de caixa ocorrem ao final de cada período.

4.2.1 Premissas consideradas na análise econômica

A Taxa de Desconto, ou seja, o custo do capital, tem distintos significados dependendo do perfil do investidor. Assim, para um consumidor residencial, a taxa de desconto aceitável, será aquela que supere a máxima taxa que ele possa obter em outras aplicações. Desse modo, é preciso determinar o custo de oportunidade do capital do investidor para estabelecer a taxa de desconto (ROCHA DE OLIVEIRA, et al. 1985). Para as concessionárias elétricas ou para INECEL, que utiliza parcialmente o capital de terceiros para efetuar investimentos, a taxa mínima aceitável pode corresponder aos juros reais pagos pelo empréstimo do capital.

Nesse sentido, do ponto de vista dos consumidores, analisam-se duas taxas de

referência. Uma taxa baixa, de 6% ao ano, que é aproximadamente a taxa de juros internacional (em dólares) e uma taxa de desconto elevada (25%), devido à dificuldade de obter recursos financeiros pelos consumidores e à falta de interesse em realizar a substituição por equipamentos com preço mais elevado. No Equador, atualmente, a taxa de juros real é negativa, já que a inflação é de 30% ao ano e a taxa de rentabilidade média nacional (TR) é de 29,6% (dezembro de 1993). Por outro lado, a taxa de captação de recursos externos do Setor Elétrico do Equador é 12% ao ano (INECEL, 1993).

Outro aspecto importante é o preço da energia. A análise foi realizada considerando os preços reais de energia pagos pelos consumidores, em dezembro de 1993 (ver Tabela 2.8). Esses valores médios (em centavos de dólar) são os seguintes:

De 1 até 50 kWh	US¢ 0.51
De 51 até 200 kWh	US¢ 1.74
De 201 até 500 kWh	US¢ 5.15
De 501 até 1000 kWh	US¢ 8.84
Mais de 1000 kWh	US¢ 9.89

Os custos marginais de longo prazo de fornecimento da energia elétrica ao nível dos consumidores são de US¢ 8.31/kWh (US\$ 83.10/MWh) (INECEL, 1993). Admite-se que esses níveis de preço permanecerão estáveis ao longo da vida útil das tecnologias implementadas, o que obviamente não acontecerá. Além disso, os consumos e as economias de energia, do ponto de uso, devem ser avaliadas até o nível da geração, considerando-se as perdas envolvidas até a geração (20%) e a disponibilidade de máquinas na central (90%).

A avaliação econômica é feita para dois tipos de cenários:

- Cenário 1, no qual considera-se que a substituição de equipamentos eficientes são feitas pelos consumidores (caso a), ou por INECEL (caso b), tendo que cobrir as despesas em 100% do seu custo à taxa de desconto indicada anteriormente e com o custo da eletricidade ao valor médio atual.
- Cenário 2, no qual supõe-se que o Ministério de Energia estabeleça um "Fundo Especial" de recursos financeiros para atender o programa de uso eficiente de energia elétrica no setor residencial, por meio das suas instituições correspondentes. Estas entidades instalariam equipamentos eficientes nas residências dos consumidores dispostos a participar do programa, com o compromisso destes de pagar o custo do aparelho instalado, em parcelas mensais, cuja montante seria igual ao valor consumo de energia elétrica mensal economizado. Assim, por exemplo, se uma geladeira convencional consome 120 kWh/mês de energia e a geladeira eficiente instalada consome apenas 50 kWh/mês, a diferença de 70 kWh/mês seriam pagos ao "Fundo Especial" até cobrir o empréstimo recebido. A economia da energia poder-se-ia estabelecer como um valor médio, em condições normais de operação. Neste caso, nem os consumidores, nem INECEL, teriam despesas iniciais na substituição e instalação do equipamento eficiente. O investimento dos consumidores em equipamentos eficientes seria, desse modo, financiado pelo "Fundo Especial", por meio de um empréstimo que se deveria pagar parceladamente com a conta de eletricidade. Desse modo, o custo inicial "transforma-se" em um custo "operacional", possivelmente mais aceitável para o consumidor.

4.3 ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA ILUMINAÇÃO

As alternativas tecnológicas sugeridas em iluminação são a substituição de lâmpadas incandescentes (LI)(média de 60 W) por lâmpadas fluorescentes econômicas (FE) (27 W lâmpada + reator) e por lâmpadas fluorescentes compactas (FC) (12,5 W lâmpada + reator). O tempo médio de uso diário é de 4 horas (1.460 horas ao ano).

4.3.1 Cenário 1: Investimento pago pelos consumidores ou por INECEL

a) Do ponto de vista dos consumidores:

- Ao início do período 100% do investimento é pago pelos consumidores;
- os preços de compra das lâmpadas, incluídos os reatores e luminárias, são os seguintes: Lâmpada Incandescente = US\$ 0.70; Lâmpada Fluorescente Econômica = US\$13.40 e Lâmpada Fluorescente Compacta = US\$16.00;
- o período de análise é de 10 anos (aproximadamente o dobro do tempo de vida útil das lâmpadas fluorescentes econômicas e fluorescentes compactas);
- o preço médio atual da eletricidade para os consumidores é de US\$ 0.04;
- as taxas de desconto analisadas são de 6% e 25%;
- o cálculo inclui o valor residual das lâmpadas ao final do período, quando, ao final do décimo ano ainda existe remanescente (resíduo) de vida útil da lâmpada.

O custo total distribuído é função direta do custo da lâmpada e de seus

componentes, bem como do consumo de energia elétrica. O custo de manutenção foi admitido nulo para todas as alternativas. A Tabela 4.1 apresenta uma síntese dos cálculos realizados.

A lâmpada incandescente é a mais cara para taxas de desconto pequenas (inferiores a 6%) em período de análise de 10 anos, devido ao maior consumo de energia (mesmo com os baixos preços atuais da eletricidade) e ao baixo custo do capital requerido para a sua substituição. O custo total distribuído da lâmpada incandescente (custo do ciclo de vida) é maior, na medida que se incrementam o número de horas de uso diário e o preço da eletricidade. Para usos superiores a duas horas diárias ou tarifas elétricas superiores a US\$0.045/kWh, as lâmpadas incandescentes têm um maior valor presente do ciclo de vida (C_T) do que as lâmpadas fluorescente econômica e fluorescente compacta. No entanto, com o preço atual da eletricidade (US\$0.04/kWh) e para taxas de desconto superiores a 10%, a lâmpada incandescente tem um valor presente total do ciclo de vida menor do que as fluorescentes econômicas e fluorescentes compactas.

Cada lâmpada fluorescente econômica produz uma economia anual de 48,18 kWh, enquanto que a fluorescente compacta produz economia de 69,35 kWh/ano. A lâmpada fluorescente compacta consome 79% menos energia do que a incandescente e 54% menos que a fluorescente econômica. Em potência elétrica, a lâmpada fluorescente compacta evita 47,5 W e a fluorescente econômica, 33 W. O custo de conservar energia, segundo o ponto de vista dos consumidores, não é atrativo nas atuais condições, já que esse custo por kWh é maior (para uma taxa de desconto=25%) que o valor atual por kWh de energia elétrica pago pelos consumidores. O custo de cada kWh de conservar energia aumenta-se quando a taxa de desconto é mais elevada. As taxas internas de retorno (TIR) não são

atrativas (4% para as fluorescentes econômicas e 6% para as fluorescentes compactas), nas condições analisadas.

Quando os preços da eletricidade atingem US\$0.083/kWh (custo marginal atual ao nível de distribuição) e com uma taxa de desconto de 25%, os valores mudam em forma significativa. O custo total distribuído das lâmpadas fluorescentes compactas é 12% inferior ao das lâmpadas incandescentes. Para uma taxa de desconto de 6%, o custo total das lâmpadas fluorescentes compactas é inferior em 37%. As taxas internas de retorno são de 32%, calculadas pelo método do fluxo de caixa.

**TABELA 4.1 - Avaliação Econômica de Lâmpadas:
Investimento dos Consumidores
Custo da Eletricidade US\$ 0.04/kWh**

Lâmpada	TD %	C _T US\$	C _{Ta} US\$	C _{ce} US\$/kWh	C _{eep} US\$	TIR %
Incand.	6	33.13	4.50	-----	25.79	-----
	25	16.61	4.65	-----	12.51	-----
Fl.Econ.	6	34.47	4.68	0.044	11.61	4
	25	23.16	6.49	0.078	5.63	4
Fl.Comp.	6	32.76	4.45	0.039	5.37	6
	25	23.60	6.61	0.068	2.61	6

TD: Taxa de desconto

C_T: Custo total em valor presente do ciclo de vida

C_{Ta}: Custo Total do ciclo de vida anualizado

C_{ce}: Custo do kWh de energia conservada

C_{eep}: Custo da energia elétrica no período analisado (valor presente)

TIR: Taxa interna de retorno

O custo da energia elétrica consumida no período analisado de dez anos, em valor presente, é 80% inferior utilizando lâmpadas fluorescentes compactas do que utilizando lâmpadas incandescentes. No caso das lâmpadas fluorescentes

econômicas, esse custo torna-se 55% inferior.

b) Do ponto de vista de INECEL (concessionárias elétricas):

Além das premissas adotadas no caso dos consumidores, e que também servem para a análise do ponto de vista de INECEL ou das concessionárias elétricas, os seguintes dados são particulares para este caso:

- Taxa de desconto adotada: 12%;
- preço da energia elétrica ao nível de secundários de distribuição²²: US\$ 0.0831/kWh (INECEL, 1993);
- para o cálculo do custo de conservar energia, considera-se a energia elétrica economizada anualmente no ponto de geração; quer dizer, os consumos e as economias de energia elétrica no ponto de uso são levadas até a geração, tendo em conta as perdas envolvidas, 20% até a geração e 90% da disponibilidade de máquinas.

A Tabela 4.2 apresenta um resumo dos cálculos realizados, os quais podem ser observados na Tabela C1 do Anexo C.

²² Secundário de Distribuição é a rede elétrica de baixa tensão (110/220 V) da concessionária elétrica, de onde sai a ligação para o consumidor.

**TABELA 4.2 - Avaliação Econômica de Lâmpadas:
Investimento das Concessionárias Elétricas
Custo da Eletricidade US\$ 0,0831/kWh**

Lâmpada	TD %	C _T US\$	C _{Ta} US\$	C _{ce} US\$/kWh	C _{ep} US\$/kW	TIR %
Incand.	12	46.98	8.32	-----	-----	-----
Fl.Econ.	12	39.08	6.92	0.039	284.0	26
Fl.Comp.	12	33.22	5.88	0.035	252.0	32

- TD: Taxa de desconto
 C_T: Custo total em valor presente do ciclo de vida
 C_{Ta}: Custo Total do ciclo de vida anualizado
 C_{ce}: Custo do kWh de energia conservada
 C_{ep}: Custo por kW de potência evitado
 TIR: Taxa interna de retorno

O caso de INECEL é muito diferente da análise feita para os consumidores. INECEL tem um custo marginal de produção, transformação, transmissão e distribuição primária e secundária da eletricidade que é o dobro da média paga pelos consumidores. Isso faz com que, do ponto de vista de INECEL, seja conveniente a realização de um investimento para a substituição de lâmpadas fluorescentes econômicas e fluorescentes compactas por lâmpadas incandescentes.

O custo do ciclo de vida (C_T) das lâmpadas incandescentes é maior que o C_T das lâmpadas fluorescentes econômicas e que das lâmpadas fluorescentes compactas. Estas lâmpadas necessitam de um investimento inferior em 29% ao das lâmpadas incandescentes. Essa diferença deve-se, fundamentalmente, à economia em energia elétrica, já que as lâmpadas fluorescentes compactas consomem 79% menos energia do que as lâmpadas incandescentes e as lâmpadas fluorescentes econômicas apresentam um consumo 55% inferior ao das lâmpadas incandescentes.

O custo de conservar (economizar) um kWh de energia elétrica em iluminação é 58% inferior ao custo de fornecer um kWh ao nível dos consumidores. Esse custo

é de US\$ 0.0831/kWh e o custo da medida de conservação é US\$ 0.035/kWh.

O custo de evitar a instalação de um kW na capacidade de geração (potência), na hora de máximo consumo, é também conveniente para INECEL. Para calcular essa potência média evitada na hora de máximo consumo, leva-se em conta que o programa de lâmpadas eficientes abrange apenas 38% das lâmpadas médias instaladas nas residências equatorianas (são 8 em média, o programa substituiria 3). Além disso, tem-se considerado o fator de diversidade no uso da residência na hora pico (0,70) e o fator de simultaneidade do sistema (0,75). Esses fatores, acrescido das perdas de potência na cadeia elétrica, determinaram uma capacidade média evitada ao instalar uma lâmpada fluorescente compacta de 9,5 W e de 6,5 W no caso da lâmpada fluorescente econômica (por lâmpada)²³. O custo de evitar um kW de potência é de US\$ 252 no caso da introdução das lâmpadas fluorescentes compactas e de US\$ 284 no caso da introdução das lâmpadas fluorescentes econômicas. Esses valores são menores que o custo marginal de uma central hidrelétrica (como foi dito no capítulo 3), que é de US\$1 300/kW, e menor que US\$ 880/kW, que corresponde à oferta recebida pelo INECEL para uma central térmica de vapor de 125 MW (INECEL, 1993).

As taxas internas de retorno (calculadas pelo método de fluxo de caixa) são 26% (para as lâmpadas fluorescentes econômicas) e 33% (para as lâmpadas fluorescentes compactas). Elas indicam a viabilidade do investimento, mesmo no caso de não haver contribuição econômica dos consumidores participantes.

²³ A capacidade nominal evitada (47,5 W) é a diferença entre 60 W da lâmpada incandescente e 12,5 W da lâmpada fluorescente compacta.

4.3.2 Cenário 2: Investimento financiado por um "Fundo Especial" com aval do governo

As premissas nas quais se baseia este cenário são as seguintes:

- Financiamento aos consumidores para investir em lâmpadas eficientes, por meio de sua entrega e instalação direta;
- o valor do investimento deveria ser pago parceladamente junto com a conta mensal da eletricidade;
- assume-se uma taxa de desconto de 12% ao ano (0,95% efetiva ao mês);
- o período de amortização é equivalente à vida da lâmpada fluorescente compacta, em função do número médio de 4 horas diárias de uso (62 meses);
- preço da eletricidade atual médio é de US\$ 0.04/kWh.

Os principais resultados da análise econômica são apresentados na Tabela 4.3. Os cálculos podem ser conferidos na Tabela C2 do Anexo C.

A lâmpada fluorescente compacta (FC) apresenta a mais elevada economia de energia elétrica e os maiores valores "poupados" por consumo de eletricidade. Aproximadamente, as FC têm um custo de energia consumida 79% inferior ao das lâmpadas incandescentes e 54% inferior ao das lâmpadas fluorescentes econômicas. Estas, por sua vez, têm um valor de consumo 55% inferior ao das lâmpadas incandescentes.

A Tabela 4.3 apresenta também o valor mensal (em dólares) que os consumidores deveriam pagar por consumo de energia elétrica e pela parcela do

empréstimo pela substituição efetuada da lâmpada.

TABELA 4.3 - Comparação de Consumos de Energia e Custos Mensais para a substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes econômicas e compactas. (Preço da eletricidade: US\$ 0.04/kWh, 4 horas diárias de uso).

Lâmpada	Consumo kWh/mês	Economia kWh/mês	Custo kWh/mês consumidos (US\$)	Valor kWh/mês economiz. (US\$)	Parcela mínima mensal do empréstimo (US\$)	Valor Mensal Total: Energia + Emprést. (US\$)
Incandesc.	7,30	-----	0,29	-----	-----	0,29
Fluores.Econô.	3,29	4,02	0,13	0,16	0,29	0,42
Fluor.Compac.	1,52	5,78	0,06	0,23	0,35	0,41

É conveniente realizar a análise de sensibilidade com relação ao preço da eletricidade, com o fim de determinar para que preço da eletricidade é possível que os consumidores tenham uma economia no custo da energia que lhes permita pagar as parcelas do empréstimo com a poupança em energia obtida. A Tabela 4.4, da página seguinte apresenta a análise de sensibilidade realizada. Desse modo, é possível determinar que, para um preço da eletricidade de US\$ 0.061/kWh, os usuários do serviço poderiam cobrir o empréstimo com as economias logradas em consumo de energia elétrica. Esse valor é inferior ao custo marginal atual do serviço para INECEL e concessionárias elétricas (US\$ 0.0831/kWh). Com esse valor, consegue-se uma economia superior àquela necessária para a parcela do empréstimo. Pode-se, então, diminuir o período de amortização de 62 para 40 meses.

Com o preço da eletricidade ao custo marginal e o uso de 4 horas diárias de cada lâmpada fluorescente compacta substituída, tem-se uma economia no valor total da conta de 19% em relação ao consumo de eletricidade com a lâmpada incandescente, mesmo pagando a parcela do empréstimo correspondente. No caso de lâmpadas fluorescentes econômicas, a economia seria de 5% em relação ao consumo com as lâmpadas incandescentes.

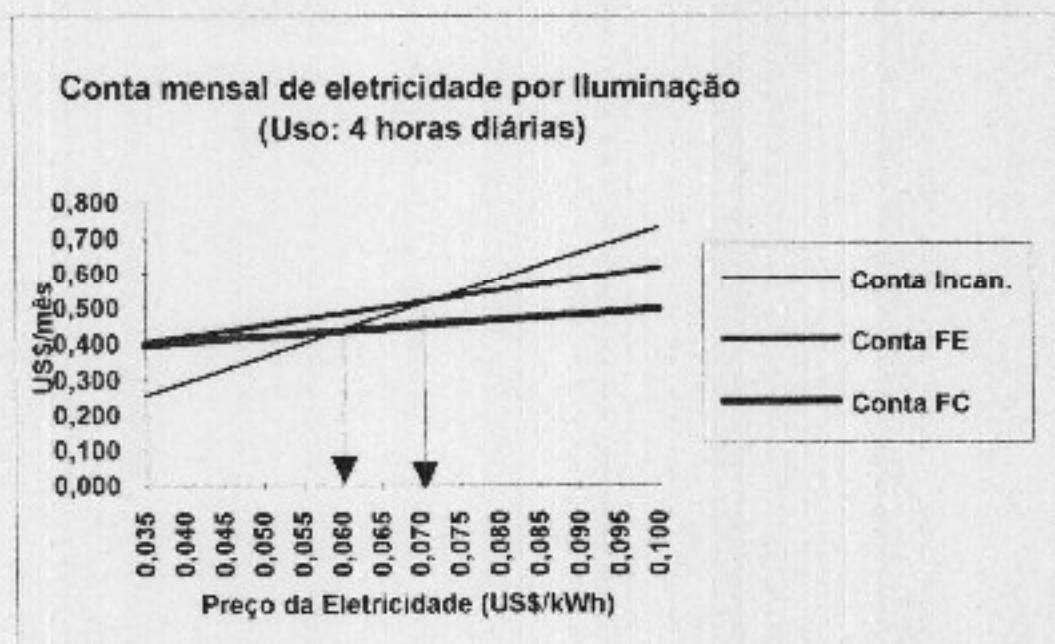
A Figura 4.1 mostra que, para um preço da eletricidade de US\$ 0.061/kWh, as lâmpadas fluorescentes compactas são mais econômicas do que as lâmpadas incandescentes, enquanto que as lâmpadas fluorescentes econômicas são mais baratas para um preço de US\$ 0.076/kWh. No entanto, as duas soluções podem ser obtidas com preços de energia elétrica inferiores aos custos marginais do ano 1993. As lâmpadas fluorescentes econômicas apresentam um maior custo por consumo de energia elétrica do que as lâmpadas fluorescentes compactas, razão pela qual é conveniente que os programas de uso eficiente de energia priorizem as lâmpadas fluorescentes compactas.

Por fim, com os preços atuais da eletricidade (US\$ 0.04/kWh), só é possível que os utilizadores possam cobrir os custos das substituições de lâmpadas, com economias de energia elétrica por lâmpada substituída superiores aos 8 kWh/mês, o que corresponde a um uso médio diário de 5,5 horas.

TABELA 4.4 - Custo Mensal de alternativas para Iluminação

Valor Total mensal (US\$) a pagar, incluindo parcelas do empréstimo, em função do preço da eletricidade (US\$/kWh)			
Preço da Eletricid. US\$/kWh	Conta Incan.	Conta FE	Conta FC
0,030	0,219	0,386	0,390
0,035	0,256	0,402	0,397
0,040	0,292	0,419	0,405
0,045	0,329	0,435	0,412
0,050	0,365	0,452	0,420
0,055	0,402	0,468	0,428
0,060	0,438	0,484	0,435
0,065	0,475	0,501	0,443
0,070	0,511	0,517	0,450
0,075	0,548	0,534	0,458
0,080	0,584	0,550	0,466
0,085	0,621	0,566	0,473
0,090	0,657	0,583	0,481
0,095	0,694	0,599	0,488
0,100	0,730	0,616	0,496

Fonte: Cálculos do autor.



4.4 ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA REFRIGERAÇÃO (GELADEIRAS)

Os consumidores dos estratos 3, 4 e 5 (consumos superiores a 200 kWh), deveriam substituir as suas geladeiras convencionais por geladeiras eficientes, que apresentam uma economia de energia elétrica da ordem de 50% em relação aos modelos convencionais (as geladeiras convencionais consomem 1.250 kWh/ano em média, e as geladeiras eficientes, 600 kWh). O uso da eletricidade pode variar, de modo substancial, segundo os diferentes tipos de geladeiras e a análise será feita para os valores médios indicados acima.

A diferenças de preço entre geladeiras eficientes e convencionais no mercado do Equador varia entre 15% e 35% (de US\$ 100 a US\$300). Em nossa análise, consideramos o valor médio da diferença de preço, isto é US\$ 200. Howard S. Geller, em seu estudo "*Efficient Electricity Use: A Development Strategy for Brasil*", indica que é possível conseguir entre 30% e 40% de redução no consumo de eletricidade com um aumento entre 15 e 20% no custo do investimento em tecnologias de uso eficiente.

4.4.1 Cenário 1: Investimento pago pelos consumidores ou por INECEL

a) Do ponto de vista dos consumidores:

- Os consumidores pagam 100% do investimento ao início do período;
- os preços de compra da geladeira convencional é de US\$ 600 e o de geladeira eficiente é de US\$ 800;
- o período de análise é de 15 anos (aproximadamente o tempo de vida útil

das geladeiras);

- o preço médio atual da eletricidade para os consumidores dos estratos superiores a 200 kWh é de US\$ 0.06/kWh;
- as taxas de desconto consideradas são de 6% e de 25%;
- O cálculo inclui o valor residual das geladeiras ao fim da sua vida útil, porque é possível reaproveitar partes dela. Assume-se 10% do seu valor inicial.

O custo total distribuído é função direta do custo da geladeira e do consumo de energia elétrica. O custo de manutenção foi considerado como sendo nulo.

A Tabela 4.5 apresenta uma síntese dos cálculos realizados.

**TABELA 4.5 - Avaliação Econômica de Geladeiras:
Investimento dos Consumidores
Custo da Eletricidade US\$ 0.06/kWh**

Geladeira	TD %	C_T US\$	C_{Ta} US\$	C_{ce} US\$/kWh	C_{cep} US\$	TIR %
Convenc.	6	1.303.4	134.2	----	728.4	----
	25	887.3	229.9	----	289.4	----
Eficiente	6	1.116.3	114.9	0.030	349.6	15
	25	936.1	242.6	0.082	138.9	15

TD: Taxa de desconto

C_T: Custo total em valor presente do ciclo de vida

C_{Ta}: Custo Total do ciclo de vida anualizado

C_{ce}: Custo do kWh de energia conservada

C_{cep}: Custo da energia elétrica no período analisado (valor presente)

TIR: Taxa interna de retorno

O valor total do ciclo de vida (valor presente) é mais elevado nas geladeiras convencionais em 14,3% do que nas geladeiras eficientes, para um preço da médio da eletricidade de US\$ 0.06/kWh e uma taxa de desconto de 6%. Quando a taxa de desconto é maior, a diferença é menor, até que para uma taxa de desconto de 25%, o custo total do ciclo de vida das geladeiras eficientes é maior (em 5%), para o preço da eletricidade indicado.

Do ponto de vista dos consumidores, a substituição de geladeiras convencionais pelas geladeiras eficientes apresenta uma vantagem aceitável, com uma taxa de desconto de 6%. O custo por kWh economizado é menor que o atual preço pago da eletricidade (inferior em US\$0.037kWh). A taxa interna de retorno é 15%, que é atrativa para consumidores com taxas de desconto inferiores a esse valor.

