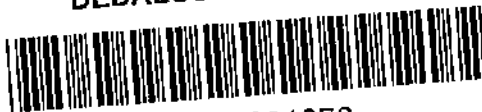

JORGE MARCIAL CHOQUE AJHUACHO

**CONDIÇÕES OPERACIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DO
MERCADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA NO SETOR
RESIDENCIAL: O CASO DE COCHABAMBA, BOLIVIA**

Dissertação apresentada no Programa
Interunidades de Pós-Graduação em
Energia (IEE-USP, FEA-USP, IF-
USP) da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Mestre em
Energia

DEDALUS - Acervo - IEE



30400001876

**São Paulo
1998**

JORGE MARCIAL CHOQUE AJHUACHO

**CONDIÇÕES OPERACIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DO
MERCADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA NO SETOR
RESIDENCIAL: O CASO DE COCHABAMBA, BOLÍVIA**

Dissertação apresentada no Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (IEE-USP, FEA-USP, IF-USP) da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Energia

Área de Concentração: Energia

Orientador: Prof. Dr. Otavio Mielnik

**São Paulo
1998**

Aos meus pais, Jorge e Elvira, pelos ensinamentos oferecidos com muito amor. A Cinthya Caballero, minha esposa, por ensinar-me o verdadeiro amor. Aos meus filhos, Jorge Daniel e Adriana, que têm sido a grande razão e incentivo para o meu aperfeiçoamento. Desejo que minha dívida com vocês seja inesgotável.

AGRADECIMENTOS

A International Energy Initiative (IEI) pela oportunidade dada e pelo apoio financeiro.

Ao Professor Dr. Otavio Mielnik por sua colaboração na redação, orientações e sugestões na elaboração deste trabalho e pela amizade e confiança mostrados

Ao economista Alessandro Barghini por compartilhar comigo suas experiências

À minha amiga Renata Marson Teixeira de Oliveira pela amizade brindada e pela colaboração na correção da dissertação.

RESUMO

A próxima década oferece ao mundo um verdadeiro desafio em relação à conservação de várias formas de energia. Para isso, torna-se necessário a cooperação de vários agentes envolvidos no desenvolvimento de um mercado de eficiência energética, tais como, o governo, a agência reguladora, as empresas geradoras de eletricidade, os vendedores de equipamentos, as empresas distribuidoras de eletricidade e os consumidores.

O setor residencial da cidade de Cochabamba é responsável por 44% do consumo de energia elétrica, abrange 86.88% dos consumidores do sistema elétrico de Cochabamba e tem uma taxa média de crescimento da demanda de energia elétrica de 8.5% ao ano. Este setor é muito importante e apresenta um grande potencial de conservação de energia elétrica nos três usos finais que apresentam o maior consumo (79%) em Cochabamba: refrigeração, iluminação e aquecimento da água.

No presente trabalho, realiza-se a caracterização da demanda de eletricidade por usos finais em um estudo-piloto, com uma metodologia desenvolvida a partir da realização de uma pesquisa de hábitos de consumo e posse de eletrodomésticos.

São analisadas as oportunidades que apresentam-se atualmente na Bolívia para viabilizar o desenvolvimento do mercado de tecnologia eficientes em razão da recente reestruturação do setor elétrico boliviano que oferece sinais econômicos de mercado para atingir a eficiência econômica no fornecimento elétrico a custo mínimo.

Também são analisadas as barreiras que existem na Bolívia para a introdução de tecnologias eficientes no mercado e propõem-se diversas condições que devem estabelecer-se para desenvolver um mercado de eficiência energética. Analisam-se as condições operacionais associando ações do agente regulador, dos vendedores de equipamentos, das empresas de energia elétrica e dos consumidores para a aceleração da penetração de tecnologias eficientes de uso final disponíveis em outros mercados.

ABSTRACT

The next decade introduces a real challenge for energy conservation. This will require the cooperation of many actors involved in an energy efficiency market as the government, the regulatory body, the electric power generating companies, the equipment vendors, the electricity distribution companies and the consumers. In the city of Cochabamba, the residential sector uses 44 percent of the total electrical energy consumption and corresponds to 86,88 percent of the electricity users. As the average demand growth rate is 8.5 percent per year, the residential sector has a large potential for electricity conservation because the three most important end-uses (lighting, refrigeration and water heating) consume 79 percent of total electricity in Cochabamba.

The present work assesses the electricity end-uses through a pilot study, applying a methodology using a survey on electrical appliances and consumption.

The opportunities for development of an energy efficient technologies market in Bolivia are also analyzed as the recent electricity reform is providing economic signals to achieve economic efficiency at the least-cost electricity supply.

The barriers to the introduction of energy efficient technologies in Bolivia are also considered with the required conditions for development of a market for energy efficiency. For that purpose, the operational conditions includes the role of the regulatory agency, the equipment vendors, the electricity companies and the consumers in order to accelerate the introduction of efficient technologies for end uses available in other markets.

SUMÁRIO

Índice

Lista de Tabelas

Lista de Figuras

Resumo

Abstract

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Motivação	01
1.2 Objetivo	06
1.3 Metodologia	07
1.3.1 Estratégia	07
1.3.2 Do Conteúdo da Dissertação.....	07
CAPITULO 2 - SITUAÇÃO ATUAL DO SISTEMA ELÉTRICO NA BOLÍVIA...	10
2.1 Características da Bolívia.....	10
2.2 O Setor Elétrico na Bolívia.....	12
2.3 Oferta de Energia Elétrica.....	15
2.4 Demanda de Energia Elétrica.....	17
2.5 Projeção da Demanda e Oferta no Sistema Interligado Nacional.....	21
2.6 Situação de Cochabamba.....	24
CAPITULO 3 - CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA (CURVA DE CARGA) POR USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA DO SETOR RESIDENCIAL DE COCHABAMBA MEDIANTE PESQUISAS: ESTUDO PILOTO.....	30
3.1 Introdução.....	30
3.2 O Conceito da Caracterização da Carga.....	33
3.3 Requisitos para Caracterizar a Curva de Carga Residencial por Usos Finais.....	35
3.4