Para uma taxa de desconto de 25%, o custo de cada kWh economizado atinge o custo marginal atual da eletricidade, quer dizer, é mais elevado que o preço que atualmente estão pagando os consumidores. Desse modo, a substituição não é atrativa para os consumidores cujo custo de oportunidade do dinheiro seja mais elevado.

Nas duas taxas de desconto analisadas, há economia no valor por consumo de energia elétrica das geladeiras eficientes. Esse valor é inferior em 52% ao valor por consumo das geladeiras convencionais.

O preço da eletricidade é, novamente, o fator que intervém diretamente na decisão para o investimento. Para conseguir reduzir o consumo de energia, em média, 650 kWh ao ano por geladeira, e para economizar mais de 50% do valor por consumo elétrico, é preciso facilitar o financiamento para o consumidor adquiri-la. Esse aspecto será analisado na seqüência do presente trabalho.

b) Do ponto de vista de INECEL ou das concessionárias elétricas:

É muito difícil que INECEL ou as concessionárias elétricas, possam financiar 100% a aquisição de geladeiras eficientes para seus clientes. No entanto, o investimento é economicamente viável, toda vez que o custo do kWh economizado ao financiar a aquisição de uma geladeira eficiente é menor do que o custo de produzi-lo e levá-lo até o consumidor. Existe uma economia de US\$ 0.039/kWh (47% do custo marginal de INECEL). A taxa interna de retorno deste investimento é 25%, que é um valor atrativo.

O custo de evitar-se um kW de potência por uso de geladeiras eficientes na hora de ponta é de US\$ 777/kW. Valor elevado, mas inferior, aos custos por kW necessários para instalar uma nova usina. Como foi dito, a taxa de desconto empregada é de 12% e o preço da eletricidade atinge US\$ 0.083/kWh. A Tabela 4.6 mostra os dados comentados acima (ver também Tabela C3, no Anexo C).

**TABELA 4.6 - Avaliação Econômica de Geladeiras:
Investimento de INECEL ou das Concessionárias Elétricas
Custo da Eletricidade US\$ 0.083/kWh**

Geladeira	TD %	C _T US\$	C _{Ta} US\$	C _{ce} US\$/kWh	C _{ep} US\$/kW	TIR %
Convenc.	12	1,295.7	190.2	---	---	---
Eficiente	12	1,124.6	165.1	0.044	777.0	25

- TD: Taxa de desconto
 C_T: Custo total em valor presente do ciclo de vida
 C_{Ta}: Custo Total do ciclo de vida anualizado
 C_{ce}: Custo do kWh de energia conservada
 C_{ep}: Custo por kW de potência evitado
 TIR: Taxa interna de retorno

4.4.2 Cenário 2: Investimento financiado por um "Fundo Especial" com aval do governo

Este cenário tem por referência as seguintes premissas:

- Há um financiamento aos consumidores para investir em geladeiras eficientes;
- O valor do financiamento será de até US\$ 200 (diferença de preço entre uma geladeira eficiente e uma geladeira convencional), que deverá ser pago parceladamente junto com a conta mensal da eletricidade;
- assume-se uma taxa de juros de 12% ao ano (0,95% efetiva ao mês);
- O período de amortização equivalente a 60 meses;
- O preço da eletricidade atual médio é de US\$ 0.06/kWh (para os estratos superiores a 200 kWh de consumo mensal).

Ao trocar geladeiras convencionais pelas eficientes atinge-se uma economia em energia elétrica de cerca de 54 kWh mensais, que ao preço da eletricidade de US\$ 0.06/kWh representa um valor de US\$3.25 mensais e ao preço de US\$ 0.083/kWh corresponde a uma economia de US\$ 4.50 por mês. A parcela de pagamento do empréstimo seria de US\$ 4.39, considerando uma taxa efetiva de juros mensal de 0,95% (12% ao ano) e um período de amortização de 60 meses. Portanto, para que, com as economias em consumo elétrico ao nível da tarifa atual cobrada aos consumidores seja possível pagar a parcela mensal do empréstimo, será necessário um período de amortização de 96 meses (8 anos).

Por outro lado, com a tarifa de custo real (US\$ 0.083/kWh) são necessários 58 meses (um pouco menos de 5 anos). Os resultados principais da análise

econômica apresentam-se na Tabela 4.7. Os cálculos podem ser conferidos na Tabela C4 do Anexo C.

A parcela mensal do empréstimo pode ser reduzida de duas maneiras: seja aumentando o período de amortização, seja diminuindo a taxa de desconto e, portanto, a taxa mensal de recuperação (rentabilidade) do investimento.

A Tabela 4.7, da página seguinte apresenta uma análise de sensibilidade em relação ao preço da eletricidade do valor mensal a pagar, tendo uma geladeira convencional (considera-se apenas o custo da energia) e para uma geladeira eficiente, cuja diferença de preço foi financiada pelo "Fundo Especial" (considera-se o custo da energia acrescido da parcela do empréstimo). O ponto de equilíbrio é para um preço da eletricidade ligeiramente inferior ao custo marginal ao nível do consumidor (US\$ 0.081/kWh). Atualmente, todos os consumidores dos estratos de consumo superiores a 500 kWh/mês pagam uma tarifa média de US\$ 0.088/kWh. Desse modo, apenas esses consumidores estariam em condições de cobrir o custo adicional do aparelho com as economias realizadas no consumo de energia elétrica, graças ao uso de geladeiras eficientes.

TABELA 4.7 - Custo Mensal de alternativas de Geladeiras

Valor Total mensal (US\$) a pagar, incluindo parcelas do empréstimo, em função do preço da eletricidade (US\$/kWh)			
Preço da Eletricid. US\$/kWh	Convencional	Eficiente	Diferença
0,055	5,73	7,14	1,41
0,060	6,25	7,39	1,14
0,065	6,77	7,64	0,87
0,070	7,29	7,89	0,60
0,075	7,81	8,14	0,32
0,080	8,33	8,39	0,05
0,085	8,85	8,64	-0,22
0,090	9,38	8,89	-0,49
0,095	9,90	9,14	-0,76
0,100	10,42	9,39	-1,03
0,105	10,94	9,64	-1,30
0,110	11,46	9,89	-1,57
0,115	11,98	10,14	-1,84
0,120	12,50	10,39	-2,11
0,125	13,02	10,64	-2,38

Fonte: Cálculos do autor.

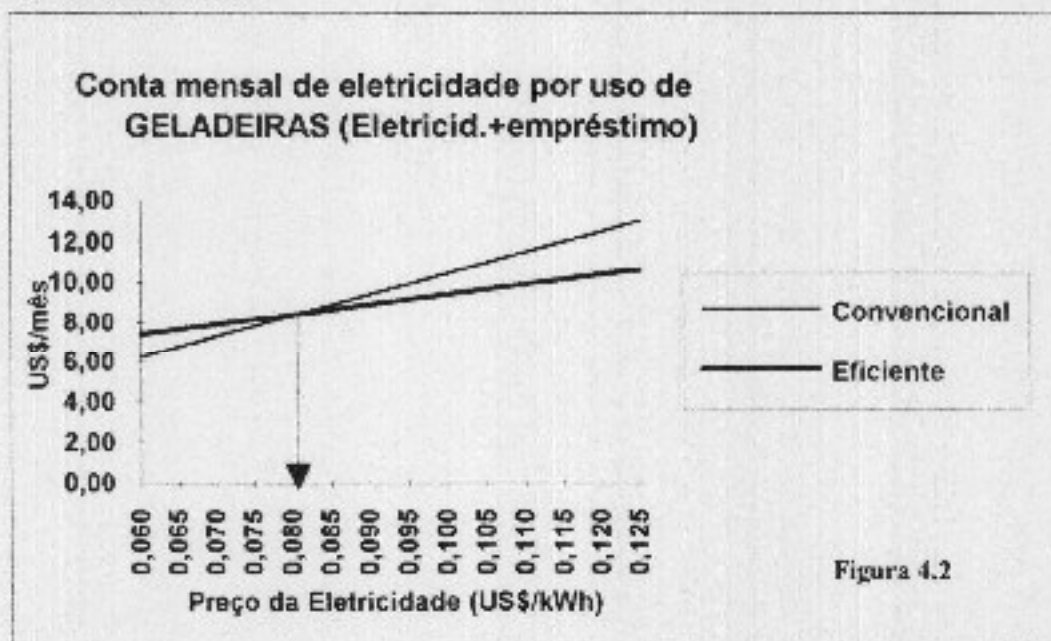


Figura 4.2

4.5 ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA AQUECIMENTO DA ÁGUA

As tecnologias que serão avaliadas para aquecimento de água são a troca de aquecedores elétricos por acumulação pelos aquecedores instantâneos a gás (GLP) e pelos coletores solares. Essas tecnologias de uso eficiente serão aplicadas, principalmente, nos três estratos de consumo mais elevados (superiores a 200 kWh/mês).

4.5.1 Cenário 1: Investimento pago pelos consumidores ou por INECEL

a) Do ponto de vista dos consumidores:

As premissas e dados aceitos para a avaliação são os seguintes:

- O consumidor paga 100% do investimento ao início do período.
- Os preços de compra dos aparelhos de uso final indicados são os seguintes: acumuladores elétricos, US\$ 150; aquecedores instantâneos a gás, US\$400 e coletores solares para uma residência, US\$ 950. Esses preços incluem os custos de instalação dos equipamentos.
- O período da análise é de 15 anos, o que corresponde à vida útil do equipamento solar (dado do fabricante²⁴) e que é maior do que a vida útil dos aquecedores elétricos e a gás (10 anos).
- O preço médio atual da eletricidade para os consumidores destes estratos (superior a 200 kWh/mês) é de US\$ 0.06/kWh

²⁴ Segundo dados de SOLETROL, fabricante de coletores solares no Brasil

- As taxas de desconto analisadas são de 6% e de 25%.
- A avaliação considera o valor residual dos equipamentos, já que a vida útil dos aquecedores elétricos e a gás utilizados é superior ao período de tempo sob análise. No caso dos coletores solares, estima-se o seu valor residual em 10%, pelas partes reaproveitáveis que são os vidros e a sucata de alumínio e cobre.
- Considera-se o custo do gás liquefeito de petróleo (GLP) necessário para a operação do aquecedor a gás cujo preço ao consumidor é de US\$ 0.1 por quilograma (OLADE, 1994).
- O aquecedor de água a gás sob análise tem um consumo de GLP de 9.800 kcal/h e o poder calorífico do GLP é de 11.730 kcal/kg.
- O acumulador de água quente no sistema do coletor solar dispõe de uma resistência elétrica de 1.200 W, que será ligada quando necessário. Avalia-se em 25% de uso anual, respeito do acumulador elétrico.

O custo total distribuído é função direta do custo dos equipamentos e de seus componentes, e do seu consumo de energia elétrica. O custo de manutenção foi admitido nulo para todas as alternativas. As Tabelas 4.8 e 4.9 apresentam uma síntese dos cálculos realizados.

O valor presente da energia elétrica consumida durante o período da análise é superior em 79,50% ao valor que deve ser pago para o consumo de GLP. O uso do coletor solar também diminui o valor presente por consumo de energia elétrica, sob a condição de ter-se que ligar resistências elétricas em determinados períodos de tempo.

TABELA 4.8 - Consumo Elétrico e de GLP e Custos de operação

Tipo de Aquecedor	Energia Consum. kWh/ano	Gás Consumido kg/ano	Economia Ener. El. kWh/ano	Vp* Energ. Elétrica US\$	Vp* GLP US\$
Acum. Elétrico	3.650	-----	-----	845.18	-----
Aquec. Gás	-----	1.219,78	3.650	0.00	470.74
Coletor Solar	912.50	-----	2.737,50	211.29	0.00

* Vp: Valor presente da energia consumida no período da análise

TABELA 4.9 - Avaliação Econômica de Aquecedores de Água:

Investimento dos Consumidores

Custo da Eletricidade US\$ 0.06/kWh

Aparelho	TD %	C _T US\$	C _{Ta} US\$	C _{ce} US\$/kWh	C _{ep} US\$/kW	TIR %
Acumul. Elétric.	6 25	2,987.13 987.13	230.1 255.8	----- -----	----- -----	----- -----
Aqueced. a GLP	6 25	1,473.00 849.27	151.7 220.1	0.005 0.017	206.16 681.13	37 37
Coletor Solar	6 25	1,481.80 1,161.29	152.6 300.9	0.032 0.077	963.14 2,326.5	20 20

TD: Taxa de desconto

C_T: Custo total em valor presente do ciclo de vida

C_{Ta}: Custo Total do ciclo de vida anualizado

C_{ce}: Custo do kWh de energia conservada

C_{ep}: Custo por kW de potência evitado

TIR: Taxa interna de retorno



O acumulador elétrico, muito utilizado no setor residencial do Equador, apresenta o maior custo do ciclo de vida para uma taxa de desconto do 6%. Quando se aumenta o valor da taxa de desconto, as tecnologias de custo mais elevado (como a solar) são menos competitivas, para preços da eletricidade inferiores ao custo marginal. No entanto, para preços da eletricidade iguais ao custo marginal, o custo do ciclo de vida é mais elevado para os aquecedores elétricos por acumulação, mesmo para uma taxa de desconto alta de 25%.

Do ponto de vista dos consumidores, o custo de conservar energia com aquecedores a gás é vantajoso, pois o custo por kilowatio hora economizado é menor que o preço atual da eletricidade. Para o caso de coletores solares, o custo de cada kWh de energia conservado é maior para uma taxa de desconto de 25%, e menor para uma taxa de desconto de 6%. O preço da eletricidade e a taxa de desconto são variáveis que influem diretamente no custo total e nos seus custos unitários do kWh de energia economizado. Foram encontradas taxas internas de retorno adequadas para os consumidores (37% no caso dos aquecedores a gás e 20% no caso dos coletores solares).

b) Do ponto de vista de INECEL e das concessionárias elétricas:

Além das premissas adotadas no caso dos consumidores, e que também servem para a análise do ponto de vista de INECEL e das concessionárias elétricas, os seguintes dados são particulares para este caso:

- Taxa de desconto adotada: 12%.
- O preço da energia elétrica ao nível dos consumidores é de US\$ 0.0831/kWh (INECEL, 1993).

- Para o cálculo do custo de conservar energia, considera-se a energia elétrica economizada anualmente no ponto de geração; quer dizer, os consumos e as economias de energia elétrica no ponto de uso são levadas até a geração, tendo em conta as perdas envolvidas, 20% até geração e 90% da disponibilidade de máquinas.

A Tabela 4.10 apresenta uma síntese dos cálculos realizados (ver também Tabela C5 do Anexo C).

**TABELA 4.10 - Avaliação Econômica de Aquecedores da Água:
Investimento de INECEL ou das Concessionárias Elétricas
Custo da Eletricidade US\$ 0.0831/kWh**

Aparelho	TD %	C_T US\$	C_{Ta}^* US\$	C_{ce} US\$/kWh	C_{pe}^{**} US\$/kW	TIR %
Acumul.	12	2,194.70	321.80	----	----	----
Elétric.	25	1,312.60	340.10	----	----	----
Aqueced. a GLP	12	1,166.40	171.3	0.008	342.20	72
	25	849.27	220.1	0.017	681.13	72
Coletor Solar	12	1,466.50	215.3	0.044	1,344.5	28
	25	1,242.64	322.0	0.077	2,326.5	28

TD: Taxa de desconto
 C_T : Custo total em valor presente do ciclo de vida
 C_{Ta}^* : Custo Total de ciclo de vida anualizado
 C_{ce} : Custo do kWh de energia conservada
 C_{pe} : Custo por kW de potência evitado
TIR: Taxa interna de retorno

O custo de conservar energia elétrica para o caso de substituição de aquecedores elétricos por aquecedores a gás é inferior ao custo de fornecer um kWh, devido a

que a substituição representa uma economia de 100% da energia elétrica consumida. O custo de evitar um kW de capacidade também é inferior ao custo de implementar novas usinas.

No caso do aquecimento da água com coletores solares, obtém-se um valor por unidade de energia economizada inferior ao custo de fornecimento. Esse valor é maior para taxas de desconto superiores, mas, para a taxa de 12%, sob análise, o valor atinge 47% do custo marginal atual da eletricidade ao nível dos consumidores. O custo de evitar 1 kW de capacidade na hora de máximo consumo seja muito elevado, superior ao custo de instalar uma nova usina de geração hidrelétrica, devido à pequena potência elétrica evitada na hora de ponta por aquecimento de água (91 W por consumidor médio). Portanto, a implementação da medida é adequada para economizar energia, mas não para evitar potência elétrica.

Encontraram-se taxas internas de retorno de 72% (para o caso do aquecedor a gás) e de 28% (para o caso de coletores solares). Esses valores mostram que se trata de um bom investimento com recuperação do capital garantido.

4.5.2 Cenário 2: Investimento financiado por um "Fundo Especial" com aval do governo (Aquecimento da Água)

Este cenário tem as seguintes premissas:

- Há um financiamento aos consumidores para investir em aquecedores de água a gás ou em sistemas com coletores solares.
- O valor do financiamento será de até US\$ 250 (diferença de preço entre um

acumulador elétrico e um aquecedor a gás) e de até US\$ 400 para sistemas de aquecimento com coletores solares, que deverão ser pagos parceladamente junto com a conta mensal da eletricidade.

- Assume-se uma taxa de juros de 12% ao ano (0,95% efetiva ao mês).
- O período de amortização equivale a 60 meses.
- O preço da eletricidade atual médio US\$ 0.06/kWh (para os estratos superiores a 200 kWh de consumo mensal).

Para conseguir que as economias nos valores por consumo de energia elétrica em aquecimento de água permitam cobrir as parcelas do empréstimo, devem-se cumprir dois requisitos: a) adequado tempo de amortização do investimento, b) preços reais da eletricidade.

O investimento em aquecedor a gás pode ser pago pelos consumidores, em um período de 24 meses, às atuais tarifas elétricas. Desse modo, é o investimento mais vantajoso e com menor tempo de recuperação do empréstimo. Com períodos de amortização maiores, o consumidor, além de poder pagar a parcela do empréstimo, teria uma economia (poupança) significativa no valor que teria que pagar caso continuasse utilizando o acumulador elétrico. Por exemplo, para 36 meses de amortização, a parcela do empréstimo seria US\$ 13.17 e o valor que deixa de pagar por consumo de energia seria de US\$ 18.25 (tem excedente de US\$ 5.08). Para um período de amortização de 60 meses, o valor excedente seria de US\$ 9.48 mensais, pagando uma parcela pelo empréstimo equivalente a US\$ 8.77.

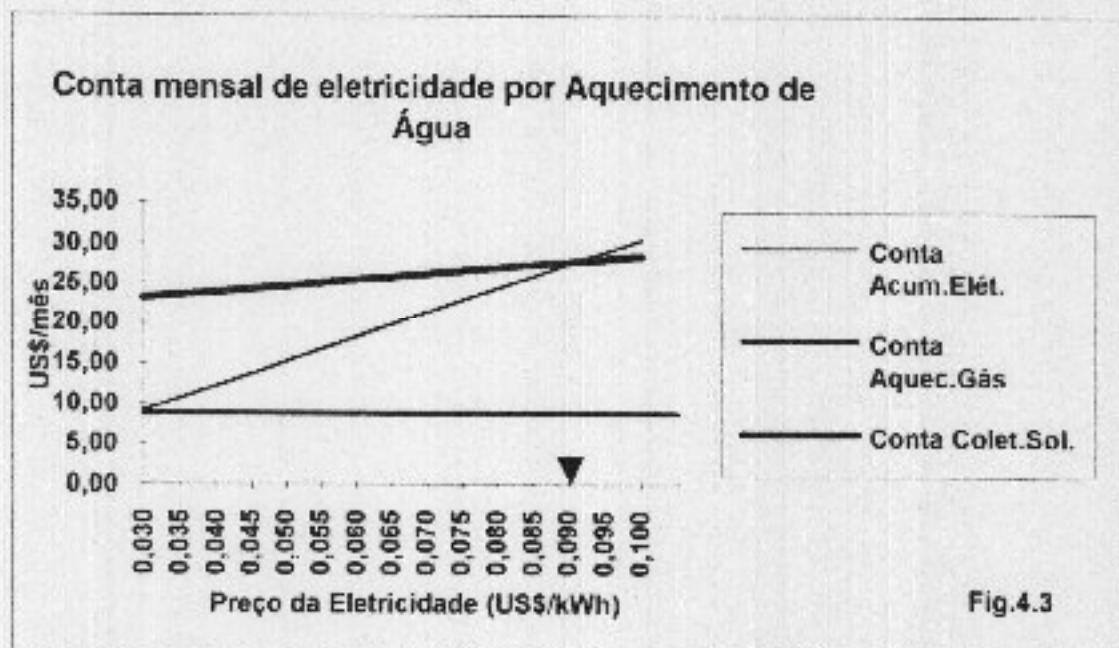
No caso dos coletores solares, são necessários 96 meses de prazo para

amortizar o empréstimo, ao atual preço da eletricidade. Com o preço da eletricidade ao custo marginal, seriam necessários 72 meses. A Tabela 4.11, que mostra a análise de sensibilidade realizada, indica que, à tarifa de US\$ 0.091/kWh e para um período de amortização de 60 meses, o empréstimo poderia ser pago com as economias por consumo de energia elétrica. Os resultados principais da análise econômica apresentam-se na Tabela 4.11. Os cálculos podem ser conferidos na Tabela C6 do Anexo C.

TABELA 4.11 - Custo Mensal de alternativas para Aquecimento da água

Preço da Eletricid. US\$/kWh	Conta Acum.Elét.	Conta Aquec.Gás	Conta Colet.Sol.
0,030	9,13	8,77	23,12
0,035	10,65	8,77	23,50
0,040	12,17	8,77	23,88
0,045	13,69	8,77	24,26
0,050	15,21	8,77	24,64
0,055	16,73	8,77	25,02
0,060	18,25	8,77	25,40
0,065	19,77	8,77	25,78
0,070	21,29	8,77	26,16
0,075	22,81	8,77	26,54
0,080	24,33	8,77	26,92
0,085	25,85	8,77	27,30
0,090	27,38	8,77	27,68
0,095	28,90	8,77	28,06
0,100	30,42	8,77	28,44

Fonte: Cálculos do autor.



4.6 CURVA DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA, BASEADA EM CRITÉRIO DE MÍNIMO CUSTO

No capítulo 3, determinaram-se as necessidades em energia elétrica dos três usos finais sob análise para o ano 2005, segundo os cenários Eficiência Congelada e de Tecnologias Eficientes Programadas. Nos itens anteriores, foram analisados os custos unitários de conservação de 1 kWh de energia elétrica e de se evitar 1 kW de potência coincidente. Com esses dados será possível construir a curva custo-fornecimento de energia (*Least-Cost Planning*).

A curva, baseada em critérios de mínimo custo, é uma função do custo unitário da energia conservada vs o fornecimento anual de energia (GWh/ano). Essa curva é construída da seguinte maneira: a) a primeira tecnologia a ser introduzida na combinação deve ser a tecnologia mais barata das medidas de conservação; b) cada passo seguinte corresponde à tecnologia que é mais custosa que o escalão prévio e mais barata que o seguinte; c) a altura de cada degrau (ou passo) corresponde ao custo unitário da energia conservada (US\$/kWh); d) a largura do passo, corresponde ao potencial de energia elétrica economizada com a nova tecnologia usada para conservar energia; e) esse processo de construção, passo a passo, continua até que a energia requerida no ano horizonte segundo o cenário Eficiência Congelada seja atingido. (REDDY, et al, 1991b). A projeção da demanda de energia elétrica nos usos finais estudados, segundo o cenário Eficiência Congelada, para o ano 2005 é de 5.327,33 GWh. A área total sob cada curva de custo-fornecimento de energia representa o custo total anual da implementação da tecnologia correspondente. A Figura 4.4 apresenta a curva custo-fornecimento de energia elétrica construída para as tecnologias de substituição analisadas para o setor residencial do Equador.

Curva Custo-Fornecimento Energ. Eléctrica (Least-Cost Planning)

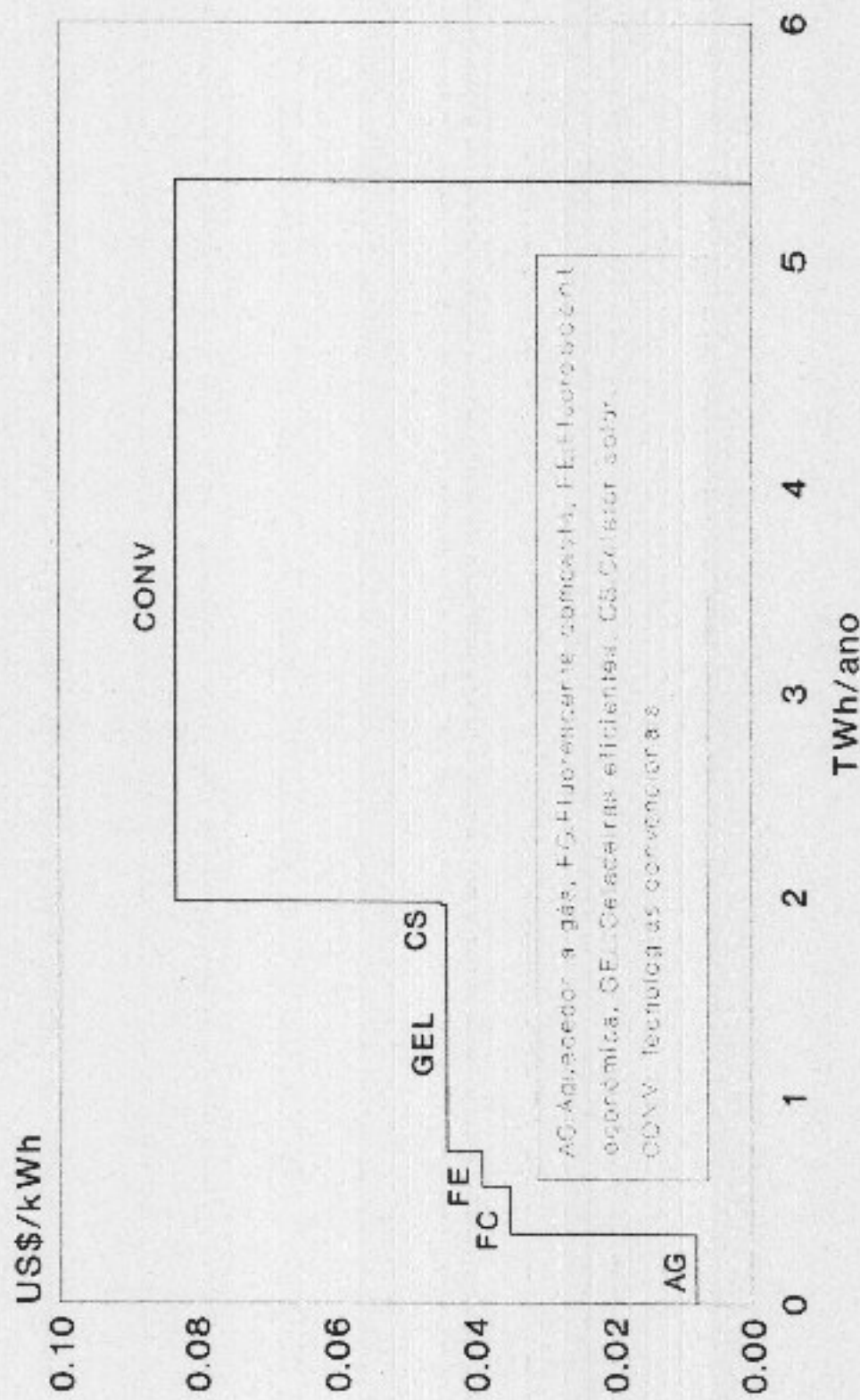


Fig.4.4

Na curva anterior, o eixo das ordenadas mostra o recurso que se deve investir para conservar uma unidade de energia elétrica (kWh) com a tecnologia eficiente correspondente. Portanto, a área sob a curva de cada tecnologia é o valor total do investimento necessário para conseguir economizar esse potencial de energia. Esses valores são os seguintes:

Tecnologia Eficiente	Custo (US\$/kWh)	GWh/ano	Custo Total (em US\$1,000)
Aquecedor a Gás	0.008	340,30	2,720.00
Lâmpadas Fluor.Compactas	0.035	231,20	8,090.00
Lâmpadas Fluor.Econômicas	0.039	170,30	6,640.00
Geladeiras Eficientes	0.044	1,217,45	53,570.00
Coletores Solares	0.045	16,00	720.00
TOTAL		1.975,25	71,740.00

O custo total da conservação (ou da geração evitada) de 1.975,25 GWh seria de 71,74 milhões de dólares. Todavia, o custo de gerar essa energia com as tecnologias convencionais seria de 164,2 milhões de dólares (229% maior).

4.7 CONCLUSÕES

- A análise econômica é essencial para verificar o interesse dos consumidores ou das concessionárias elétricas na adoção das tecnologias eficientes, bem como para identificar medidas de ordem financeira que poderiam ser adotadas.
- Os consumidores exigem uma elevada taxa de rentabilidade para os seus

investimentos. Além disso, no Equador, é escassa a disponibilidade de recursos financeiros. Por isso, a análise considera uma taxa de desconto de 25%. Ao lado desta, considera-se, também, uma taxa de 6%, para fins de comparação.

- A taxa de desconto do Setor Elétrico do Equador é de 12%. Essa taxa foi usada para realizar os cálculos do ponto de vista de INECEL e das concessionárias elétricas.
- O custo da conservação de energia por meio da substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas é de US\$ 0.039/kWh (taxa de desconto de 6%) e US\$ 0.068/kWh (taxa de desconto de 25%) para investimento dos consumidores. Para o caso da companhia de eletricidade (ou seja, a empresa compraria a lâmpada e daria ao consumidor), o custo da conservação de energia seria de US\$ 0.035/kWh. Mesmo nesta condição extrema, esse valor é inferior ao custo da energia fornecida aos consumidores.
- Para a companhia elétrica, o custo de se evitar a demanda de 1 kW, durante o período de ponta, é de US\$ 252 para a lâmpada fluorescente compacta e de US\$ 284 para a lâmpada fluorescente econômica. Esses valores são inferiores aos custos de ampliação da capacidade instalada (que atingiriam US\$ 1,300/kW).
- O custo da conservação de energia em geladeiras, do ponto de vista dos consumidores, é de US\$ 0.082/kWh (taxa de desconto de 25%). Para a companhia de eletricidade esse custo seria de US\$ 0.044/kWh, inferior ao custo marginal de fornecimento. Para a empresa de energia elétrica, o custo de evitar 1 kW de capacidade na hora da ponta seria de US\$777.

- Não existe atratividade econômica para que os consumidores residenciais invistam espontaneamente na troca de lâmpadas e de geladeiras na atual situação das tarifas elétricas e dos preços dos equipamentos.
- Do ponto de vista dos consumidores, e para as atuais tarifas de eletricidade e de GLP, é mais barato aquecer água usando GLP (44% mais barato), considerando a comparação entre os aquecedores de água por acumulação elétricos e os aquecedores a gás.
- O esquema de financiamento aos consumidores para a substituição de equipamentos, por meio de um fundo especial para essa finalidade é uma medida conveniente. Devem-se analisar os períodos de amortização e a taxa de juros para valores que garantam a recuperação do investimento. Além disso, as parcelas mensais devem poder ser pagas com as economias obtidas no consumo da energia elétrica.
- A curva de Custo-Fornecimento de energia apresenta as tecnologias que apresentam o mínimo custo de conservação, isto é, aquecedores de água instantâneos a gás, lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas fluorescentes eficientes, geladeiras eficientes e coletores solares.
- O custo total de conservar (evitar a geração) 1.975 GWh de energia (segundo as hipóteses analisadas), no ano 2005, é de 72 milhões de dólares. Esse valor seria apenas 44% do valor necessário para fornecer essa mesma energia caso não se tenha nenhum programa de conservação (ao custo marginal atual de fornecimento esse custo seria de US\$ 164.2 milhões de dólares).

5. ESTRATÉGIAS PARA O USO EFICIENTE DA ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DO EQUADOR (CONCLUSÕES)

5.1 INTRODUÇÃO

Na seqüência das análises realizadas nos capítulos anteriores, referentes à situação atual dos usos-finais de energia elétrica no setor residencial do Equador, bem como às possibilidades técnico-econômicas de melhorar a eficiência energética nos mesmos, neste capítulo final, apresentam-se como conclusões e recomendações, algumas sugestões para estratégias social, tecnológica, política e econômica necessárias para obter o uso eficiente da energia elétrica.

As estratégias serão baseadas na realidade do Equador, nas suas possibilidades de proporcionar serviços de energia que sejam instrumento de desenvolvimento e de estimular investimentos rentáveis, voltados para o uso eficiente da energia. Políticas de uso final de energia têm que ser estabelecidas de modo a acomodar as características políticas e culturais específicas de cada país. A complexidade e o caráter mutável do sistema de uso de energia tomam difícil determinar *a priori* qual a melhor forma de implementar uma estratégia abrangente de uso final de energia (GOLDEMBERG JOSÉ, et al, 1988).

Na seqüência, indicam-se estratégias, que são produto da análise feita neste trabalho e outras que tem sido bem sucedidas em países latino-americanos com características similares às do Equador.

5.2 ESTRATÉGIA SOCIO-CULTURAL

A questão energética tem sido encarada, no Equador, por meio de um enfoque estreito, que privilegia aspectos técnicos, mas deixa de lado a interface entre energia e sociedade. "É no consumo familiar de energia que se manifesta mais nitidamente a inter-relação entre os consumos energéticos e os estilos de vida de famílias de diferentes condições sociais, que procuram satisfazer suas necessidades básicas e suas aspirações"(BÓA NOVA, 1985).

Não se pode deixar de envolver a dimensão humana do fenômeno da energia e de sua utilização. Não existe oposição entre o técnico e o humano, pois o primeiro é utilizado para satisfazer as necessidades do segundo. As decisões técnicas e as opções energéticas devem ser integradas à dimensão humana. Esse é o objetivo deste item. A formulação de uma estratégia social e política que coloquem a energia elétrica a serviço da sociedade.

O uso da energia elétrica no setor residencial tem sido crescente, mesmo durante períodos de recessão e de estagnação. Essa é a diferença em relação aos setores comercial, industrial e público, que respondem às variações da atividade econômica. As razões deste contínuo crescimento não são claras, mas podem, em parte, resultar da economia informal (de casa) que continua operando e produzindo serviços, mesmo quando a economia formal se contrai. Deste fato decorre a razão de procurar o uso eficiente da energia elétrica, sem que isso signifique sacrifício ao bem-estar e redução no produto (JANNUZZI, 1991)

Há um conjunto de orientações que podem ser consideradas de ordem geral, por estar dirigidas para toda a população, como é o caso das medidas de comunicação em massa, para promover práticas de uso mais eficiente da energia

elétrica. Os consumidores e utilizadores do serviço elétrico são parte essencial na implantação de programas de uso eficiente da energia elétrica, já que são eles, os que, por sua atitude, irão economizar e reduzir a quantidade demandada de energia elétrica. Portanto, é indispensável informar-lhes sobre as medidas propostas, os custos e os benefícios, e sobre a forma de colocá-las em prática. As orientações que se sugerem são as seguintes:

- **Programas de Informação:** Deve-se informar aos consumidores residenciais de energia elétrica acerca dos equipamentos eficientes que existem no mercado, dos procedimentos para o seu uso eficiente e do significado da etiquetagem nos equipamentos. Além disso, é recomendável elaborar impressos informativos sobre a economia da energia elétrica nas residências, e para cada eletrodoméstico em particular, principalmente sobre os usos finais de iluminação, refrigeração, aquecimento da água e ventilação.
- **Programas de sensibilização:** Para que o consumidor residencial de energia elétrica opere seus eletrodomésticos na forma mais eficiente possível, este programa procura incentivar a substituição de eletrodomésticos, dando-lhe atenção permanente em consultas e fornecendo-lhe indicações por jornais, revistas, artigos técnicos, anúncios nos meios de comunicação (rádio, televisão), impressos, entre outros.
- **Formação de grupos de uso eficiente de energia:** Nas instituições governamentais e nas empresas privadas, para promover o intercâmbio e a divulgação dos resultados atingidos.
- **Programas de capacitação e de formação:** Dirigidos aos estudantes, instaladores de equipamentos de eletricidade, vendedores de

eletrodomésticos e pessoal de oficinas de consertos mecanico-elétricos, muito difundidos no Equador.

- **Interação da empresa elétrica com os utilizadores:** As concessionárias elétricas podem ser promotoras potenciais do uso eficiente da eletricidade devido à sua relação permanente com os consumidores residenciais.

Tem sido constatado, de maneira empírica, em outros países, que só a informação aos consumidores não é suficiente para lograr objetivos de uso eficiente de energia elétrica e, portanto, devem-se adotar, também, outros tipos de incentivos e de estratégias tecnológica, legal, financeira, entre outras (OLADE, 1993).

5.3 ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA

As tecnologias dos aparelhos de uso final de energia elétrica são diretamente responsáveis pelo consumo de energia. Além dos programas de conservação de energia dirigidos aos consumidores, é necessário facilitar-lhes o conhecimento das novas tecnologias existentes, como elas funcionam e as vantagens de sua utilização do ponto de vista da eficiência e da economia de energia elétrica.

- **Programas de assistência técnica:** A maioria de utilizadores não possuem cultura técnica nem empresarial para tomar iniciativas importantes de uso eficiente de energia elétrica. A assistência técnica, sob a forma de examinar as instalações dos consumidores residenciais, pode ficar a cargo das concessionárias elétricas que, ao mesmo tempo, poderiam controlar as perdas técnicas e não técnicas da ligação domiciliar.

- **Elaborar um Programa de Uso eficiente de energia elétrica:** Estabelecer metas de redução de consumo de energia elétrica. Entre as sugestões para esse trabalho consideramos as seguintes: a) acompanhar o faturamento de energia elétrica e divulgar os resultados atingidos, em função das metas estabelecidas; b) gerenciar o fator de carga para obter o melhor preço médio possível da energia; c) gerenciar o fator de potência indutivo da instalação, de forma que o mesmo atinja um valor próximo à unidade.
- **Redução das Perdas de Distribuição:** Os níveis de perdas (técnicas + não-técnicas) registradas no Equador são, em média, da ordem de 20%, o que é um valor elevado. Entre as medidas que se devem aplicar para reduzir essas perdas estão as seguintes: a) prosseguir os esforços de padronização de equipamentos de distribuição (cabos, transformadores, entre outros); b) criar e implementar um sistema de informação que permita desagregar os componentes das perdas totais; c) desenvolver estudo de viabilidade para a redução de perdas; d) redução da demanda por alimentador nos circuitos primários²⁵; e) estudar a conveniência da substituição de cabos nas partes principais dos circuitos primários; f) estudar a conveniência de instalar capacitores nos circuitos primários; g) redução do comprimento dos circuitos secundários por transformador e sua localização no centro de carga; h) substituição de cabos nos circuitos secundários em que sejam necessários; i) realizar ligações de medidores de energia elétrica de acordo com normas pré-estabelecidas; j) controle e execução periódica de leituras de medidores de energia; k) implementar medições coletivas para os consumidores residenciais

25

Alimentador Primário: rede elétrica de alta tensão que serve para a distribuição de energia elétrica em setores urbanos ou rurais.

de baixo consumo que tenham ligação direta; l) desenvolver um programa de manutenção, reparação e substituição de aparelhos de medição.

- **Substituição de Lâmpadas:** Executar programas para substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas.
- **Redução do consumo da iluminação:** Formular medidas para reduzir o consumo de energia elétrica em iluminação. Além da orientação anterior, podem ser aplicadas as seguintes: a) melhorar a operação dos sistemas de iluminação existentes, o que significa localizar adequadamente as lâmpadas, tornar independentes circuitos, limpeza, uso de sensores de ocupação, entre outros.; b) desenvolver normas de desenho e de construção que integrem critérios de eficiência energética.
- **Redução do consumo em refrigeração:** Essa orientação poderá ser desenvolvida por meio de: a) instalação de geladeiras mais eficientes, quando as geladeiras atuais chegarem ao termo de sua vida útil, b) melhorar a operação das geladeiras observando normas a respeito da localização dos aparelhos (limpeza interna e externa, descongelamento de forma freqüente, não introdução de alimentos quentes, conservação do isolamento em boas condições, não-abertura excessiva das portas, ajuste do termostato em 4 graus centígrados para a geladeira e em menos 12 graus centígrados para os congeladores.
- **Programas para a implementação de geladeiras eficientes:** Este poderia ser mais um programa de substituição de geladeiras convencionais pelas geladeiras eficientes, para os consumidores residenciais que tenham interesse em poupar capital na substituição de sua geladeira de tecnologia convencional

por outra de tecnologia eficiente, mas com características de "equipamento usado". Este programa necessita que as concessionárias elétricas trabalhem com uma empresa de serviços energéticos (*energy service company* - ESCO), de modo a substituir os equipamentos convencionais, em uso, por outros "consertados" (*retrofitted*) com equipamento eficiente. A ESCO, reacondiciona a geladeira convencional com um novo motor e compressor mais eficientes, melhora o isolamento e vende-a ao preço de um aparelho usado. O consumidor residencial pode dar a sua geladeira convencional como parte do pagamento. A concessionária elétrica, eventualmente, poderia prover financiamento e a assistência técnica à ESCO (SATHAYE and GADGIL, 1992).

- **Redução do consumo em aquecimento da água:** No setor da região da Serra do Equador poderiam ser seguidas as seguintes sugestões: a) melhoria da operação dos acumuladores elétricos para aquecimento da água, por meio de adequada localização do aparelho, utilização de programadores de tipo temporizador, manutenção em boas condições do isolamento; b) substituição por bombas de calor; c) substituição por aquecedores de água que funcionam com gás liquefeito de petróleo (GLP); e) substituição por aquecedores solares.

A substituição de energia elétrica por outro tipo de energético, como o GLP, pode oferecer um potencial de redução do consumo de energia elétrica, mas existem importantes barreiras à sua execução, tais como, o investimento (alheio ao setor elétrico) necessário para engarrafar e distribuir o GLP e a resistência da população para a sua introdução. São necessárias análises integrais dos impactos desta medida no sistema energético que estão fora do escopo deste trabalho.

- **Melhoria do uso de energia para aquecimento da água:** Devem realizar-se programas de economia de energia e de dinheiro em aquecimento de água com a implementação das seguintes sugestões: a) programas para diminuir o desperdício de água nas residências; b) instalação de um cobertor isolante nos aquecedores de acumulação que podem reduzir as perdas de calor entre 25 e 45%; c) redução, no termóstato, da temperatura de aquecimento da água ao valor médio; caso o aquecedor de acumulação tenha dois termóstatos, eles devem ser selecionados à mesma temperatura (PROCEL, 1993)
- **Redução do consumo de ar condicionado:** Redução da carga de esfriamento, empregando medidas de uso eficiente, tais como: a) instalação dos aparelhos de ar condicionado, evitando raios solares diretos sobre eles; b) utilização de ventiladores ao nível do teto; c) substituição de antigos equipamentos de ar condicionado por modelos eficientes ou, pelo menos substituição de seus compressores; d) na compra de ar condicionado, estes devem ter um EER (*Energy Efficiency Ratio*) superior a 9; e) estimular o uso de aparelhos de ar condicionados com multi variação de velocidade, para retirar a umidade do ambiente.
- **Redução da Demanda de Potência:** Além das medidas de uso eficiente de energia elétrica que contribuirão à redução também da demanda de potência, será indicado a incorporação de tarifas binômias com cargos por potência. O controle da potência máxima demandada poderia ser efetuada mediante a instalação de limitadores de carga em lugar de medidores com indicação de demanda máxima, que apresentam custos excessivos para esta aplicação.
- **Serviços Energéticos:** Incentivar a criação de oficinas de serviços energéticos para proporcionar serviços especializados, incluindo desenho,

fabricação, instalação e manutenção de uma ampla variedade de serviços complementares, dirigidos a prover uma operação eficiente dos equipamentos (OLADE, 1993).

- **Programas Tecnológicos Complementares:** a) etiquetagem de eletrodomésticos, segundo normas e condições do país; b) desenvolvimento de normas de construção e de instalação de equipamentos em coordenação com o Colégio de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos do Equador; c) desenvolvimento de um cadastro de fornecedores de bens e serviços para uso eficiente de energia elétrica (NADEL, 1992).
- **Criação de um Laboratório Nacional para testes:** É importante a criação de um laboratório nacional para testes de equipamentos e eletrodomésticos à venda no país. O laboratório poderia estar sob a responsabilidade da Escola Politécnica Nacional (EPN-Quito) e da Escola Politécnica do Litoral (ESPOL-Guayaquil). Nestes laboratórios, deveriam ser testados o cumprimento de normas e protocolos que garantam a introdução de novas tecnologias eficientes e sirvam de fonte de dados para os planejadores das concessionárias elétricas e do Ministério de Energia do Equador.

5.4 ESTRATÉGIA POLÍTICA

O objetivo principal da estratégia política deve ser a viabilização das políticas de uso eficiente da energia elétrica, proporcionando o mesmo serviço com menor consumo, eliminando desperdícios e assegurando a redução global de custos e de investimento em novas instalações no sistema elétrico.

Há três instrumentos de política que são chave em uma estratégia de melhoria da eficiência energética: informação, regulação e instrumentos econômicos. A política de preços é, economicamente, o mais eficiente entre os métodos para fomentar a conservação da energia.

As orientações para a estratégia política sugeridas são as seguintes:

- **Lei para uso eficiente de energia elétrica:** A base legal deve incluir o gerenciamento da demanda e o uso eficiente da energia elétrica. O objetivo da lei deve ser a consolidação e a participação do Estado na promoção e execução do Programa de Uso Eficiente, baseado em três postulados: a) obrigação de realizar projetos de uso eficiente de energia elétrica no setor residencial; b) atuação nos equipamentos e instalações que por seu uso geral tenham incidência importante na demanda energética; e c) estabelecimento de um sistema de etiquetagem que informe aos consumidores residenciais acerca do consumo energético dos aparelhos.
- **Regulamentos e Normas:** Regulamentar a fabricação e a importação de equipamentos de uso final, para que o usuário tenha à sua disposição equipamentos que, executando a mesma função, consumam menos energia. Os principais equipamentos a regulamentar são: lâmpadas para iluminação, aparelhos de refrigeração, aquecimento da água e ventilação.
- **Incentivos:** Outorgar incentivos legais para a produção industrial de equipamentos eficientes e promover o desenvolvimento científico e tecnológico.
- **Acordos com os industriais:** Em um determinado período de tempo, melhorar a eficiência dos equipamentos de uso final para viabilizar padrões

mínimos de consumo de energia elétrica por meio de um programa de normalização. Deve-se dar o tempo suficiente para que os produtores possam adaptar as suas instalações para reduzir o impacto em seus custos.

- **Leis Tecnológicas:** Permitir a transferência tecnológica para melhorar e modernizar linhas de produção e sistemas de qualidade.
- **Estabelecer disposições Institucionais:** INECEL, as Concessionárias Elétricas, os Municípios, os Institutos de Habitação e Urbanismo, entre outros, devem considerar normas que promovam o uso eficiente da energia elétrica. INECEL poderia ter a responsabilidade da aplicação de um programa de uso eficiente de energia elétrica.
- **Modernização do Sistema Tarifário:** Procurar a maior coerência possível com os custos marginais, sob o princípio de cobrir o custo real das concessionárias elétricas, cobrando de cada consumidor residencial a parte do custo que seu consumo provoca. O sistema tarifário deve estar baseado nos seguintes critérios: a) cobrir com as receitas tarifárias o total do custo das concessionárias correspondentes, para longo prazo; b) incentivar o deslocamento de potência fora das horas de ponta; c) criar transparência para os consumidores na aplicação das tarifas, mediante modificações no sistema de medição do consumo; d) introduzir o princípio de potência contratada; e) transformação da tarifa monómia por uma binómia (faturação de potência e energia) dentro e fora de ponta; f) considerar o uso eficiente de energia; g) conduzir os agentes envolvidos na direção da qualidade e da produtividade.
- **Aumentar a autonomia da Gestão Empresarial:** na sua organização, métodos administrativos, plano de investimentos, orçamento, planilha de

pessoal e outros que ajustem às concessionárias às necessidades de um sistema de uso eficiente de energia elétrica.

- **Restruturações Institucionais:** As concessionárias elétricas devem estabelecer uma área de medição e registro de dados em distribuição e comercialização, com o fim de obter uma base de informações que permita avaliar os resultados da gestão (*controlling*) por meio de indicadores. Desse modo, as concessionárias teriam uma área de assessoria aos consumidores residenciais, para orientar-lhes e apoiá-los na aplicação de medidas de uso eficiente de energia elétrica. Esta proposta permitirá que as concessionárias elétricas, além de fornecer energia, sejam provedoras de serviços energéticos.
- É importante autorizar as instituições do setor elétrico a executar programas e a destinar recursos humanos, técnicos e financeiros para procurar objetivos de uso eficiente de energia elétrica.

5.5 ESTRATÉGIA ECONÔMICA

Considerando as altas taxas de juros que incidem sobre os empréstimos do setor elétrico, o adiamento de investimentos em consequência de uma política de uso eficiente de energia elétrica constitui uma estratégia empresarial recomendável.

As orientações dirigidas aos novos clientes devem evitar a expansão não-produtiva do sistema elétrico e promover a incorporação de tecnologias modernas. Essas atividades e atitudes requerem investimentos econômicos e financeiros que obrigatoriamente substituirão outros tipos de investimento, procurando sempre recursos extra para atender às necessidades básicas dos mais pobres (GOLDEMBERG JOSÉ, et al, 1988)

Uma análise indispensável para definir o conjunto de medidas a serem tomadas na tentativa de redução de consumo de energia elétrica é a do valor dos investimentos que podem ser nulos ou requerem tempo para amortização e retorno. A análise determinará prioridades com relação a quanto, onde e como investir. Por exemplo, a decisão quanto à substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas, só pode ser tomada como consequência de estudo de viabilidade técnico-econômica.

Na seqüência, apresentamos algumas sugestões das principais orientações econômico-financeiras:

- **Investimentos em uso eficiente de energia:** Quando a sociedade faz um investimento em uso eficiente de energia elétrica (que é a alternativa mais barata para produzir 1 kWh, produz-se um excedente nos recursos financeiros da sociedade, já que menos dinheiro terá de ser dispendido pelo mesmo nível de bem-estar, economizando, desse modo, recursos para outros investimentos de infra-estrutura necessários.
- **Efeito Multiplicador do Investimento:** Um novo investimento estimula a atividade econômica de três maneiras: a) de forma direta, favorece os produtores, comerciantes e instaladores dos equipamentos eficientes; b) de forma indireta, beneficia os produtores e fornecedores dos elementos e materiais de que é feito o equipamento e as pessoas que trabalham nessas empresas; c) de forma induzida, favorece a terceiros, quando os beneficiários das receitas anteriores utilizam as suas receitas adicionais para adquirir novos bens e serviços.

- **Intervenção no Mercado:** O problema das elevadas taxas de desconto, implícitas nas decisões dos consumidores para realizar investimentos em uso eficiente de energia elétrica, torna necessário a intervenção no mercado para conseguir os benefícios sociais e econômicos potenciais das melhoras da eficiência energética, por meio de incentivos adequados como tarifas, custos de fornecimento da energia e eventuais subsídios, de tal maneira que sejam atrativos tanto para os consumidores, quanto para as concessionárias elétricas. Além disso, a estratégia de implementação deve levar em conta as particularidades das regiões servidas e dos estratos de consumo. Por exemplo, os estratos elevados de consumo apresentam melhores condições para desenvolver programas de uso eficiente de energia elétrica, mas também são os mercados atrativos para a venda de eletricidade pelas concessionárias elétricas. Em contraste, os estratos 1, 2 e 3 deverão atingir tarifas reais até no ano 2000 e consomem 80% da energia elétrica no setor residencial, eles formam o conjunto de consumidores residenciais adequado para reduzir as perdas financeiras das concessionárias devido aos subsídios tarifários. Como cada kWh vendido nestes estratos representa uma perda para a concessionária elétrica, então 1 kWh economizado representa uma economia efetiva em termos financeiros.
- **Aplicação de incentivos diferenciais:** De acordo com o anterior, no setor elétrico residencial, seriam aplicadas políticas diferenciais de incentivo de acordo ao estrato. No estrato 1, as reduzidas receitas dificultarão a aplicação do programa. Nos estratos 2 e 3, deve-se procurar um esquema de incentivo ao consumidor, baseado na vinculação dos subsídios e do nível da tarifa. Os estratos de nível alto (4 e 5), com um nível tarifário real, deverão também ter incentivo, mas diferentes, partilhando os benefícios entre a concessionária e o

consumidor. Os níveis de incentivo que se devem oferecer para promover medidas de uso eficiente de energia elétrica devem ser orientados pelo fato de que "1 kWh economizado é equivalente a 1 kWh gerado, portanto devem ser tratados de maneira igual". Em consequência, as concessionárias elétricas devem promover melhorias de eficiência, iniciando pelas medidas de menor custo e continuando até que o incentivo oferecido pela última medida iguale o custo marginal de produzi-la. (*Least Cost Planning*) (REDDY, 1990)

- **Apoio Financeiro:** Devido à baixa disponibilidade de capital dos consumidores residenciais ou às diferentes prioridades que estes possam dar ao destino de seus recursos para investimento, é preciso apoiar os fundos de financiamento existentes para complementar o capital necessário visando o uso eficiente de energia no Setor Residencial, tais como criação de fundos de financiamento, leasing e apoio financeiro em geral.
- **Principais Investimentos:** Investimentos para a substituição de equipamentos convencionais por equipamentos de maior eficiência, adoção de inovações tecnológicas, mudanças arquiteturais e novos projetos para as residências. Além de reduzir o consumo de energia, essas medidas poderão significar benefícios e trabalho para terceiros.
- **Reintegração de Custos:** Promover programas que incluam a reintegração de parte dos custos gastos pelos clientes para a substituição de equipamentos existentes, seja na compra de equipamentos novos e mais eficientes, seja, na contratação de serviços especializados para conservação de energia (OLADE, 1993).

- **Avaliação Financeira:** Devem-se realizar avaliações financeiras de projetos de substituição, seja do ponto de vista do consumidor, seja do ponto de vista da concessionária elétrica. Do ponto de vista do consumidor, devem-se utilizar três critérios: a) a uma elevada taxa interna de rentabilidade financeira; b) o período de recuperação do investimento deve ser, no possível, inferior a três anos para os estratos 1, 2 e 3 e inferior a cinco anos para os estratos 4 e 5; c) redução efetiva na conta mensal de energia elétrica. Do ponto de vista da concessionária elétrica, também devem-se utilizar três critérios: a) o custo de cada kWh conservado de energia elétrica deve ser inferior ao custo de cada kWh produzido; b) o custo do kW de potência conservado deve ser inferior ao custo de produzir um kW de potência; c) adequado período de recuperação do investimento.
- **Incentivo no Setor Residencial:** Nos estratos 1, 2 e 3, o Custo Marginal (CM) é superior à tarifa (T), isto é: $CM - T > 0$. O critério para determinar quanto a concessionária deve investir em uso eficiente de energia elétrica é o de que seja uma quantidade menor do que a diferença entre CM e T:

$$\text{Incentivo} < CM - T$$

O incentivo deve ser menor que o subsídio dado na estrutura tarifária. Quando o incentivo pago pela concessionária satisfaz este critério, o custo adicional para o sistema elétrico não é maior do que o custo da nova oferta de eletricidade equivalente, caso haja necessidade de fornecê-la, razão pela qual os consumidores não participantes não serão afetados, tendo portanto um esquema equitativo.

O consumidor residencial reconhecerá que o custo social da conservação é o custo marginal da oferta adicional de energia e ele terá um benefício igual a:

$$\begin{array}{rccccccc} \text{Pagamento do Incentivo} & + & \text{Redução na Fatura} & = & \text{Custo Marginal} \\ (\text{CM} - T) & + & T & = & \text{CM} \end{array}$$

Portanto, o consumidor residencial terá um benefício importante, já que os seus investimentos em eficiência custam menos que o CM.

No caso dos estratos 1, 2 e 3 do setor residencial do Equador, existe uma importante diferença entre CM e T. Assim, o custo marginal é de US\$8.31/kWh, enquanto a tarifa varia entre US\$0.6/kWh e US\$5.6/kWh. Existem dificuldades com a aplicação deste critério no caso dos estratos 4 e 5, nos quais a diferença entre CM e T é muito pequena ou menor (CM = US\$8.31/kWh, T = US\$8.8/kWh), razão pela qual, nestes casos, o nível do incentivo não será suficiente para promover investimentos em uso eficiente de energia elétrica.

5.7 CONCLUSÕES

- A tese fundamental de uma política voltada ao uso eficiente de energia elétrica é de que as medidas uso eficiente liberam cargas do sistema com custos consideravelmente menores do que os custos marginais de expansão do sistema elétrico, beneficiando, desse modo, o país como um todo.
- O papel do governo na implementação do uso eficiente da energia elétrica é fundamental. No Equador, que tem industrialização leve e dependente tecnologicamente do exterior, o processo de inovação tecnológica não pode ocorrer sem a intervenção do Estado, como ocorre em outros países. Cabe, portanto, ao nível governamental, aprender a realizar com competência a

seleção e a introdução no mercado de novas tecnologias de uso eficiente de energia elétrica.

- Ao nível do setor privado, deve-se realizar um esforço em direção da melhoria da qualidade dos produtos, pois nenhuma tecnologia nova pode ser estabelecida sem essa condição.
- É indispensável a implementação de um Programa de Uso Eficiente de Energia para o Setor Elétrico, pois proporciona benefício para o país, para às concessionárias elétricas e para os consumidores. O programa deve cobrir seis objetivos fundamentais: a) desenho de uma política de preços adequada; b) educação do consumidor e promoção da eficiência energética; c) desenvolver um programa de normalização e testes de eletrodomésticos; d) desenvolver um programa de etiquetagem de equipamentos como suporte ao processo de educação do consumidor; e) desenvolver um programa de normas de desenho e de construção de novas residências eficientes; f) desenho de uma estrutura institucional para viabilizar as condições de mercado para o uso eficiente de energia elétrica no setor residencial do Equador.
- O Programa de Uso Eficiente de eletricidade deve ser difundido por meio de concessionárias elétricas, universidades, institutos de investigação, agências governamentais e companhias privadas com o objetivo de formar pessoal dedicado à implementação das estratégias.
- A experiência internacional ensina que as concessionárias que implementaram programas de uso eficiente de energia elétrica utilizaram os seguintes mecanismos de promoção: a) informação, retorno de investimento aos clientes

(rebates), empréstimos, instalação direta de equipamentos conhecido como compra de "negawatts".

- Os programas de uso eficiente devem respeitar o princípio básico do setor de energia elétrica, que é o fornecimento do serviço energético necessário ao desenvolvimento econômico do país, melhorando o nível de vida da população. O uso eficiente de energia elétrica pretende reduzir o consumo bruto de energia, sem detrimento dos serviços energéticos.
- A meta do uso eficiente de energia elétrica deve prever que, no ano 2005, pelo menos 10% da demanda do setor residencial não seja atendida com investimento em novas instalações do sistema elétrico e sim com a energia conservada. Essa meta, segundo os cálculos feitos no capítulo 3, significaria cerca de 1.975 GWh economizados em energia (13% do consumo elétrico do país) e de 279 MW de potência instalada (17,5% da demanda de potência total do país). Os valores anteriores significa evitar um investimento de 383 milhões de dólares.

Por fim, cito a frase dos professores José Goldemberg, Thomas B. Johansson, Amulya K.N. Reddy e Robert H. Williams, no livro "Energy for a Sustainable World", que resume o objetivo deste trabalho.

" O atrativo de uma abordagem de uso-final para a energia é a esperança que ela oferece para o futuro. Esta abordagem pode fazer com que a energia não seja uma barreira para o desenvolvimento, mas um instrumento para promovê-lo".

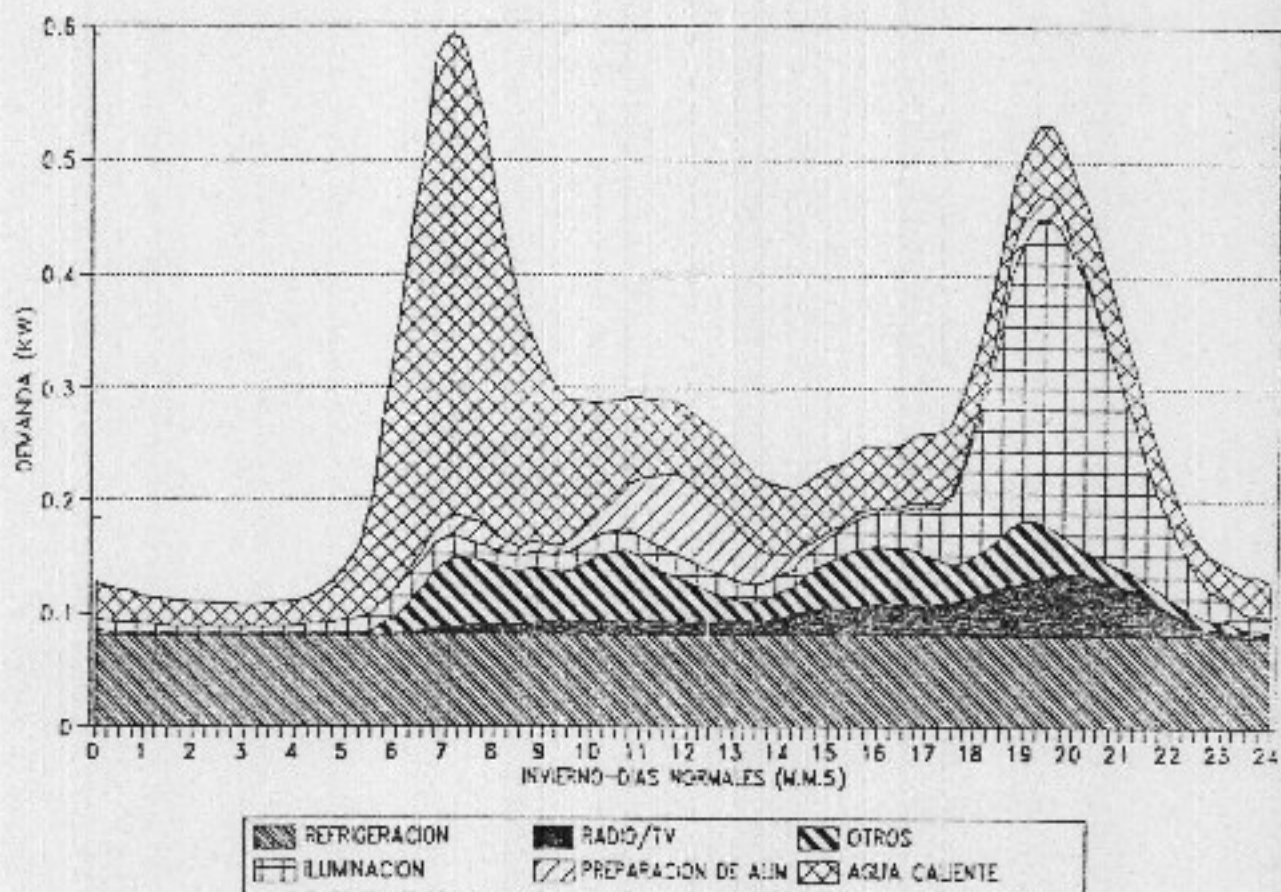
ANEXO A

Curvas de Carga do Consumidor Médio no Setor Residencial do Equador

Consumo de Energia Elétrica no Setor Residencial, nos Usos Finais da Iluminação, Refrigeração e Aquecimento da Água: por Estratos de Consumo, Tipo de Cidades e Regiões Geográficas do Equador, em 1992.

Síntese de Consumos de Energia Elétrica no Setor Residencial do Equador: por Usos Finais e por Regiões Geográficas, em 1992.

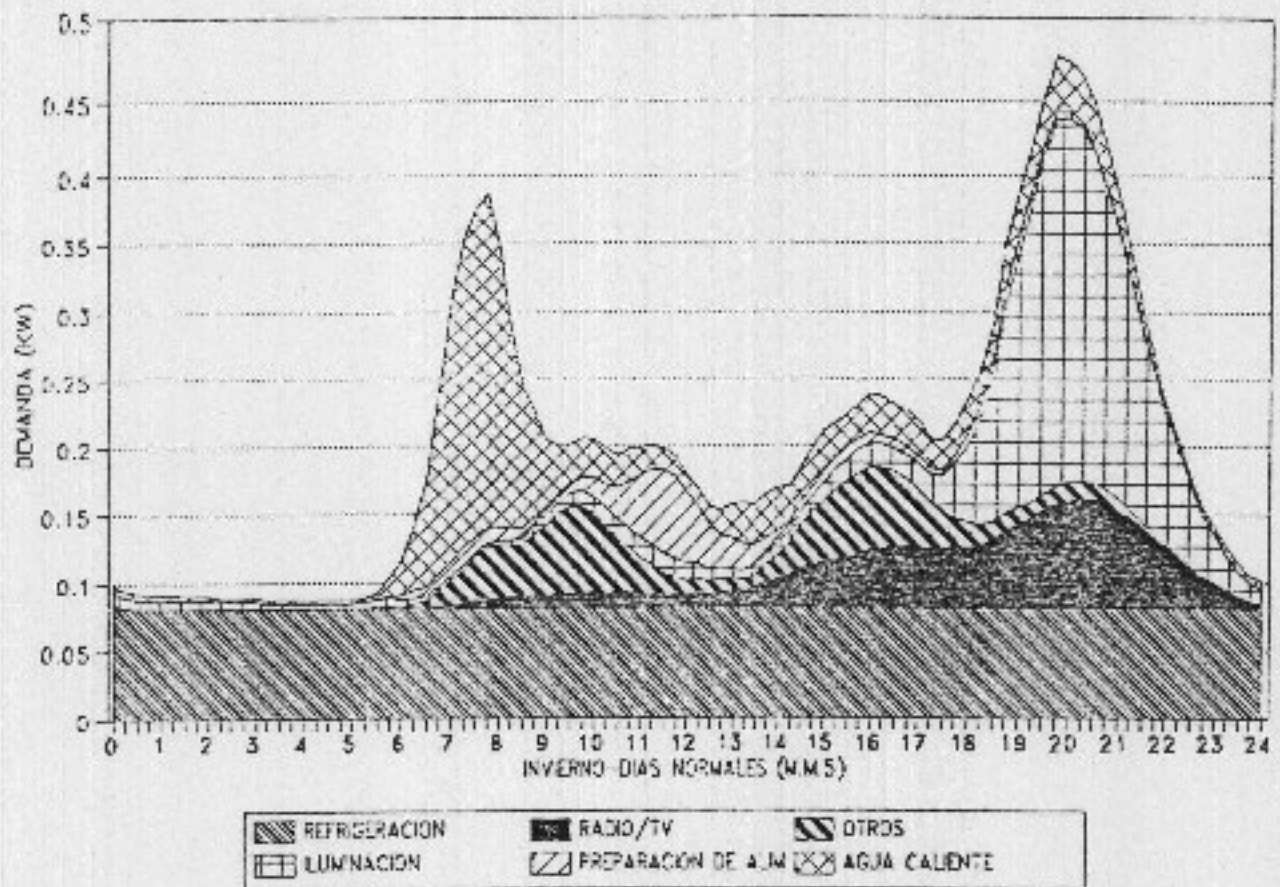
CURVA DE CARGA-ABONADO PROMEDIO-QUITO RESIDENCIAL - TOTAL



CARACTERISTICAS DE LA CURVA DE CARGA

U S O	DEMANDA MAXIMA	DEMANDA COINCIDENTE		CONSUMO DIARIO		FACTOR DE CARGA
	(W)	19H30 (W)	%	KWH	%	%
REFRIGERACION	80	80	15.12	1.92	29.14	100.00
RADIO/TV	57	56	10.59	0.42	6.40	30.83
OTROS	62	43	8.13	0.66	10.01	44.32
ILUMINACION	273	273	51.61	1.17	17.61	17.91
PREPARACION DE ALIM	72	19	3.59	0.31	4.76	18.14
AGUA CALIENTE	410	58	10.96	2.10	31.88	21.35
TOTAL	595	529	100.00	6.59	100.00	46.14

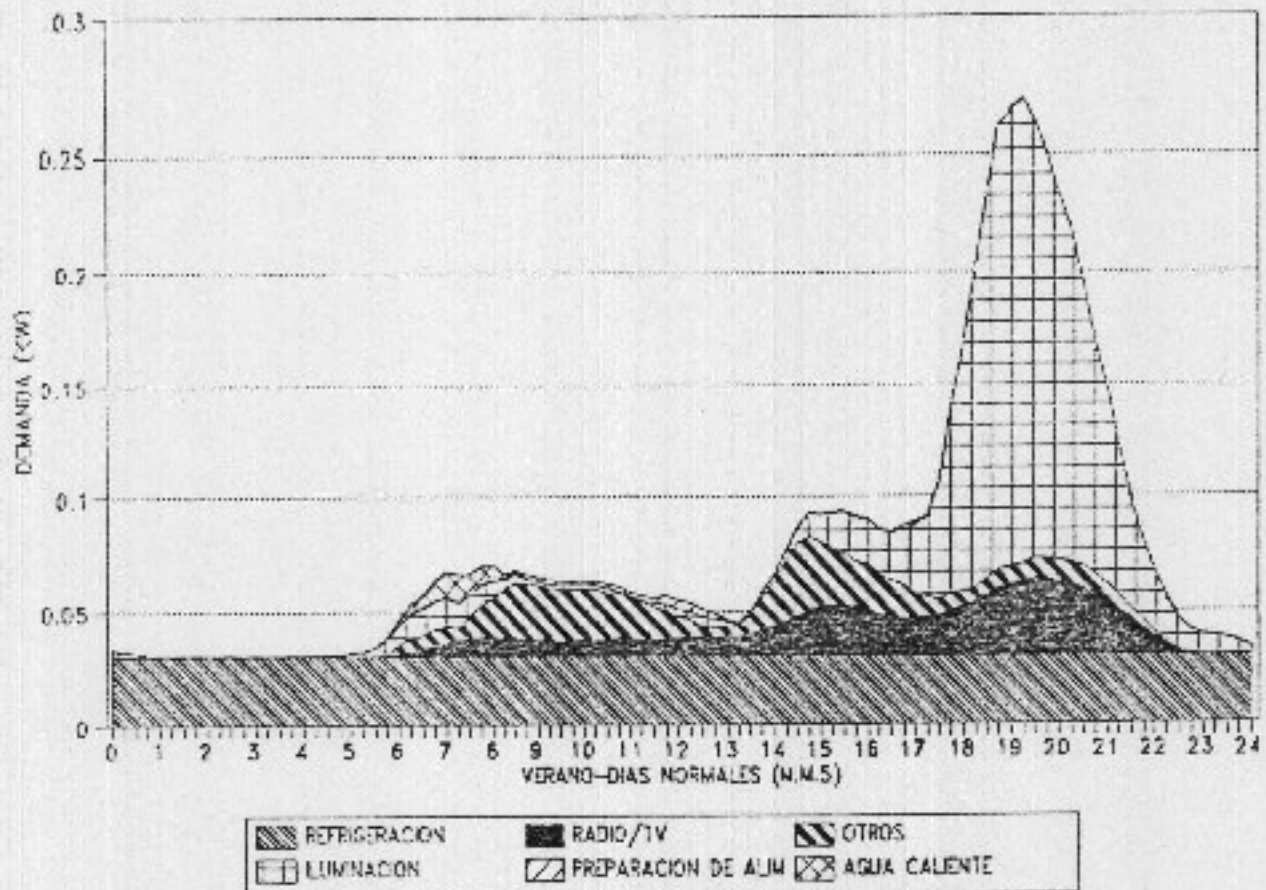
CURVA DE CARGA-ABONADO PROMEDIO-CUENCA RESIDENCIAL - TOTAL



CARACTERISTICAS DE LA CURVA DE CARGA

U S O	DEMANDA MAXIMA	DEMANDA COINCIDENTE		CONSUMO DIARIO		FACTOR DE CARGA
	(W)	19H30 (W)	%	KWH	%	%
REFRIGERACION	81	81	17.72	1.94	38.87	100.00
RADIO/TV	81	73	15.97	0.55	11.00	28.29
OTROS	63	12	2.63	0.44	8.88	29.38
ILUMINACION	258	251	54.92	1.01	20.22	15.72
PREPARACION DE ALIM	62	8	1.75	0.24	4.76	16.01
AGUA CALIENTE	246	32	7.00	0.81	16.27	13.78
TOTAL	480	457	100.00	5.00	100.00	43.41

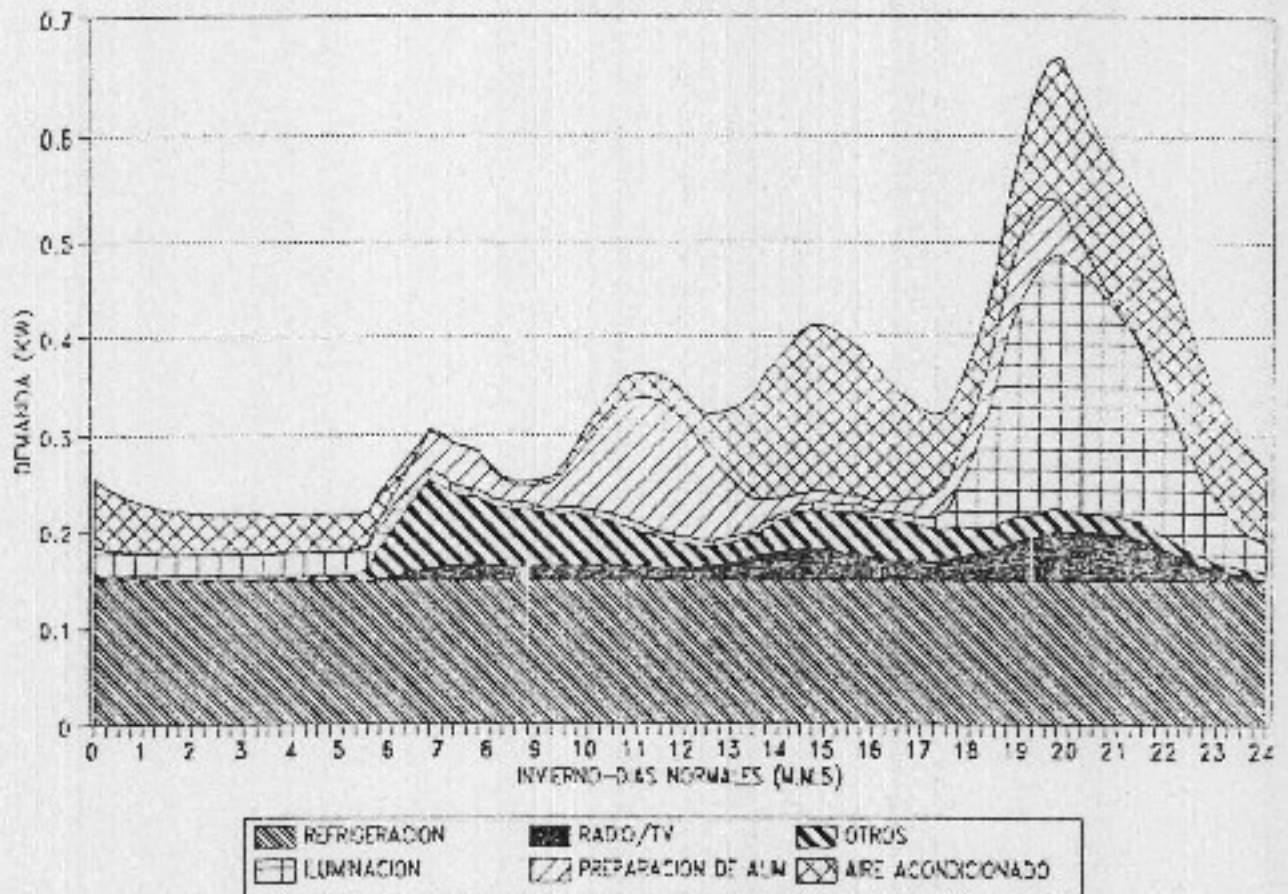
CURVA DE CARGA-ABONADO PROMEDIO-QUIROGA RESIDENCIAL - TOTAL



CARACTERISTICAS DE LA CURVA DE CARGA

U S O	DEMANDA MAXIMA	DEMANDA COINCIDENTE		CONSUMO DIARIO		FACTOR DE CARGA
	(W)	19H30 (W)	%	KWH	%	%
REFRIGERACION	30	30	11.32	0.72	37.06	100.00
RADIO/TV	34	34	12.83	0.26	13.15	31.31
OTROS	32	9	3.40	0.22	11.30	28.58
ILUMINACION	199	192	72.45	0.71	36.60	14.89
PREPARACION DE ALIM.	4	0	0.00	0.02	0.97	19.53
AGUA CALIENTE	12	0	0.00	0.02	0.93	6.25
TOTAL	270	265	100.00	1.94	100.00	29.98

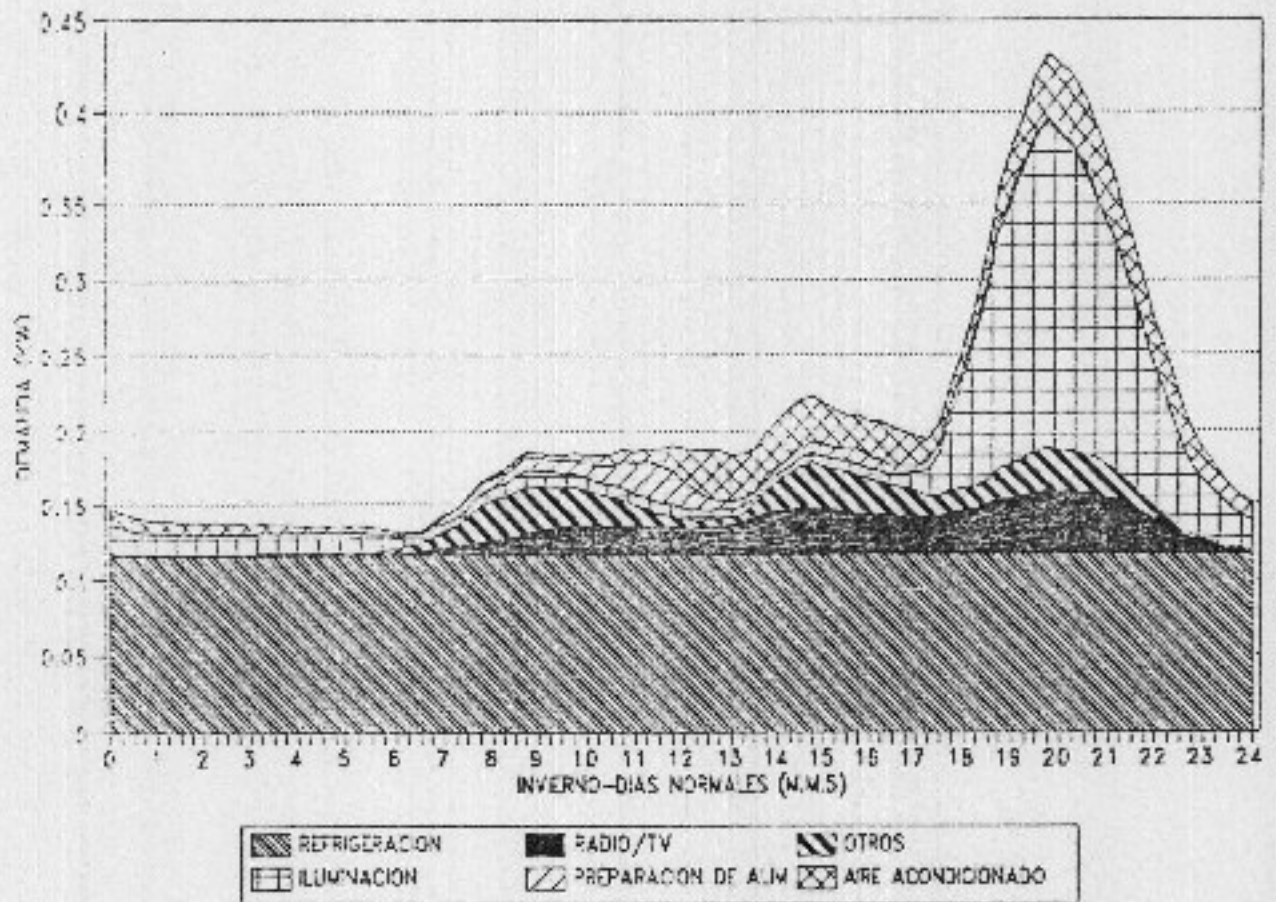
CURVA DE CARGA - ABON. PROMEDIO - GUAYAQUIL RESIDENCIAL - TOTAL



CARACTERISTICAS DE LA CURVA DE CARGA

U S O	DEMANDA MAXIMA	DEMANDA COINCIDENTE		CONSUMO DIARIO		FACTOR DE CARGA
	(W)	19H30 (W)	%	KWH	%	%
REFRIGERACION	149	149	22.54	3.58	42.78	100.00
RADIO/TV	54	50	7.56	0.48	5.71	36.82
OTROS	91	24	3.63	0.67	8.03	30.73
ILLUMINACION	265	261	39.49	1.22	14.58	19.15
PREPARACION DE ALIM	135	62	9.38	0.72	8.64	22.14
AIRE ACONDICIONADO	174	115	17.40	1.69	20.26	40.54
TOTAL	668	661	100.00	8.36	100.00	52.13

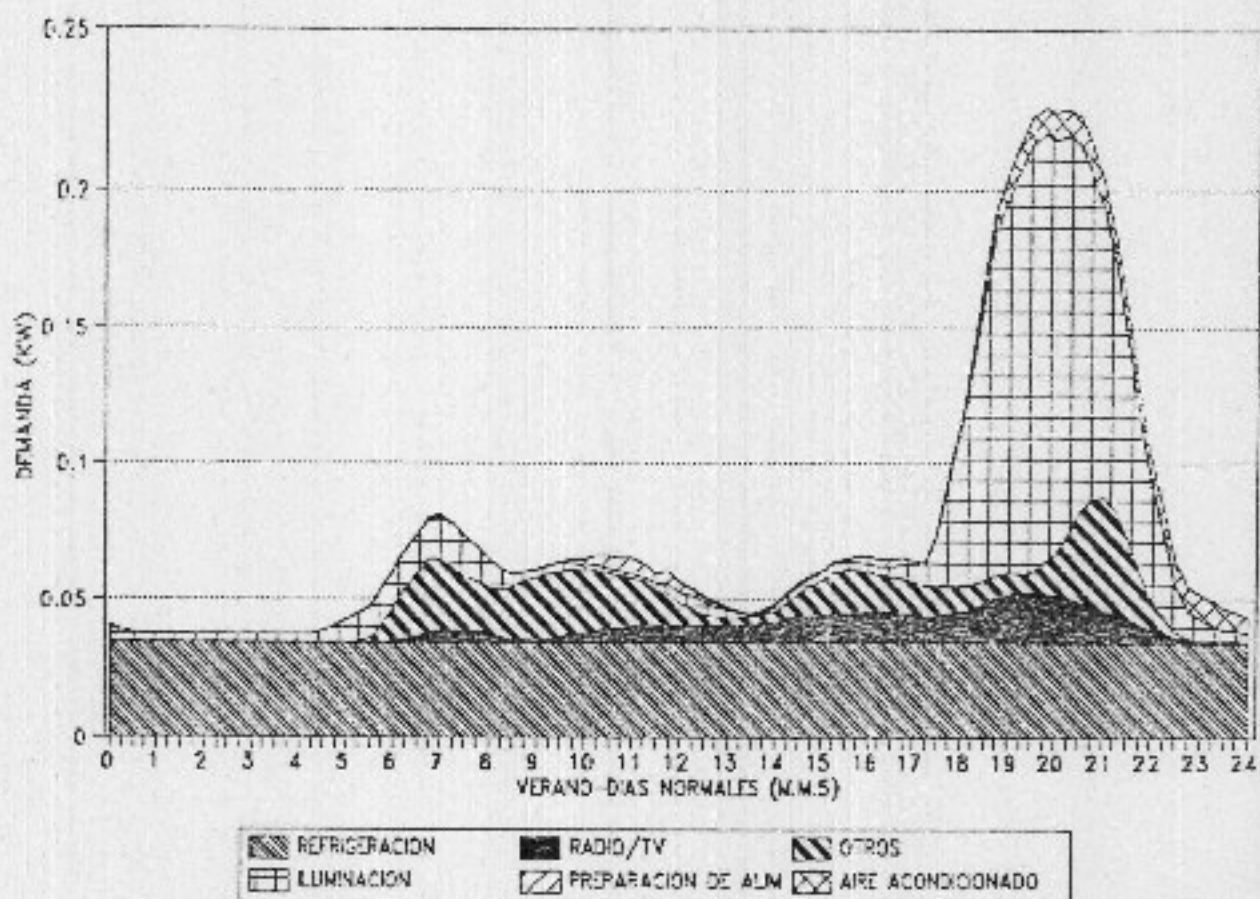
CURVA DE CARGA-ABONADO PROMEDIO-MANABI RESIDENCIAL - TOTAL



CARACTERISTICAS DE LA CURVA DE CARGA

U S O	DEMANDA MAXIMA	DEMANDA COINCIDENTE		CONSUMO DIARIO		FACTOR DE CARGA
	(W)	19H30 (W)	%	KWH	%	%
REFRIGERACION	117	117	27.79	2.79	56.29	99.53
RADIO/TV	42	41	9.74	0.41	8.20	40.40
OTROS	32	28	6.65	0.32	6.42	41.50
ILUMINACION	207	201	47.74	0.93	18.74	18.73
PREPARACION DE ALIM	26	3	0.71	0.12	2.44	19.43
AIRE ACONDICIONADO	38	31	7.36	0.39	7.90	42.98
TOTAL	433	421	100.00	4.96	100.00	47.77

CURVA DE CARGA-ABON.PROMEDIO ARCHIDONA RESIDENCIAL - TOTAL



CARACTERISTICAS DE LA CURVA DE CARGA

U S O	DEMANDA MAXIMA	DEMANDA COINCIDENTE		CONSUMO DIARIO		FACTOR DE CARGA
	(W)	19H30 (W)	%	KWH	%	%
REFRIGERACION	34	34	15.18	0.82	42.90	100.00
RADIO/TV	19	19	8.48	0.15	7.73	32.24
OTROS	41	7	3.13	0.26	13.85	26.78
ILUMINACION	155	155	69.20	0.60	31.36	15.03
PREPARACION DE ALIM	6	0	0.00	0.02	1.17	15.45
AIRE ACONDICIONADO	9	9	4.02	0.06	3.00	25.39
TOTAL	227	224	100.00	1.90	100.00	34.92

TABELA A1

**ESTADÍSTICAS DO MERCADO ELÉTRICO DO EQUADOR
PERÍODO 1990 - 1993**

DESCRIÇÃO	1990	1991	1992	1993 *	CRESCIMENT. ANUAL MÉDIO
Demanda de Energia nível S/E do S.N.I. (GWh)	6020,2	6603,8	6826,8	7004,3	6,33%
Demanda Máxima de Potência coincidente horária nível S/E do S.N.I. (MW)	1164,4	1245,8	1251,8	1265,9	6,10%
Porcentagem de Perdas nível S/E do S.N.I. (%)	19,6	20,1	19,6	21,8	11,20%
Fator de Carga nível S/E do S.N.I. (%)	61,1	63,3	63,3	64,5	1,90%

Fonte : Dirección de Planificación de INECEL, Diciembre de 1993

* Dados aproximados

TABELA A2a

ESTATÍSTICAS DO MERCADO ELÉTRICO DO EQUADOR PERÍODO 1990 - 1993					
DESCRIÇÃO	1990	1991	1992	1993 *	CRESCIMENT. ANUAL MÉDIO
Consumo Total de Energia (GWh)	4796,4	5266,7	5484,1	5758,3	6,30%
Consumo Residencial (GWh)	1872,4	2016,3	2137,3	2244,2	6,20%
Consumo Comercial (GWh)	724,5	770,6	804,6	848	5,40%
Consumo Industrial (GWh)	1525,3	1671,9	1653,2	1636,6	2,50%
Outros Consumos (GWh)	674,3	807,9	889,1	927,8	11,40%

Fonte : Dirección de Planificación de INECEL, Diciembre de 1993

* Dados aproximados

TABELA A2b

ESTATÍSTICAS DO MERCADO ELÉTRICO DO EQUADOR PERÍODO 1990 - 1993					
DESCRIÇÃO	1990	1991	1992	1993 *	CRESCIMENT. ANUAL MÉDIO
Total de Consumidores (miles)	1405,3	1497,7	1586,2	1686,1	6,20%
Consumidores Residenciais (miles)	1200,9	1283,1	1361,2	1444,1	6,30%
Consumidores Comerciais (miles)	169,1	176	184,7	193,1	4,50%
Consumidores Industriais (miles)	19,1	19,8	20,5	21,3	3,60%
Outros Consumidores (miles)	16,2	18,9	19,8	21,3	9,70%

Fonte : Dirección de Planificación de INECEL, Diciembre de 1993

* Dados aproximados



TABELA A3

ESTRUTURA DA DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR FAMÍLIAS E POR CONSUMIDORES RESIDENCIAIS (x 1.000)					
REGIÃO	A N O 1 9 9 0		INDICE	SUBS.RESID.	INDICE
	POPULAÇÃO	FAMÍLIAS	HAB./FAM.	(x 1.000)	FAM./C.RES.
	(x 1.000)	(x 1.000)			
SERRA	4342,00	868,40	5,00	621,90	1,37
LITORAL	4824,00	964,80	5,00	538,10	1,80
ORIENTE	386,00	77,20	5,00	32,90	2,35
TOTAL	9552,00	1910,40	5,00	1200,90	1,58
REGIÃO	A N O 1 9 9 5		INDICE	SUBS.RESID.	INDICE
	POPULAÇÃO	FAMÍLIAS	HAB./FAM.	(x 1.000)	FAM./C.RES.
	(x 1.000)	(x 1.000)			
SERRA	4858,00	992,14	4,90	873,92	1,14
LITORAL	5397,00	1102,27	4,90	741,43	1,49
ORIENTE	432,00	88,20	4,90	45,50	1,94
TOTAL	10687,00	2182,61	4,90	1660,84	1,31
REGIÃO	A N O 2 0 0 0		INDICE	SUBS.RESID.	INDICE
	POPULAÇÃO	FAMÍLIAS	HAB./FAM.	(x 1.000)	FAM./C.RES.
	(x 1.000)	(x 1.000)			
SERRA	5374,00	1097,55	4,90	1169,50	0,94
LITORAL	5970,00	1219,39	4,90	992,20	1,23
ORIENTE	478,00	97,57	4,90	60,89	1,60
TOTAL	11822,00	2414,51	4,90	2222,58	1,09
REGIÃO	A N O 2 0 0 5		INDICE	SUBS.RESID.	INDICE
	POPULAÇÃO	FAMÍLIAS	HAB./FAM.	(x 1.000)	FAM./C.RES.
	(x 1.000)	(x 1.000)			
SERRA	5913,00	1207,63	4,90	1535,75	0,79
LITORAL	6569,00	1341,69	4,90	1302,92	1,03
ORIENTE	526,00	107,36	4,90	79,96	1,34
TOTAL	13008,00	2656,68	4,90	2918,62	0,81

FONTE: CONADE, 1992; INECEL, 1993; CONCESSION ELÉTRICA, 1993

NÚMERO DE CONSUMIDORES RESIDENCIAIS POR ESTRATOS DE CONSUMO
PARA OS ANOS 1990 - 1995 - 2000 - 2005 (em milés de consumidores)

ESTR. KWh	ANO 1990		CIDADE MÉDIA		CIDADE PEQUENA	
	CIDADE GRANDE SERRA	LITORAL	SERRA	LITORAL	SERRA	LITORAL
0-50	49,74	39,50	91,91	91,80	109,95	6,50
51 - 200	141,37	105,03	66,06	187,07	77,98	23,03
201-500	57,90	45,74	8,51	42,67	10,00	2,96
501-1000	10,47	4,16	1,70	6,58	2,00	0,33
+ 1000	2,82	12,47	0,30	0,00	0,00	0,00
TOTAL REG.	267,90	237,90	170,20	328,20	193,90	32,80
ESTR. KWh	ANO 1995		CIDADE MÉDIA		CIDADE PEQUENA	
	CIDADE GRANDE SERRA	LITORAL	SERRA	LITORAL	SERRA	LITORAL
0-50	69,74	54,94	127,42	126,64	149,00	9,10
51 - 200	199,21	147,47	94,38	257,80	105,88	31,85
201-500	80,75	63,61	11,80	58,80	13,55	4,10
501-1000	14,68	5,78	2,36	9,05	2,71	0,48
+ 1000	3,67	17,35	0,00	0,00	0,30	0,00
TOTAL REG.	367,05	289,16	235,98	452,27	270,92	45,50
ESTRATO KWh	ANO 2000		CIDADE MÉDIA		CIDADE PEQUENA	
	CIDADE GRANDE SERRA	LITORAL	SERRA	LITORAL	SERRA	LITORAL
0-50	93,33	73,52	170,51	169,47	199,40	12,18
51 - 200	265,24	187,35	126,31	344,99	141,39	42,62
201-500	108,06	85,13	15,79	78,68	18,13	5,48
501-1000	19,65	7,74	3,16	12,10	3,53	0,61
+ 1000	4,91	23,22	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL REG.	481,19	368,96	315,77	605,24	362,55	60,89
ESTRATO KWh	ANO 2005		CIDADE MÉDIA		CIDADE PEQUENA	
	CIDADE GRANDE SERRA	LITORAL	SERRA	LITORAL	SERRA	LITORAL
0-50	122,55	95,55	223,91	222,54	261,85	15,99
51 - 200	348,31	259,15	165,86	452,03	185,67	55,97
201-500	141,90	111,79	20,73	102,32	23,80	7,20
501-1000	25,80	10,15	4,15	15,90	4,76	0,80
+ 1000	6,45	30,49	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL REG.	645,02	508,14	414,65	794,78	476,08	79,96

** Noitoral nas cidades medianas estão incluídas as pequenas.

* No Oriente só há cidades pequenas.

FONTE: INECEL, 1993; CONCESSIONÁRIAS ELÉTRICAS, 1993

**DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA
CIDADE GRANDE DA SERRA (QUITO - 1992)**

Consumo Total	1		2		3		4		5		6	
	0 - 50 KWh GWh	%	51 - 200 KWh GWh	%	201-500 KWh GWh	%	501-1000 KWh GWh	%	+ 1000 KWh GWh	%	TOTAL GWh	%
ESTRATO	11,01	37,72	50,00	23,32	30,23	14,50	7,28	8,93	5,79	9,36	104,3	17,51
USO FINAL												
Iluminação	6,30	26,45	84,02	43,35	57,31	27,46	12,60	15,47	6,74	10,89	179,0	30,05
Refrigeração	2,50	8,57	28,37	13,23	84,68	40,61	48,55	59,71	30,81	49,76	185,0	32,74
Aquec.de água	7,47	25,83	42,03	19,60	36,27	17,40	12,95	15,89	10,58	30,00	117,3	19,69
Outros	29,18	100,34	214,42	100,00	208,40	100,00	81,46	100,00	61,52	100,00	565,5	100,00
TOTAL												
Consumo Médio/consu./ano												
ESTRATO	0 - 50 KWh KWh/c/a	%	51 - 200 KWh KWh/c/a	%	201-500 KWh KWh/c/a	%	501-1000 KWh KWh/c/a	%	+ 1000 KWh KWh/c/a	%	TOTAL KWh/c/a	%
USO FINAL												
Iluminação	166,87	37,72	314,91	23,32	534,34	14,50	630,08	8,93	2005,58	9,36	734,4	10,79
Refrigeração	140,85	26,45	592,14	43,35	1013,03	27,46	1091,53	15,47	2335,91	10,89	1034,7	15,20
Aquec.de água	42,46	8,57	178,68	13,23	1486,51	40,61	4213,00	59,71	10673,54	49,76	3320,8	46,78
Outros	125,83	25,83	264,68	19,60	641,20	17,40	1121,16	15,89	6435,01	30,00	1717,8	25,23
TOTAL	495,42	100,00	1350,39	100,00	3655,07	100,00	7055,77	100,00	21452,04	100,00	8907,3	100,00
Total Consum.	58906	20,41	158781	55	56569	19,58	11548	4	2867	1,00	289693	100,00
Consumo Médio/familia/ano												
ESTRATO	0-50 KWh KWh/fam./ano	1	51-200 KWh KWh/fam./ano	2	201-500 KWh KWh/fam./ano	3	501-1000 KWh KWh/fam./ano	4	+ 1000 KWh KWh/fam./ano	5	TOTAL KWh médio/fam./ano	
USO FINAL												
Iluminação	169,89		262,43		430,92		504,06		1671,32		607,7	
Refrigeração	128,13		493,40		916,96		673,22		1546,59		851,7	
Aquec.de água	38,90		148,68		1206,95		3370,40		8894,62		2731,9	
Outros	115,30		220,56		517,10		695,93		5382,51		1422,5	
TOTAL	450,39		1125,32		2971,83		5644,62		17675,03		5613,4	
Total Famil.	64796		180537		70145		14435		3464		343380	
Consumo Medio/habitante/ano												
ESTRATO	0-50 KWh KWh/hab./ano	1	51-200 KWh KWh/hab./ano	2	201-500 KWh KWh/hab./ano	3	501-1000 KWh KWh/hab./ano	4	+ 1000 KWh KWh/hab./ano	6	TOTAL KWh médio/hb./ano	
USO FINAL												
Iluminação	32,42		50,05		82,24		96,20		318,95		116,0	
Refrigeracao	24,45		94,17		155,91		186,85		371,49		162,5	
Aquec.d'agua	7,37		28,41		230,32		643,21		1687,45		521,3	
Outros	22,00		42,09		98,63		171,17		1023,38		271,5	
TOTAL	85,95		214,78		587,14		1077,22		3411,27		1071,3	
Total Habit.	339545		938416		367562		75638		18151		1799311	

FONTE: Elaborada pelo autor com dados de INECEL e Concess. F.áticas, 1990

DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA
CIDADES MÉDIAS DA SERRA (1992)

Consumo Total	1		2		3		4		6		TOTAL	
	0 - 50 KWh GWh	%	51- 200 KWh GWh	%	201-500 KWh GWh	%	501-1000 KWh GWh	%	+ 1000 KWh GWh	%		GWh
ESTRATO	23,78	37,15	23,89	21,20	11,94	24,00	1,87	21,36	0,00	0,00	61,6	26,14
USO FINAL												
Iluminação	22,39	35,00	59,85	53,20	22,48	45,16	1,74	18,92	0,00	0,00	106,5	45,23
Refrigeração	6,82	10,34	17,24	15,30	4,79	9,64	3,22	34,92	0,00	0,00	31,9	13,53
Aquec.de água	11,20	17,50	11,61	10,30	10,54	21,20	2,28	24,80	0,00	0,00	35,5	15,12
Outros	63,88	100,00	112,69	100,00	49,73	100,00	9,21	100,00	0,00	0,00	235,56	100,00
TOTAL												
Consumo Médio/consu./ano												
ESTRATO	0 - 50 KWh KWh/c/a	%	51- 200 KWh KWh/c/a	%	201-500 KWh KWh/c/a	%	501-1000 KWh KWh/c/a	%	+ 1000 KWh KWh/c/a	%	KWh/c/a (médio)	%
USO FINAL												
Iluminação	220,16	37,15	271,69	21,20	949,61	24,00	1562,75	21,36	0,00	0,00	800,9	15,28
Refrigeração	207,36	35,00	662,30	53,20	1784,97	45,16	1395,12	18,92	0,00	0,00	811,9	24,70
Aquec.de água	61,26	10,34	196,22	15,30	381,03	9,64	2558,46	34,92	0,00	0,00	639,0	19,44
Outros	103,68	17,50	132,10	10,30	537,94	21,20	1815,59	24,80	0,00	0,00	577,9	17,58
TOTAL	592,46	100,00	1282,52	100,00	3962,55	100,00	7322,92	100,00	0,00	0,00	3287,1	100,00
Total Consum.	107396	51,5	87864	41,9	12982	5,00	1258	0,6	0	0	209700	100,00
Consumo Médio/família/ano												
ESTRATO	0 - 50 KWh KWh/fam./ano		51- 200 KWh KWh/fam./ano		201-500 KWh KWh/fam./ano		501-1000 KWh KWh/fam./ano		+ 1000 KWh KWh/fam./ano		TOTAL	
USO FINAL												
Iluminação	177,55	247,16	620,27	570,29	1518,20	1344,77	2482,00	0,00	0,00	562,6	754,0	
Refrigeração	67,23	178,39	49,40	349,58	768,75	1782,71	7107,69	0,00	0,00	611,9	547,0	
Aquec.de água	49,40	120,09	1165,92	3626,19	1371,4	1256	2475,5	0,00	0,00	2475,5	2475,5	
Outros	83,81	477,79	9651	1371,4	1256	245575						
TOTAL	477,79	1165,92	9651	1371,4	1256	245575						
Total Fam.	132814	5651	1371,4	1256	245575							
Consumo Médio/habitante/ano												
ESTRATO	0 - 50 KWh KWh/hab./ano		51- 200 KWh KWh/hab./ano		201-500 KWh KWh/hab./ano		501-1000 KWh KWh/hab./ano		+ 1000 KWh KWh/hab./ano		TOTAL	
USO FINAL												
Iluminação	33,68	47,17	118,37	166,09	269,73	256,54	473,66	0,00	0,00	134,2	179,9	
Refrigeração	31,91	118,37	34,04	312,52	68,71	473,66	336,39	0,00	0,00	146,0	130,5	
Aquec.de água	9,43	34,04	22,92	146,71	692,02	1365,43	590,5	0,00	0,00	590,5	590,5	
Outros	15,96	22,92	222,50	692,02	1365,43	590,5						
TOTAL	91,18	222,50	692,02	1365,43	590,5	590,5						
Total Habit.	701712	506450	71863	8791	1206815							

DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA
CIDADES PEQUENAS DA SERRA (1992)

Consumo Total											
ESTRATO	1 0 - 50 KWh GWh	%	2 51 - 200 KWh GWh	%	3 201 - 500 KWh GWh	%	4 501 - 1000 KWh GWh	%	5 + 1000 KWh GWh	%	TOTAL GWh
USO FINAL											
Iluminação	24,01	40,00	13,48	23,29	3,05	22,37	2,66	48,86	0,00	0,00	43,2
Refrigeração	20,41	34,00	22,27	39,30	6,50	50,83	1,94	36,30	0,00	0,00	51,5
Aquec.de água	0,00	0,00	0,76	1,30	0,00	0,00	0,21	3,90	0,00	0,00	1,0
Outros	15,61	26,00	21,63	37,20	3,68	26,80	0,53	10,00	0,00	0,00	41,4
TOTAL	60,03	100,00	58,13	100,00	13,64	100,00	5,33	100,00	0,00	0,00	137,11
											31,51
											37,59
											0,70
											30,21
											100,00
Consumo Médio/consum./ano											
ESTRATO	1 0 - 50 KWh KWh/c/a	%	2 51 - 200 KWh KWh/c/a	%	3 201 - 500 KWh KWh/c/a	%	4 501 - 1000 KWh KWh/c/a	%	5 + 1000 KWh KWh/c/a	%	TOTAL KWh/c/a (médio)
USO FINAL											
Iluminação	150,65	40,00	160,31	23,29	293,27	22,37	4000,19	49,80	0,00	0,00	1161,9
Refrigeração	164,61	34,00	264,64	36,30	655,36	50,83	2915,60	36,30	0,00	0,00	1002,9
Aquec.de água	0,00	0,00	8,96	1,30	0,00	0,00	313,27	3,90	0,00	0,00	80,6
Outros	125,67	26,00	257,04	37,20	351,35	26,80	803,25	10,00	0,00	0,00	384,4
TOTAL	484,13	100,00	690,97	100,00	1311,00	100,00	8032,50	100,00	0,00	0,00	2629,7
											44,18
											36,14
											3,06
											14,62
											100,00
Consumo Médio/fam./ano											
ESTRATO	1 0 - 50 KWh KWh/fam./ano	%	2 51 - 200 KWh KWh/fam./ano	%	3 201 - 500 KWh KWh/fam./ano	%	4 501 - 1000 KWh KWh/fam./ano	%	5 + 1000 KWh KWh/fam./ano	%	TOTAL KWh médio/fam./ano
USO FINAL											
Iluminação	160,04	123,31	172,51	172,51	3077,07	3077,07	3077,07	3077,07	0,00	0,00	706,6
Refrigeração	136,04	203,57	361,99	361,99	2242,92	2242,92	2242,92	2242,92	0,00	0,00	594,9
Aquec.de água	0,00	6,91	0,00	0,00	240,98	240,98	240,98	240,98	0,00	0,00	49,6
Outros	104,03	197,72	206,68	206,68	617,68	617,68	617,68	617,68	0,00	0,00	225,3
TOTAL	400,11	531,52	771,18	771,18	6178,65	6178,65	6178,65	6178,65	0,00	0,00	1576,3
Total Famil.	150025	108375	17630	17630	893	893	893	893	0	0	277854
Consumo Médio/habitante/ano											
ESTRATO	1 0 - 50 KWh KWh/hab./ano	%	2 51 - 200 KWh KWh/hab./ano	%	3 201 - 500 KWh KWh/hab./ano	%	4 501 - 1000 KWh KWh/hab./ano	%	5 + 1000 KWh KWh/hab./ano	%	TOTAL KWh médio/hab./ano
USO FINAL											
Iluminação	30,54	20,53	32,92	32,92	597,23	597,23	597,23	597,23	0,00	0,00	168,6
Refrigeração	25,96	36,85	74,61	74,61	429,04	429,04	429,04	429,04	0,00	0,00	141,9
Aquec.de água	0,00	1,32	0,00	0,00	45,89	45,89	45,89	45,89	0,00	0,00	11,8
Outros	19,85	37,73	39,44	39,44	117,92	117,92	117,92	117,92	0,00	0,00	53,7
TOTAL	76,36	101,43	147,17	147,17	1179,17	1179,17	1179,17	1179,17	0,00	0,00	376,0
Total Habit.	786133	573125	52666	52666	4523	4523	4523	4523	0	0	1456479

TABELA 8

RESUMO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA POR USOS FINAIS
NA REGIÃO SERRA DO EQUADOR

USO FINAL : ILUMINAÇÃO

ANO : 1992

Estado	Nro. Consumidores	Consumo Mensual (MWh / mês)	Consumo Total Anual (GWh / Ano)	(%)	Consumo Médio Anual (kWh / Consum. / Ano)
0 - 50 kWh	250.893,00	4.967,09	59,83	2,05	202,22
51 - 200 kWh	130.783,00	7.286,52	87,44	4,06	264,24
201 - 500 kWh	35.557,00	3.048,59	45,32	3,55	568,14
501 - 1000 kWh	12.470,00	1.048,59	12,59	6,02	934,42
+ 1000 kWh	2.886,00	967,67	5,79	2,78	2.066,94
TOTAL CALCULADO	513.589,00	17.682,85	209,07	100,00	252,46
ÍNDICE kWh / Consumidor / Ano :					292,46
ÍNDICE kWh / Habitante / Ano :					1.794,78

TABELA 9

RESUMO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA POR USOS FINAIS
NA REGIÃO SERRA DO EQUADOR

USO FINAL : REFRIGERAÇÃO

ANO : 1992

Estado	Nro. Consumidores	Consumo Mensual (MWh / mês)	Consumo Total Anual (GWh / Ano)	(%)	Consumo Médio Anual (kWh / Consum. / Ano)
0 - 50 kWh	250.893,00	4.243,32	50,84	13,06	174,73
51 - 200 kWh	130.783,00	14.033,96	176,27	52,08	572,79
201 - 500 kWh	81.771,00	9.224,91	96,79	28,63	1.060,26
501 - 1000 kWh	14.000,00	1.477,99	17,73	5,24	1.914,99
+ 1000 kWh	2.886,00	581,88	6,54	1,99	2.336,30
TOTAL CALCULADO	519.893,00	28.193,14	348,32	100,00	470,02
ÍNDICE kWh / Consumidor / Ano :					470,02
ÍNDICE kWh / Habitante / Ano :					2.820,10

Fonte: Tabela gerada a partir do levantamento de INECEL, 2000 e 1989, p. 146-28.

Elaborado por Anacleto dos Santos e outros (IBR/UNICAMP)

TABELA A10

RESUMO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA POR USOS FINAIS NA REGIÃO SERRA DO EQUADOR						
USO FINAL : AQUECIMENTO DA ÁGUA			ANO : 1992			
Estado	Nro. Consumidores	Consumo Mensual (MWh / mês)	Consumo Total Anual (GWh / Ano)	(%)	Consumo Médio Anual (kWh / Consumidor / Ano)	
0 - 50 kWh	28.893,0	752,51	9,3	3,91	11,46	
51 - 200 kWh	33.750,0	5.079,29	48,41	19,90	140,01	
201 - 500 kWh	81.771,00	7.695,41	81,94	33,66	1.099,96	
501 - 1000 kWh	13.633,00	6.755,74	59,47	24,27	4.192,20	
+ 1000 kWh	7.885,00	2.567,46	30,91	12,24	10.467,51	
TOTAL CALCULADO	75.802,00	18.800,41	232,05	100,00	324,25	
ÍNDICE kWh / Consumidor / Ano :		323,26				
ÍNDICE kWh / Habitante / Ano :		1.939,98				

TABELA A11

RESUMO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA POR USOS FINAIS NA REGIÃO SERRA DO EQUADOR						
USO FINAL : OUTROS			ANO : 1992			
Estado	Nro. Consumidores	Consumo Mensual (MWh / mês)	Consumo Total Anual (GWh / Ano)	(%)	Consumo Médio Anual (kWh / Consumidor / Ano)	
0 - 50 kWh	220.801,00	7.356,73	34,28	13,12	117,83	
51 - 200 kWh	530.785,00	62.902,86	75,29	29,77	277,48	
201 - 500 kWh	81.771,00	4.265,81	59,67	23,68	617,21	
501 - 1000 kWh	13.670,00	896,00	10,68	4,22	749,37	
+ 1000 kWh	2.885,00	1.546,61	16,58	6,62	6.416,63	
TOTAL CALCULADO	75.802,00	15.967,01	189,20	100,00	262,85	
ÍNDICE kWh / Consumidor / Ans :		262,85				
ÍNDICE kWh / Habitante / Ans :		1.677,49				

Fonte: Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL - LOGSOL CONSULTORES
e Empresa Anonim de Engenharia e Obras

TABELA A.12

**DISTRIBUIÇÃO DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA
CIDADE GRANDE DO LITORAL (GUAYAQUIL - 1992)**

Consumo Total	1		2		3		4		5		TOTAL	
	0 - 50 kWh GWh	%	51 - 200 kWh GWh	%	201-500 kWh GWh	%	501 - 1000 kWh GWh	%	+ 1000 kWh GWh	%	GWh	%
USO FINAL												
Iluminacao	8,41	35,67	30,42	19,40	32,96	17,46	11,01	9,36	15,29	13,17	96,1	16,27
Refrigeracao	13,12	55,65	103,03	65,70	95,39	50,53	30,11	25,60	17,42	15,00	259,1	42,97
Aquec.d'agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,40	5,44	8,66	7,46	15,1	2,50
Ventilacao	1,27	5,38	2,20	1,40	33,43	17,71	53,98	45,90	53,14	45,77	144,0	23,89
Outros	0,78	3,30	21,17	13,50	27,00	14,30	16,11	13,70	21,59	18,60	86,7	14,37
TOTAL	23,57	100,00	158,81	100,00	188,79	100,00	117,51	100,00	116,10	100,00	602,9	100,00
Consumo Médio/consumo./ano												
ESTRATO												
USO FINAL												
Iluminacao	174,37	35,67	323,51	19,40	563,20	17,46	896,82	9,36	2491,27	13,17	989,8	13,13
Refrigeracao	272,03	55,65	1095,60	65,70	1629,92	50,53	2452,84	25,60	2837,44	15,00	1657,6	24,46
Aquec.água	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	521,23	5,44	1411,15	7,46	386,5	5,70
Ventilacao	26,30	5,38	23,35	1,40	571,26	17,71	4397,87	45,90	8557,97	45,77	2735,3	40,37
Outros	16,13	3,30	225,12	13,50	461,27	14,30	1312,65	13,70	3518,42	18,60	1106,7	16,33
TOTAL	488,83	100,00	1667,58	100,00	3225,66	100,00	9581,41	100,00	18918,26	100,00	6775,9	100,00
Total Consum.	48224	22,00	94037	42,9	58526	26,70	12275	5,6	6136	2,80	219200	100,00

CONTINUAÇÃO TABELA A12
Consumo Médio/família/ano

ESTRATO	1 0 - 50 kWh kWh/fam./a	2 51 - 200 kWh kWh /fam./a	3 201-500 kWh kWh/fam./a	4 501 - 1000 kWh kWh/fam./a	5 + 1000 kWh kWh/fam./a	TOTAL kWh méd./fam. ao ano
USO FINAL						
Iluminação	174,37	289,55	526,35	870,70	2491,27	872,4
Refrigeração	272,03	1014,45	1523,28	2381,40	2837,44	1605,7
Aquec.água	0,00	0,00	0,00	506,05	1411,15	353,4
Ventilação	26,30	21,82	533,89	4269,77	8557,97	1089,7
Outros	10,13	208,45	431,09	1274,42	3518,42	6553,2
TOTAL	488,83	1544,05	3014,83	9302,34	18916,26	
Total Famil	48224	101560	62523	12543	6138	231188

Consumo Médio/habitante/ano

ESTRATO	1 0 - 50 kWh kWh/habit./a	2 51 - 200 kWh kWh /habit./a	3 201-500 kWh kWh/habit./a	4 501 - 1000 kWh kWh/habit./a	5 + 1000 kWh kWh/habit./a	TOTAL kWh médi/habit/a
USO FINAL						
Iluminação	23,25	39,94	70,18	116,09	332,17	116,3
Refrigeração	36,27	135,25	203,11	317,52	378,30	214,1
Aquec.água	0,00	0,00	0,00	87,47	188,15	51,1
Ventilação	3,51	2,88	71,19	568,30	1154,40	360,3
Outros	2,15	27,79	57,48	168,92	469,12	145,3
TOTAL	65,16	205,87	401,95	1240,31	2522,17	887,1
Total Habit.	361580	705276	438948	92064	46032	1644000

FONTE: Quadro elaborado pelo autor com dados de INECEL-LOGOS CONSULTORES, 1992

TABELA A13

**DISTRIBUIÇÃO DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA
CIDADES MÉDIAS E PEQUENAS DO LITORAL (1992)**

Consumo Total	1		2		3		4		5		TOTAL	
	0 - 50 kWh GWh	%	51 - 200 kWh GWh	%	201-500 kWh GWh	%	501 - 1000 kWh GWh	%	+ 1000 kWh GWh	%	GWh	%
ESTRATO	20,26	40,90	79,82	25,87	25,92	17,79	5,48	15,28	0,00	0,00	131,5	24,37
USO FINAL	25,97	54,44	210,48	68,21	84,95	58,31	11,71	32,63	0,00	0,00	334,1	61,91
Iluminacao	0,00	0,00	3,64	1,18	0,32	0,22	3,51	9,78	0,00	0,00	7,5	1,38
Refrigeracao	1,57	3,16	8,45	2,74	24,30	16,68	13,75	38,31	0,00	0,00	48,1	8,91
Aquec.d'agua	0,74	1,50	6,17	2,00	10,20	7,00	1,44	4,00	0,00	0,00	18,5	3,44
Ventilacao	49,54	100,00	308,54	100,00	145,69	100,00	35,88	100,00	0,00	0,00	539,8	100,01
Outros												
TOTAL												

Consumo Médio/consum./ano

Consumo Médio/consum./ano	1		2		3		4		5		TOTAL	
	0 - 50 kWh kWh/c/a	%	51 - 200 kWh kWh/c/a	%	201-500 kWh kWh/c/a	%	501 - 1000 kWh kWh/c/a	%	+ 1000 kWh kWh/c/a	%	kWh/c/a (médio)	%
ESTRATO	173,83	40,90	374,81	25,87	518,90	17,79	706,03	15,28	0,00	0,00	443,9	18,94
USO FINAL	231,38	54,44	988,25	68,21	1700,80	58,31	1511,98	32,63	0,00	0,00	1108,1	47,03
Iluminacao	0,00	0,00	17,10	1,18	6,42	0,22	453,18	8,78	0,00	0,00	119,2	5,06
Refrigeracao	13,43	3,16	39,70	2,74	486,63	16,68	1775,17	35,31	0,00	0,00	578,7	24,56
Aquec.água	6,38	1,50	28,96	2,00	204,18	7,00	185,35	4,00	0,00	0,00	106,2	4,51
Ventilacao	425,02	100,00	1448,63	100,00	2916,63	100,00	4633,70	100,00	0,00	0,00	2356,1	100,00
Outros												
TOTAL												
Total Consum.	116547	30,10	212360	55,00	49949	12,90	7744	2,00	0,00	0,00	387200	100,00

Consumo Médio/família/ano (Continuação Tabela A13)

	1	2	3	4	5	TOTAL
ESTRATO	0 - 50 kWh kWh/fam./a	51 - 200 kWh kWh /fam./a	201-500 kWh kWh/fam./a	501 - 1000 kWh kWh/fam./a	+ 1000 kWh kWh/fam./a	kWh méd./fam. ao ano
USO FINAL						
Iluminação	153,84	343,87	398,11	580,35	0,00	368,5
Refrigeração	204,76	806,65	1298,32	1239,33	0,00	912,3
Aquec.água	0,00	15,65	4,90	371,45	0,00	98,0
Ventilação	11,89	36,42	371,39	1455,06	0,00	468,7
Outros	5,84	26,58	155,86	151,92	0,00	85,0
TOTAL	376,13	1329,20	2226,59	3796,12	0,00	1932,5
Total Famil.	131698	232126	65433	9448	0	438705

Consumo Médio/habitante/ano

	1	2	3	4	5	TOTAL
ESTRATO	0 - 50 kWh kWh/habit./a	51 - 200 kWh kWh /habit./a	201-500 kWh kWh/habit./a	501 - 1000 kWh kWh/habit./a	+ 1000 kWh kWh/habit./a	kWh méd./habita
USO FINAL						
Iluminação	20,51	45,95	52,51	77,38	0,00	49,1
Refrigeração	27,30	120,89	173,11	165,24	0,00	121,6
Aquec.água	0,00	2,09	0,65	49,53	0,00	13,1
Ventilação	1,56	4,86	49,52	194,01	0,00	62,5
Outros	0,75	3,54	20,78	20,26	0,00	11,3
TOTAL	50,15	177,23	296,88	506,42	0,00	257,7
Total Habit.	987732	1804536	423316	65630	0	3261520

FONTE: Quadro elaborado pelo autor com dados de NECEL-LOGOS CONSULTORES e Concessionárias Elétricas.

TABELA A14

RESUMO DO CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA POR USOS FINAIS NA REGIÃO LITORAL DO EQUADOR					
USO FINAL : ILUMINAÇÃO			ANO : 1992		
Estrato	Nro. Consumidores	Consumo Mensual (MWh / mês)	Consumo Total Anual (GWh / Ano)	(%)	Consumo Medio Anual (kWh / Subscr. / Ano)
0 - 50 kWh	164.771	2.388,33	28,66	12,46	173,94
51 - 200 kWh	306.997	9.186,67	110,24	48,02	359,08
201 - 500 kWh	106.475	4.907,50	58,89	25,65	542,89
501 - 1000 kWh	20.019	1.375,00	16,50	7,19	874,22
+ 1000 kWh	6.138	1.275,00	15,30	6,66	2.482,67
TOTAL CALCULADO	606.400	19.132,50	229,58	100,00	378,61
INDICE kWh / Consumidor / Ano :		378,61			
INDICE kWh / Habitante / Ano :		2.271,67			

TABELA A15

RESUMO DO CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA POR USOS FINAIS NA REGIÃO LITORAL DO EQUADOR					
USO FINAL : REFRIGERAÇÃO			ANO : 1992		
Estrato	Nro. Consumidores	Consumo Mensual (MWh / mês)	Consumo Total Anual (GWh / Ano)	(%)	Consumo Medio Anual (kWh / Subscr. / Ano)
0 - 50 kWh	164.771	3.340,83	40,09	5,76	243,31
51 - 200 kWh	306.997	26.116,67	313,40	52,84	1.020,86
201 - 500 kWh	106.475	15.028,67	180,32	30,41	1.662,32
501 - 1000 kWh	20.019	3.466,67	41,84	7,06	2.090,01
+ 1000 kWh	6.138	1.450,83	17,41	2,84	2.636,43
TOTAL CALCULADO	606.400,00	49.421,67	563,03	100,00	978,00
INDICE kWh / Consumidor / Ano :		978,00			
INDICE kWh / Habitante / Ano :		5.868,01			

Fonte : Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL - LOGOS CONSULTORES
e Estatísticas Anuais das Concessionárias Elétricas.

TABELA A16

RESUMO DO CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA POR USOS FINAIS NA REGIÃO LITORAL DO EQUADOR					
USO FINAL : AQUECIMENTO DA ÁGUA			ANO : 1992		
Estrato	Nro. Consumidores	Consumo Mensual (MWh / mês)	Consumo Total Anual (GWh / Ano)	(%)	Consumo Medio Anual (kWh / Subscr. / Ano)
0 - 50 kWh	164.771	0,00	0,00	0,00	0,00
51 - 200 kWh	305.997	301,67	3,62	16,08	11,79
201 - 500 kWh	108.475	26,87	0,32	1,42	2,95
501 - 1000 kWh	20.019	825,83	9,91	44,02	495,03
+ 1000 kWh	6.136	721,67	8,66	39,47	1.410,86
TOTAL CALCULADO	606.400,00	1.875,83	22,51	100,00	37,12
INDICE kWh / Consumidor / Ano :		37,12			
INDICE kWh / Habitante / Ano :		222,72			

TABELA A17

RESUMO DO CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA POR USOS FINAIS NA REGIÃO LITORAL DO EQUADOR					
USO FINAL : VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO			ANO : 1992		
Estrato	Nro. Consumidores	Consumo Mensual (MWh / mês)	Consumo Total Anual (GWh / Ano)	(%)	Consumo Medio Anual (kWh / Subscr. / Ano)
0 - 50 kWh	164.771	235,83	2,83	1,47	17,16
51 - 200 kWh	305.997	889,17	10,67	5,55	34,76
201 - 500 kWh	108.475	4.610,83	57,73	30,05	532,20
501 - 1000 kWh	20.019	5.644,17	67,73	35,28	3.393,28
+ 1000 kWh	6.136	4.423,33	53,14	27,66	8.657,54
TOTAL CALCULADO	606.400,00	16.008,33	192,10	100,00	316,79
INDICE kWh / Consumidor / Ano :		316,79			
INDICE kWh / Habitante / Ano :		1.900,73			

Fonte : Tabela preparada pelo autor com dados de INECEL - LOGOS CONSULTORES
e Estatísticas Anuais das Concessionárias Elétricas.

TABELA A18

CARACTERÍSTICAS E DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA POR APARELHOS DE USO FINAL NA: ILUMINAÇÃO, REFRIGERAÇÃO E AQUECIMENTO DE ÁGUA NO SETOR RESIDENCIAL									
REGIÃO:	ORIENTAL		ESTRATO: 1 (0-50 KWH)		ANO: 1992				
CIDADE:	PEQUENAS		Nro. DE CONSUMIDORES:		19018				
Aparelho de Uso Final	Dem. Esp. (w)	Consumo Espec. (kWh/uso fin./mês)	Possessão (%)	Ocorrência (%)	Nro. Equipas em Possessão	Consumo Total (MWh/mês)	Consumo Médio (kWh/subsc./mês)	Consumo Total (GWh/ano)	Consumo Total (%)
Lâmp. Incand.	100	19,47	100	100	47.545	370,28	19,47	4,44	65,00
Lâmp. Fluoresc.	23	5,37	100	100	57.054	102,13	5,37	1,23	17,93
Geladeira	0	0	50	50	8.508	0,00	0,00	0,00	0,00
Chuveiro Elétr.	2200	11,75	50	30	9.509	63,62	3,35	0,78	11,17
Acumul. Elétr.	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Ventilador	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Ar Condicionado	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros						33,81	1,77	0,40	5,90
TOTAL						669,83	29,95	6,84	100,00
ÍNDICE kWh / Habitante / Ano :									69,90
ÍNDICE kWh / Consum. / Ano :									369,43

Fonte : Quadro preparado pelo Autor com dados de INECEL-LOGOS e Estatísticas Anuais das Concessionárias Elétricas.

TABELA A19

CARACTERÍSTICAS E DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA POR APARELHOS DE USO FINAL NA: ILUMINAÇÃO, REFRIGERAÇÃO E AQUECIMENTO DE ÁGUA NO SETOR RESIDENCIAL									
REGIÃO:	ORIENTAL		ESTRATO: 2 (61 - 200 KWH)		ANO: 1992				
CIDADE:	PEQUENAS		Nro. DE CONSUMIDORES:		1679R				
Aparelho de Uso Final	Dem. Esp. (w)	Consumo Espec. (kWh/uso fin./mês)	Possessão (%)	Ocorrência (%)	Nro. Equipas em Possessão	Consumo Total (MWh/mês)	Consumo Médio (kWh/subsc./mês)	Consumo Total (GWh/ano)	Consumo Total (%)
Lâmp. Incand.	79	20,95	90,87	90,87	80.630	354,58	23,49	4,73	27,36
Lâmp. Fluoresc.	33	7,86	40,63	40,63	14.110	53,84	3,19	0,64	3,72
Geladeira	90	104,6	57,63	52,4	13.102	920,71	54,81	11,06	63,83
Chuveiro Elétr.	0	3,13	3,3	1,67	504	0,88	0,05	0,01	0,06
Acumul. Elétr.	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Ventilador	40	0,9	3,13	3,13	504	0,47	0,03	0,01	0,03
Ar Condicionado	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros						72,12	4,29	0,87	5,00
TOTAL						1.442,40	66,67	17,31	100,00
ÍNDICE kWh / Habitante / Ano :									171,74
ÍNDICE kWh / Consumid. / Ano :									1030,41

Fonte : Quadro preparado pelo Autor com dados do INECEL-LOGOS e Estatísticas Anuais das Concessionárias Elétricas.

TABELA A20

CARACTERÍSTICAS E DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA POR APARELHOS DE USO FINAL NA: ILUMINAÇÃO, REFRIGERAÇÃO E AQUECIMENTO DE ÁGUA NO SETOR RESIDENCIAL									
REGIÃO:	ORIENTAL		ESTRATO: 31.201 - 500 kWh		ANO: 1992				
CIDADE:	PEQUENAS		Nro. DE CONSUMIDORES:		1185				
Aparelho de Uso Final	Dem. Esp. (w)	Consumo Espec. (kWh/uso fin./mês)	Possessão (%)	Ocorrência (%)	Nro. Equipas em Possessão	Consumo Total (MWh/mês)	Consumo Médio (kWh/subsc./mês)	Consumo Total (GWh/ano)	Consumo Total (%)
Lâmp. Incand.	101	39,06	100	100	7.600	45,67	39,06	0,55	24,73
Lâmp. Fluoresc.	49	22,3	30	30	2.572	7,82	6,69	0,09	4,24
Geladeira	113	120,7	80	80	1.274	112,93	95,65	1,35	61,14
Chuveiro Elétr.	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Acumul. Elétr.	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Ventilador	133	28,11	50	50	2.444	16,43	14,05	0,20	8,90
Air Condicionado	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Difusos						1,85	1,58	0,02	1,00
TOTAL						184,87	157,94	2,22	100,00
ÍNDICE kWh / Habitante / Ano :									315,89
ÍNDICE kWh / Consumid / Ano :									1095,33

Fonte : Quadro preparado pelo Autor com dados de INECEL-LOGOS e Estatísticas Anuais das Concessionárias Elétricas.

TABELA A21

CARACTERÍSTICAS E DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA POR APARELHOS DE USO FINAL NA: ILUMINAÇÃO, REFRIGERAÇÃO E AQUECIMENTO DE ÁGUA NO SETOR RESIDENCIAL									
REGIÃO:	ORIENTAL		ESTRATO: 41.501 - 1000 kWh		ANO: 1992				
CIDADE:	PEQUENAS		Nro. DE CONSUMIDORES:		15				
Aparelho de Uso Final	Dem. Esp. (w)	Consumo Espec. (kWh/uso fin./mês)	Possessão (%)	Ocorrência (%)	Nro. Equipas em Possessão	Consumo Total (MWh/mês)	Consumo Médio (kWh/subsc./mês)	Consumo Total (GWh/ano)	Consumo Total (%)
Lâmp. Incand.	63	25	100	100	130	0,37	25,00	0,00	7,93
Lâmp. Fluoresc.	90	36	50	50	11	0,26	17,50	0,00	5,55
Geladeira	121	236	100	100	30	3,48	235,00	0,04	74,52
Chuveiro Elétr.	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Acumul. Elétr.	3000	0	0	0	4	0,00	0,00	0,00	0,00
Ventilador	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Air Condicionado	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros						0,56	37,84	0,01	12,00
TOTAL						4,67	315,34	0,06	100,00
ÍNDICE kWh / Habitante / Ano :									630,68
ÍNDICE kWh / Consumid / Ano :									3704,08

Fonte : Quadro preparado pelo Autor com dados de INECEL-LOGOS e Estatísticas Anuais das Concessionárias Elétricas.

ANEXO B

Projeções do Consumo de Energia Elétrica para os Usos Finais de Iluminação, Refrigeração e Aquecimento da Água, no Setor Residencial do Equador, em 2005. Segundo Cenários de Eficiência Congelada (Frozen Efficiency) e de Tecnologias Eficientes Programadas (TEP).



TABELA B1

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS									
ANO 2005									
ILUMINAÇÃO									
CENÁRIO : EFICIÊNCIA CONGELADA									
REGIÃO : SERRA									
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE LÂMPADAS		ENERGIA CONSUMIDA		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW		
		In cand. Conven.	Fluoresc. Conven.	In cand. Conven. GWh/ano	Fluoresc. Conven. GWh/ano				
0 - 50	608.310	2.737.395	103.413	238,80	6,04	245,84	63,14		
51 - 200	699.840	4.478.976	244.944	392,36	14,30	406,66	119,07		
201 - 500	186.430	1.668.549	54.065	146,16	3,16	149,32	56,76		
501 - 1000	34.710	419.991	36.793	36,79	2,15	38,94	13,00		
>1000	6.450	78.045	6.837	6,84	0,40	7,24	3,35		
TOTAL	1.535.740	9.382.958	446.051	821,95	26,05	848,00	255,33		

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

TABELA B2

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS ANO 2006 ILUMINAÇÃO									
CENÁRIO : EFICIÊNCIA CONGELADA REGIÃO : LITORAL									
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE LÂMPADAS		ENERGIA CONSUMIDA		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW		
		In cand. Conven.	Fluoresc. Conven.	In cand. Conven. GWh/ano	Fluoresc. Conven. GWh/ano				
0 - 50	319.090	973.225	287.181	85.25	16,77	102,03	38,78		
51 - 200	712.180	3.489.682	890.225	305,70	51,99	357,69	117,60		
201 - 500	215.110	1.228.127	279.643	107,41	16,33	123,74	50,22		
501 - 1000	26.060	250.600	28.666	22,83	1,67	24,50	12,59		
>1000	30.490	304.900	33.539	26,71	1,96	28,67	14,73		
TOTAL	1.302.930	6.254.534	1.519.254	547,90	88,72	636,62	233,91		

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

TABELA B3

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS									
ANO 2005									
ILUMINAÇÃO									
CENÁRIO : EFICIÊNCIA CONGELADA									
REGIÃO : ORIENTE									
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE LÂMPADAS		ENERGIA CONSUMIDA		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW		
		In cand. Conven.	Fluoresc. Conven.	In cand. Conven. GWh/ano	Fluoresc. Conven. GWh/ano				
0 - 50	15.990	39.975	47.970	3,50	2,80	6,30	1,85		
51 - 200	55.970	268.656	47.575	23,53	2,78	26,31	6,49		
201 - 500	7.200	46.800	15.840	4,10	0,93	5,02	0,83		
501 - 1000	800	7.040	640	0,62	0,04	0,65	0,09		
>1000	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00		
TOTAL	79.950	362.471	112.025	31,75	6,54	38,29	9,25		

Fonte: Cálculos do Autor com dados da INECEL

TABELA B4

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS									
ANO 2006									
ILUMINAÇÃO									
CENÁRIO : TECNOLOGIAS EFICIENTES PROGRAMADAS									
REGIÃO : SERRA									
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE LÂMPADAS TOTALES		SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS EFICIENTES		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW		
		Incand. Conven.	Fluoresc. Conven.	Fluoresc. Eficient.	Fluoresc. Compact.				
0 - 50	608.310	2.737.395	103.413	243.324	304.155	211,11	54,22		
51 - 200	699.840	4.478.976	244.944	629.856	1.259.712	284,36	83,26		
201 - 500	186.430	1.668.549	54.065	111.858	391.503	116,09	44,13		
501 - 1000	34.710	419.991	36.793	0	93.717	32,51	10,85		
>1000	6.450	78.045	6.837	0	17.415	6,04	2,02		
TOTAL	1.535.740	9.382.956	446.051	985.038	2.066.502	650,10	194,49		

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

TABELA B5

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS									
ANO 2006									
ILUMINAÇÃO									
CENÁRIO : TECNOLOGIAS EFICIENTES PROGRAMADAS									
REGIÃO : LITORAL									
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NUMERO DE LÂMPADAS TOTALES		SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS EFICIENTES		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW		
		Incand.Conven.	Fluoresc.Conven.	Fluoresc.Eficient.	Fluoresc.Compact.				
0 - 50	319.090	973.225	287.181	127.836	159.545	83,81	31,86		
51 - 200	712.180	3.489.682	890.225	640.962	1.281.924	233,22	76,58		
201 - 500	215.110	1.226.127	279.643	129.068	451.731	85,39	34,55		
501 - 1000	26.060	260.600	28.666	0	70.362	19,67	10,11		
>1000	30.490	304.900	33.539	0	82.323	23,02	11,82		
TOTAL	1.302.930	6.254.534	1.519.254	897.664	2.045.685	445,12	165,12		

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

TABELA B6

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS ANO 2005 ILUMINAÇÃO									
CENÁRIO : TECNOLOGIAS EFICIENTES PROGRAMADAS REGIÃO : ORIENTE									
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE LÂMPADAS TOTAIS		SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS EFICIENTES		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW		
		Incand. Conven.	Fluoresc. Conven.	Fluoresc. Eficient.	Fluoresc. Compact.				
0 - 50	15.990	39.975	47.970	6.396	7.995	5,39	1,58		
51 - 200	55.970	268.656	47.575	50.373	100.746	16,53	4,08		
201 - 500	7.200	46.800	15.840	4.320	15.120	3,74	0,61		
501 - 1000	800	7.040	640	0	2.160	0,51	0,07		
>1000	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
TOTAL	79.960	362.471	112.025	61.089	126.021	26,17	6,34		

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

TABELA B7

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS															
ANO 2005															
REFRIGERAÇÃO															
CENÁRIO : EFICIÊNCIA CONGELADA															
REGIÃO : SERRA															
ESTRATO KWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE GELADEIRAS			10p -1PH		12p -2PH-AD		Outras		10p -1PH GWh/ano	12p -2PH-AD GWh/ano	Outras GWh/ano	TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW
		10p -1PH	12p -2PH-AD	Outras	10p -1PH	12p -2PH-AD	Outras								
0 - 50	608.310	130.787	99.398	31.389	98,09	92,43	36,99	228,41	26,07						
51 - 200	699.840	237.946	285.535	71.384	178,46	268,40	83,88	530,74	60,59						
201 - 500	186.430	55.929	108.129	22.372	41,95	101,64	26,29	169,88	19,39						
501 - 1000	34.710	9.372	36.446	6.248	7,03	34,26	7,34	48,63	5,55						
>1000	6.450	1.393	5.418	929	1,04	5,09	1,09	7,23	0,83						
TOTAL	1.535.740	436.428	634.925	132.321	325,57	502,63	155,48	984,88	112,43						

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

TABELA B8

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS
ANO 2005
REFRIGERAÇÃO

CENÁRIO : EFICIÊNCIA CONGELADA
REGIÃO : LITORAL

ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE GELADEIRAS		ENERGIA CONSUMIDA		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW
		10p. 1PH	12p. 2PH-AD	10p. 1PH GWh/ano	12p. 2PH-AD GWh/ano		
0 - 50	319.090	95.727	72.753	115,83	113,93	274,56	31,34
51 - 200	712.180	284.872	341.946	344,70	535,33	1.046,58	119,48
201 - 500	215.110	70.886	137.240	85,89	214,92	356,18	40,68
501 - 1000	26.060	7.036	27.363	8,51	42,85	60,51	6,91
>1000	30.450	8.232	32.015	9,96	50,13	70,80	8,08
TOTAL	1.302.930	466.854	611.217	584,89	957,17	1.808,73	206,48

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

TABELA B9

AValiação ENERGÉTICA POR USOS FINAIS
ANO 2005
REFRIGERAÇÃO

CENÁRIO : EFICIÊNCIA CONGELADA
 REGIÃO : ORIENTE

ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE GELADEIRAS		ENERGIA CONSUMIDA		TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW
		10p.-1PH	12p.-2PH-AD	10p.-1PH GWh/ano	12p.-2PH-AD GWh/ano		
0 - 50	15.990	5.197	3.950	6,29	6,18	14,91	1,70
51 - 200	55.970	20.149	24.179	24,35	37,86	74,03	8,45
201 - 500	7.200	2.376	4.594	2,87	7,19	11,92	1,36
501 - 1000	800	288	1.120	0,35	1,75	2,48	0,28
>1000	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	79.960	28.010	33.842	33,89	53,00	103,34	11,80

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

TABELA B10

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS ANO 2005 REFRIGERAÇÃO										
CENÁRIO : TECNOLOGIAS EFICIENTES PROGRAMADAS										
REGIÃO : SERRA										
ESTRATO kWh	Nº CONSUM	NÚMERO DE GELEDEIRAS			Outras Convencionais	ENERGIA CONSUMIDA			TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW
		10p.-1PH Eficientes	12p.-2PH-AD Eficientes	10p.-1PH GWh/ano		12p.-2PH-AD GWh/ano	Outras GWh/ano			
0 - 50	608 310	130.787	99.308	31.389	66,70	53,67	26,52	146,90	16,77	
51 - 200	599.840	237.946	285.535	71.394	121,36	154,19	60,32	335,86	38,34	
201 - 500	185.430	55.929	108.129	22.372	28,52	58,39	18,90	105,82	12,08	
501 - 1000	34.710	9.372	36.446	6.248	4,78	19,69	5,28	29,74	3,39	
>1000	6.450	1.393	5.418	928	0,71	2,93	0,78	4,42	0,50	
TOTAL	1.535.740	435.426	534.925	132.321	222,07	288,86	111,81	622,74	71,09	

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

TABELA B11

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS ANO 2005 REFRIGERAÇÃO										
CENÁRIO : TECNOLOGIAS EFICIENTES PROGRAMADAS										
REGIÃO : LITORAL										
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE GELEDEIRAS			ENERGIA CONSUMIDA			TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW	
		10p-1PH Eficientes	12p-2PH-AD Eficientes	Outras Convencionais	10p-1PH GWh/ano	12p-2PH-AD GWh/ano	Outras GWh/ano			
0 - 50	319.090	95.727	72.753	22.974	69,35	55,00	31,89	155,24	17,72	
51 - 200	712.180	284.872	341.845	85.462	203,40	258,44	118,62	580,46	66,25	
201 - 500	215.110	70.986	137.240	25.395	50,58	103,75	39,41	193,85	22,13	
501 - 1000	26.060	7.036	27.363	4.691	5,02	20,89	6,51	32,22	3,68	
>1000	30.490	5.232	32.015	5.488	5,88	24,20	7,62	37,70	4,30	
TOTAL	1.302.930	465.854	611.217	147.010	333,33	462,08	204,05	999,46	114,09	

Fonte: Cálculos do Autor com dados de INECEL

TABELA B12

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA POR USOS FINAIS ANO 2005 REFRIGERAÇÃO											
CENÁRIO : TECNOLOGIAS EFICIENTES PROGRAMADAS REGIÃO : ORIENTE											
ESTRATO kWh	Nº CONSUM.	NÚMERO DE GELADEIRAS			ENERGIA CONSUMIDA			TOTAL GWh/ano	POTÊNCIA COINCIDENTE MW		
		10p.-1PH Eficientes	12p.-2PH-AD Eficientes	Outras Convencionais	10p.-1PH GWh/ano	12p.-2PH-AD GWh/ano	Outras GWh/ano				
0 - 50	15.990	5.197	3.950	1.247	3,71	2,99	1,73	8,43	0,96		
51 - 200	55.970	20.149	24.179	6.045	14,39	18,28	8,39	41,06	4,89		
201 - 500	7.200	2.376	4.594	950	1,70	3,47	1,32	5,49	0,74		
501 - 1000	800	288	1.120	192	0,21	0,85	0,27	1,32	0,15		
>1000	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
TOTAL	79.960	28.010	33.842	8.434	20,00	25,58	11,71	57,29	6,54		

Fonte: Cálculos de Autor com dados de INECEL

ANEXO C

Avaliação Econômica da troca de equipamentos convencionais pelos eficientes, nos usos finais de iluminação, refrigeração e aquecimento da água, no Setor Residencial do Equador, segundo Cenários de investimentos.

TABELA C1

ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA ILUMINAÇÃO			
CENÁRIO 1: INVESTIMENTO DAS CONCESSIONÁRIAS ELÉTRICAS			
DADOS			
	Incandesc.	Fluor.Econômica	Fluor.Compacta
Potência (L+R)(W)	60,0	27,0	12,5
Eficiência (lm/W)	13,0	63,7	66,7
Vida Útil Lâmp.(h)	1.000,0	7.500,0	7.500,0
Vida Útil Reator(h)		20.000,0	20.000,0
Preço Total(US\$)	0,7	13,4	16,0
Preço En.Elét. INECEL (US\$/kWh)		0,083	
Período de análise(anos)		10	
PREMISSAS			
Uso (horas/dia)		4	
Taxa Desconto INECEL		12%	
QUANTIDADES CALCULADAS			
	Incandesc.	Fluor.Econômica	Fluor.Compacta
Uso (horas/ano)	1460	1460	1460
kWh/ano consumidos	67,6	39,42	18,25
kWh/ano economizados	0	48,18	69,35
W de potênc.economizados	0	33	47,5
FRC (Consumidores)	0,177	0,177	0,177
CÁLCULOS			
	Incandesc.	Fluor.Econômica	Fluor.Compacta
# Lâmpadas necessárias	14,60	1,95	1,95
# Lâmpadas pra calcular	14	1	1
Intervalo tempo reposição	0,68	5,14	5,14
Taxa efetiva de desconto	8,1%	79,0%	79,0%
FRC (efetivo)	0,122	1,790	1,790
Valor residual (US\$)	0,26	0,71	0,85
Consum. energia (kWh/ano)	87,60	39,42	18,25
Custo Ener.Elét.V.Presen.	41,08	18,49	8,56
Custo Ciclo de Vida (US\$)	45,81	38,60	32,64
CT Anualizado(US\$/ano)	8,28	6,83	5,78
CTAnual.não ener.(US\$/ano)	1,01	3,56	4,25
Custo ener.economiz.(Cce) em US\$/kWh		0,0380	0,0337
Custo Potência evitada(Cep) em US\$/kW		278,43	246,88

CONTINUAÇÃO TABELA C1

TAXA INTERNA DE RETORNO: Assumimos que os fluxos de caixa ocorrem no fim de cada período.					
ANO	FLUXO DE CAIXA		Balanco	# LI	# FE
	Incand.	Fluor.Econ.			
0	0,65	13,36	(12,71)	1	1
1	7,92	3,27	4,65	2	1
2	7,92	3,27	4,65	3	1
3	8,57	3,27	5,30	5	1
4	7,92	3,27	4,65	6	1
5	8,57	3,27	5,30	8	1
6	7,92	10,63	(8,71)	9	2
7	8,57	3,27	5,30	11	2
8	7,92	3,27	4,65	12	2
9	8,57	3,27	5,30	14	2
10	7,92	3,27	4,65	15	2
Chute inicial para TIR >>>>		50%	Calculado TIR=	26%	

ANO	Cash Flow	Fluxo de caixa	Balanco	# LI	# FC
	Incand.	Fluor.Compacta			
0	0,65	16,00	(15,35)	1	1
1	7,92	1,51	6,41	2	1
2	7,92	1,51	6,41	3	1
3	8,57	1,51	7,06	6	1
4	7,92	1,51	6,41	6	1
5	8,57	1,51	7,06	8	1
6	7,92	17,51	(9,59)	9	2
7	8,57	1,51	7,06	11	2
8	7,92	1,51	6,41	12	2
9	8,57	1,51	7,06	14	2
10	7,92	1,51	6,41	15	2
Chute inicial para TIR >>>>		50%	Calculado TIR=	32%	

TABELA C2

ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA ILUMINAÇÃO			
CENÁRIO 2: FINANCIAMENTO COM FUNDO ESPECIAL			
DADOS	Incandesc.	Fluor.Econôm.	Fluor.Compacta
Potênc.lâmp.+reator (W)	60	27	12,5
Vida (horas)	1000	7500	7500
Preço:lâmp.+compon.(US\$)	0,70	13,36	16
PREMISSAS			
Uso (horas/dia)	4		
Taxa de desconto (%aa)	12%		
Preço eletric.(US\$/kWh)	0,04	0,0831	
Tempo Amortizaçãc(meses)	62		
Taxa de Juros mensal (%)	0,95%		
QUANTIDADES CALCULADAS	Incandesc.	Fluor.Econôm.	Fluor.Compacta
Uso (h/ano)	1460	1460	1460
kWh/ano consumidos	87,60	39,42	18,25
kWh/ano economizados	0,00	48,18	69,35
kWh/mês consumidos	7,30	3,29	1,52
kWh/mês economizados	0,00	4,02	5,78
Custo dos kWh/mês consumid. (à tarifa US\$0,04/kWh)	0,29	0,13	0,06
Custo dos kWh/mês economiz. (à tarifa US\$0,04/kWh)	0,00	0,16	0,23
Custo dos kWh/mês consumid. (à tarifa US\$0,083/kWh)	0,61	0,27	0,13
Custo dos kWh/mês economiz. (à tarifa US\$0,083/kWh)	0,00	0,33	0,48
FRC		0,022	0,022
Parcela mensal de pagamento do empréstimo (US\$)		0,29	0,34
Valor Total mensal(US\$) (Energ.+Empr.)(0,04\$/kWh)	0,29	0,42	0,40
Valor Total mensal(US\$) (Energ.+Empr.)(0,083\$/kWh)	0,61	0,56	0,47



TABELA C3

ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA GELADEIRA		
CENÁRIO 1: INVESTIMENTO DOS CONSUMIDORES		
DADOS	Convencional	Eficiente
Consumo Anual (kWh/ano)	1.250,0	600,0
Consumo Mensal (kWh/mês)	104,2	50,0
Vida Útil (anos)	15,0	15,0
Preço Total(US\$)	600,0	800,0
Preço En.Elét Consumidor (US/kWh)		0,06
Periodo de análise(anos)	15	15
PREMISSAS		
Uso (horas/dia)	24	24
Taxa Desconto Consumidor	25%	25%
QUANTIDADES CALCULADAS	Convencional	Eficiente
kWh/ano consumidos	1250	600
kWh/ano economizados	0	650
W de potênc.economizados	0	74,20
FRC (Consumidores)	0,259	0,259
CÁLCULOS	Convencional	Eficiente
Número de Geladeiras	1	1
Intervalo tempo reposição	15,00	15,00
Valor residual (US\$)	60,00	80,00
Consum. energia (kWh/ano)	1250,00	600,00
Custo Ener.Elét.V.Presen.	289,44	138,93
Custo Ciclo de Vida (US\$)	887,33	936,12
CT Anualizado(US\$/ano)	229,92	242,56
CTAnual.não ener.(US\$/ano)	154,92	206,56
Custo ener.economiz.(Ccc) em US\$/kWh		0,0794
Custo Potência evitada(Cep) em US\$/kW		1391,92

TABELA C4

ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA GELADEIRA		
CENÁRIO 1: INVESTIMENTO DO INECEL OU CONCESSIONÁRIAS		
DADOS	Convencional	Eficiente
Consumo Anual (kWh/ano)	1.250,0	600,0
Consumo Mensal (kWh/mês)	104,2	50,0
Vida Útil (anos)	15,0	15,0
Preço Total(US\$)	600,0	800,0
Preço En.Elét.Consumidor (US\$/kWh)		0,083
Período de análise(anos)	15	15
PREMISSAS		
Uso (horas/dia)	24	24
Taxa Desconto INECEL	12%	12%
QUANTIDADES CALCULADAS	Convencional	Eficiente
kWh/ano consumidos	1250	600
kWh/ano economizados	0	650
W de potênc.economizados	0	74,20
FRC (Consumidores)	0.147	0.147
CÁLCULOS	Convencional	Eficiente
Número de Geladeiras	1	1
Intervalo tempo reposição	15,00	15,00
Valor residual (US\$)	60,00	80,00
Consum. energia (kWh/ano)	1250,00	600,00
Custo Ener.Elét.V.Presen.	706,63	339,18
Custo Ciclo de Vida (US\$)	1295,67	1124,57
CT Anualizado(US\$/ano)	190,24	165,11
CTAnual.não ener.(US\$/ano)	86,49	115,31
Custo ener.economiz.(Cce) em US\$/kWh		0,0444
Custo Potência evitada(Cep) em US\$/kW		777,04

CONTINUAÇÃO TABELA C4

TAXA INTERNA DE RETORNO : Assumimos que os fluxos de caixa ocorrem no fim de cada período.

ANO	FLUXO DE CAIXA		Eficientes	Balançaço	N GC	N GE
	Convencionais					
0	600,00		800,00	(200,00)	1	1
1	103,75		49,80	53,95	1	1
2	103,75		49,80	53,95	1	1
3	103,75		49,80	53,95	1	1
4	103,75		49,80	53,95	1	1
5	103,75		49,80	53,95	1	1
6	103,75		49,80	53,95	1	1
7	103,75		49,80	53,95	1	1
8	103,75		49,80	53,95	1	1
9	103,75		49,80	53,95	1	1
10	103,75		49,80	53,95	1	1
11	103,75		49,80	53,95	1	1
12	103,75		49,80	53,95	1	1
13	103,75		49,80	53,95	1	1
14	103,75		49,80	53,95	1	1
15	703,75		849,80	(146,05)	2	2
Chute inicial para TIR ==>	0%		Calculado			
			TIR=	25%		

NUMERO GELADEIR. EFICIE. : N GE

NUMERO GELADEIR. CONVENI : N GC

TABELA C5

ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS DE GELADEIR
CENÁRIO 2: FINANCIAMENTO COM FUNDO ESPECIAL

DADOS	Convencional	Eficiente
Vida Útil (anos)	15	15
Preço de Geladeira (US\$)	600,00	800,00
Empréstimo (US\$)	0	200,00
PREMISSAS		
Uso (horas/dia)	24	
Taxa de desconto (%aa)	12%	
Preço elétric. (US\$/kWh)	0,06	0,0831
Tempo Amortização(meses)	60	
Taxa de Juros mensal (%)	0,95%	
QUANTIDADES CALCULADAS		
Uso (h/ano)	8760	8760
kWh/ano consumidos	1250,00	600,00
kWh/ano economizados	0,00	850,00
kWh/mês consumidos	104,17	50,00
kWh/mês economizados	0,00	54,17
Custo dos kWh/mês consumid. (à tarifa US\$0,06/kWh)	6,25	3,00
Custo dos kWh/mês economiz. (à tarifa US\$0,06/kWh)	0,00	3,25
Custo dos kWh/mês consumid. (à tarifa US\$0,083/kWh)	8,66	4,16
Custo dos kWh/mês economiz. (à tarifa US\$0,083/kWh)	0,00	4,50
FRC		0,022
Parcela mensal de pagamento do empréstimo (US\$)		4,39
Valor Total mensal(US\$) (Energ.+Empr.)(0,06\$/kWh)	6,25	7,39
Valor Total mensal(US\$) (Energ.+Empr.)(0,083\$/kWh)	8,66	8,54

TABELA C6

ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA			
CENÁRIO 1: INVESTIMENTO DO INECEL OU CONCESSIONÁRIAS			
DADOS	Acumulador Elét.	Aqueced.a Gás	Coletor Solar
Potência (W)	2.500,0	0,0	0,0
Poder Caloríf. GLP(kcal/kg)		11.730,0	
Vida Útil (anos)	10,0	10,0	15,0
Preço Total(US\$)	150,0	400,0	950,0
Preço En.Elét. INECEL (US/kWh)		0,0831	
Preço do GLP (US\$/kg)		0,1	
Período de análise(anos)		15	
PREMISSAS			
Uso (horas/dia)		4	
Taxa Desconto		12%	
QUANTIDADES CALCULADAS	Acumulador Elét.	Aqueced.a Gás	Coletor Solar
Uso (horas/ano)	1460	1460	1460
kWh/ano consumidos	3650	0	912,5
kWh/ano economizados	0	3650	2737,5
Consumo de Gás(kcal/hora)	0	9800	0
Consumo de Gás (kg/ano)	0	1219,78	0
W de potênc. economizados	0	2500	2500
FRC (Consumidores)	0,147	0,147	0,147
CÁLCULOS	Acumulador Elét.	Aqueced.a Gás	Coletor Solar
# Aparelhos necessários	1,50	1,50	1,00
# Aparelhos pra cálculo	1	1	1
Intervalo tempo reposição	10,00	10,00	15,00
Valor residual (US\$)	75,00	200,00	0,00
Consum. energia (kWh/ano)	3650,00	0,00	912,50
Custo Ener. Elét.V. Presen.	2065,84	0,00	516,46
Custo de GLP.V. Presente	0,00	830,77	0,00
Custo Ciclo de Vida (US\$)	2191,89	1166,38	1466,46
CT Anualizado(US\$/ano)	321,79	171,25	215,31
CT Anual não ener.(US\$/ano)	18,48	49,28	139,48
Custo ener economiz.(Cce) em US\$/kWh		0,0084	0,0442
Custo Potência evitada(Cep) em US\$/kW		342,19	1344,50

Continuação Tabela C6

TAXA INTERNA DE RETORNO : Assumimos que os fluxos de caixa ocorrem no fim de cada período

ANO	FLUXO DE CAIXA		Balanco	#AE	#AG
	Acumulador Elétr.	Aqueced. a GLP			
0	150,00	400,00	(250,00)	1	1
1	303,32	121,98	181,34	1	1
2	303,32	121,98	181,34	1	1
3	303,32	121,98	181,34	1	1
4	303,32	121,98	181,34	1	1
5	303,32	121,98	181,34	1	1
6	303,32	121,98	181,34	1	1
7	303,32	121,98	181,34	1	1
8	303,32	121,98	181,34	1	1
9	303,32	121,98	181,34	1	1
10	453,32	521,98	(68,68)	2	2
11	303,32	121,98	181,34	2	2
12	303,32	121,98	181,34	2	2
13	303,32	121,98	181,34	2	2
14	303,32	121,98	181,34	2	2
15	303,32	121,98	181,34	2	2
Chute inicial para TIR ---->	50%	TIR=	72%		

ANO	FLUXO DE CAIXA		Balanco	#AE	#CS
	Acumulador Elétr.	Coletor Solar			
0	150,00	950,00	(800,00)	1	1
1	303,32	75,83	227,49	1	1
2	303,32	75,83	227,49	1	1
3	303,32	75,83	227,49	1	1
4	303,32	75,83	227,49	1	1
5	303,32	75,83	227,49	1	1
6	303,32	75,83	227,49	1	1
7	303,32	75,83	227,49	1	1
8	303,32	75,83	227,49	1	1
9	303,32	75,83	227,49	1	1
10	453,32	75,83	377,49	2	1
11	303,32	75,83	227,49	2	1
12	303,32	75,83	227,49	2	1
13	303,32	75,83	227,49	2	1
14	303,32	75,83	227,49	2	1
15	303,32	75,83	227,49	2	1
Chute inicial para TIR ---->	50%	TIR=	28%		

TABELA C7			
ANÁLISE ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA			
CENÁRIO 2: FINANCIAMENTO COM FUNDO ESPECIAL			
DADOS	Acumulador Elét.	Aqueced.a Gás	Coletor Solar
Potência (W)	2.500,0	0,0	0,0
Poder Calorif.GLP(kcal/kg)		11.730,0	
Vida Útil (anos)	10,0	10,0	15,0
Preço Total(US\$)	150,0	400,0	950,0
Empréstimo (US\$)	0,0	250,0	400,0
Preço En.Elét. INECEL (US/kWh)		0,0831	
Preço do GLP (US\$/kg)		0,1	
Período de análise(anos)		15	
PREMISSAS			
Uso (horas/dia)	4		
Taxa de desconto (%aa)	12%		
Preço eletric.(US\$/kWh)	0,06	0,0831	
Tempo Amortização(meses)	60		
Taxa de Juros mensal (%)	0,95%		
QUANTIDADES CALCULADAS	Acumulador Elét.	Aqueced.a Gás	Coletor Solar
Uso (horas/ano)	1460	1460	1460
kWh/ano consumidos	3650	0	912,5
kWh/ano economizados	0	3650	2737,5
Consumo de Gás(kcal/hora)	0	9800	0
Consumo de Gás (kg/ano)	0	1219,78	0
W de potênc.economizados	0	2500	2500
FRC (Consumidores)	0,147	0,147	0,147
kWh/mês consumidos	304,17	0,00	76,04
kWh/mês economizados	0,00	304,17	228,13
Custo dos kWh/mês consumid. (à tarifa US\$0,06/kWh)	18,25	0,00	4,56
Custo dos kWh/mês economiz. (à tarifa US\$0,06/kWh)	0,00	18,25	13,69
Custo dos kWh/mês consumid. (à tarifa US\$0,083/kWh)	25,28	0,00	6,32
Custo dos kWh/mês economiz. (à tarifa US\$0,083/kWh)	0,00	25,28	18,96
FRC		0,022	0,022
Parcela mensal de pagamento do empréstimo (US\$)		8,77	20,84
Valor Total mensal(US\$) (Energ.+Empr.)(0,06\$/kWh)	18,25	8,77	25,40
Valor Total mensal(US\$) (Energ.+Empr.)(0,083\$/kWh)	25,28	8,77	27,16

BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, A. ; DARLIÉ, V. ; GRANJA, G. **Estadísticas Energéticas del Ecuador**. Quito, Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales, ago. 1989.
- ARAUJO, J.L. **Modelos de Energia para Planejamento**. Rio de Janeiro, set. 1988. 140p. Tese (Livre Docência) - Área Interdisciplinar de Energia, COPPE/UFRJ, Universidade Federal de Rio de Janeiro
- ARAUJO PRADO, R. T. **Gerenciamento da Demanda e Consumo de Energia Elétrica para Aquecimento de água em habitações de interesse social**. São Paulo, 1991. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- AROUCA, M. C. **Análise da Demanda de Energia no setor residencial no Brasil**. São Paulo, jan. 1986. Dissertação (Mestrado) - AIE / COPPE / UFRJ. Universidade Federal de Rio de Janeiro
- AYALA, L. A. ; BARGHINI, A. **Optimización del Uso de Energía Eléctrica en la Planificación de la Oferta del Sector Residencial del Ecuador**. Quito, ene. 1994
- BAJAY, S. V. ; ARAUJO DA SILVA, V. ; SILVA, D. L. **Planejamento da Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: Mudanças Institucionais, Novas Políticas e Novos Instrumentos de Planejamento**. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, Rio de Janeiro, nov. 1990. **Anais**. COPPE/UFRJ, 1990
- BITU, R. ; BORN, P. **Tarifas de Energia Elétrica: Aspectos Conceituais e Metodológicos**, Edição patrocinada por Companhia Força e Luz Cataguazes - Leopoldina, 1993
- BÔA NOVA, A. C. **Energia e Classes Sociais no Brasil**. São Paulo, Ed. Loyola, 1985.
- BROWN, M. The Effectiveness of codes and marketing in promoting energy-efficient home construction. **Energy Policy**. p. 391 - 402. apr. 1993.

- BURINI JR., E. C. ; SAUER, I. L. Competitividade entre as alternativas tecnológicas para iluminação. **Eletricidade Moderna**. Vol XXI, n. 234. set. 1993.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS, **Projeto de Lei n. 3.057, de 1992**. Do Sr. Marcelo Barbieri. Dispõe sobre a organização e a prestação dos serviços de energia elétrica e dá outras providências. Brasília, jul. 1992.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. **Estudio de Eficiencia Energética en los sectores Residencial, Comercial y Oficial**. Informe Final de Consultores. República de Colombia. Santafé de Bogotá, Jun. 1992.
- CONSEJO NACIONAL DE DESARROLLO (CONADE), **Ecuador: Datos e Indicadores básicos**. Quito, abr. 1991.
- DAVIS, R. G ; MEYERS, S. M. **A Survey of State Lighting Codes**. Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute. s.l., 1992.
- DUTT , Gautam S. **Techniques for End Use Electricity Analysis and Conservation Program Design and Evaluation A Manual**. Center for Energy and Environmental Studies. Princeton University, USA. Washington, DC. Office of Energy and Infrastructure US Agency for International Development, jun. 1992.
- ELETRICIDADE MODERNA. As mudanças no setor elétrico. Vol XXI, n.231, jun. 1993.
- EMPRESAS ELÉCTRICAS REGIONALES DEL ECUADOR, **Informes Estadísticos. Período 1990 - 1993**. feb.1994.
- FELS, M. F. ; KEATING, K. M. Measurement of energy savings from Demand-Side Management Programs in U.S. Electric Utilities. **Annu. Rev. Energy Environ**, 1993.
- GELLER, H. S. ; MOREIRA, José R. **Brazil's National Electricity Conservation Program (PROCEL): Progress and Lessons**. dec. 1990.

- GELLER, H. S. **Efficient Electricity Use: A Development Strategy for Brasil.** American Council for an Energy-Efficient Economy. Washington, DC and Berkeley, CA. s.d.
- GODET, M. **Crise de la Prévision, Essor de la Prospective: Exemples et Méthodos.** Paris, Presses Universitaires de France, 1977.
- COLDEMBERG, J. ; JOHANSSON, T.B. ; REDDY, A.K.N. ; WILLIAMS, R.H. **Energy for a Sustainable World.** New Delhi, Wiley Eastern Limited, 1988a. 517p.
- GOLDEMBERG, J. ; JOHANSSON, T.B. ; REDDY, A.K.N. ; WILLIAMS, R.H. **Energia para o Desenvolvimento.** Tradução de José R. Moreira. São Paulo, T.A. Queiroz, 1988b. 101p.
- HANFORD, J. W. et al. **What to Expect from New Residential Efficiency Standards: Whole-Building Analysis of the Model Energy Code.** Lawrence Berkeley Laboratory, James M. Fay, Gas Research Institute. 1992.
- HIRSCHFELD, H. **Engenharia Econômica e Análise de Custos.** São Paulo, Atlas, 1992.
- INSTITUTO DE ECONOMÍA ENERGÉTICA (IEE), XV Curso Latinoamericano de Economía y Planificación Energética. **Guía de Trabajo Práctico. Sector Residencial. Módulo de Requerimientos.** nov. 1985.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACIÓN (INECEL), Dirección de Estudios y Control de Tarifas. **La Estacionalidad en el Consumo Eléctrico Ecuatoriano por Sectores de Actividad Económica y Regiones Geográficas.** I.I.A.01.90. Quito, ene 1990.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACIÓN (INECEL), Dirección de Estudios y Control de Tarifas. **Investigación de Usos Finales de la Energía.** I.I.S.04. Quito. mayo 1990.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACIÓN (INECEL), LOGOS CONSULTORES. **Informe de Resultados del Estudio de Consumo de**

- Energía Eléctrica en los Sectores Residencial y de Pequeño Comercio.**
Quito, 1991.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION (INECEL). Dirección de Estudios y Control de Tarifas - División de Estudios de la Carga Eléctrica. **Investigación de la Curva de Carga Eléctrica - Resumen por aparatos.** Quito, nov. 1991.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACIÓN (INECEL), Dirección de Estudios y Control de Tarifas. **Estudio de Costos y Requerimiento de Ajuste Tarifario para el Sector Eléctrico del Ecuador.** DECTA - 13-92. Quito, ago 1992.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION (INECEL). Dirección de Planificación. **Estadística mensual de mercado eléctrico.** Período en. 1988 - oct. 1993). Boletín n.68. Superintendencia de Planificación Económica - Financiera y Mercado. Quito, dic. 1993.
- INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA S.A. (ISA). **Plan de Expansión de Referencia: Generación - Transmisión . Resumen Ejecutivo.** Medellín, 1993.
- JANNUZZI, Gilberto de Martino ; SCHIPPER, Lee. The Structure of electricity demand in the Brazilian household sector. **Energy Policy.** p. 879 - 891. nov. 1991.
- JANNUZZI, Gilberto M. et al. Resultados de um Programa de Iluminação eficiente em residências. **Eletricidade Moderna.** Vol XXI. n. 234. p.67-70. dez. 1993.
- KOOMEY, J.G., et al. **The Potential for Electricity efficiency improvements in the US Residential Sector.** s.n.t.
- LABYS, W.C. Measuring the Validity and Performance of Energy Models. **Energy Economics.** p.p. 159 - 168, jul. 1982.
- LA GACETA, Diario Oficial. **Ley Reguladora del Uso Racional de la Energía.** Año CXIV, n.68. La Uruca, San José, Costa Rica, 7 de abr. 1992.

- LARSON, E. D. et al. **Spreadsheet Exercises for the 1989 Thailand workshop on End Use Oriented Energy Analysis.** Washington, D.C. and Bangkok, International Institute for Energy Conservation, Apr. 1990.
- LOHANI, B.N. ; AZIMI, A.M. Barriers to energy end use efficiency. **Energy Policy**, p. 533 - 545, jun. 1992.
- MANUAL PRÁTICO DE GELADEIRAS. **Refrigeração Industrial e Domiciliar.** Colaboração e supervisão técnica Eng. Carlos Antonio Lauand. São Paulo, Revisão Márcio Pugliesi - USP, Universidade de São Paulo, s.d.
- MORATE, K. M. ; CASTRO, R. **La Evaluación Económica de Proyectos de Inversión.** Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico. Universidad de Los Andes. Bogotá, ago. 1990.
- NADEL, S. M. ; REID, M. W. ; WOLCOTT, D. R. **Regulatory Incentives for Demand Side Management.** Washington, D.C. and Berkeley, CA, American Council for an Energy-Efficient Economy, 1992.
- NADEL, Steven. **Electric Utility Conservation Programs: A review of the lessons taught by a decade of program experience.** Electric Utility Conservations Programs. Chapter 3. American Council for an Energy - Efficient Economy., s.d.
- NIELSEN, Lene. How to get the birds in the bush into your hand. Results from a Danish research project on electricity savings. **Energy Police**, p. 1133 - 1143. nov. 1993.
- ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA (OLADE). Programa de Integración Eléctrica Regional. **Proyecto Manejo de la Demanda y Uso Racional de Energía Eléctrica en el Istmo Centroamericano.** Plan de Acción e Identificación de Medidas en la ciudad de San José, Costa Rica. Informe Final. Quito, set. 1993.
- ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA (OLADE). **Sector Energético Ecuatoriano.** Ministerio de Energía y Minas de la República del Ecuador. Período 1980-1992. Quito, 1993.

- PHILIPS LIGHTING, Technical Information. Quito, 1994.
- PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL) ; ELETROBRÁS ; ABILUX. **Uso Racional de Energia Elétrica em Edificações.** São Paulo, 1992.
- PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). **Boletim publicado pela ELETROBRÁS.** n.31, n.32, n.33. Rio de Janeiro, set.1992, jan. e abr. 1993.
- PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). **Manuais de Conservação de Energia Elétrica: Condomínios Residenciais, CICE.** Rio de Janeiro, ELETROBRÁS. jan. 1993.
- REDDY, Amulya Kumar. **Development, Energy & Environment.** Colony, Parisar Annual Lectura, I.C.S. 1990.
- REDDY, Amulya K.N. , et al. A Development - Focused End - Use - Oriented Electricity Scenario for Karnataka. **Economic and Political Weekly,** April 6, 1991.
- REDDY, Amulya K.N. Barriers to improvements in Energy Efficiency. **Energy Policy.** p. 954-961. dec.1991.
- ROCHA DE OLIVEIRA, M. A. ; GUERRA F., M. J. ; BARBOSA P., P. **Potencial para Utilização da Energia Solar no Estado de São Paulo.** Avaliação Econômica. São Paulo, Universidade de São Paulo, fev. 1985.
- SATHAYE, J. ; GADGIL, A. Agressive cost-effective electricity conservation. Novel approaches. **Energy Policy.** p.163-172. feb. 1992.
- SAUNDERS, R. J. et al. **State of the Art of Energy Efficiency. Future Directions.** Edited by Edward Vine. American Council for an Energy-Efficient Economy. Washington, DC. and Berkeley, California. University wide Energy Research Group University of California. 1991.
- SENADO FEDERAL, **Projeto de Lei do Senado n. 117, de 1992.** Congresso Nacional. Dispõe sobre a organização e a prestação dos serviços de energia

elétrica e dá outras providências. Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania- Decisão Terminativa. ago. 1992.

SISTEMA DE INFORMACIÓN ENERGÉTICA (S.I.E.). Usos y Consumos de Energía en los Sectores Residencial Rural, Comercio e Industria. S.I.E. Santafé de Bogotá, mar. 1990.

SQUIRE, L. ; VAN DER TAK, H. G. Análisis Económico de Proyectos. 1980.

TURIEL, Isaac et al. U.S. Residential Appliance Energy Efficiency: Present Status and Future Policy Directions. U.S. Residential Appliance Energy Efficiency. Chapter 7. Lawrence Berkeley Laboratory. s.d.

TURIEL, Isaac, et al. U.S. Residential Appliance Energy Efficiency: Present Status and Future Directions. Washington, DC, Building Equipment and Appliances. p. 1213 - 1234. ACEEE, aug. 1990.

WILSON, Alex. Consumer Guide to Home Energy Savings. Listings of the most Efficient Products you can buy...and much more. Californis, USA, 1991.

YOSHIZAWA, Mamiro ; CORRÉA, Francisco. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) - Energía de São Paulo. **Potencial de Conservación de Energía hasta el año 2000, en el Ecuador.** set. 1986.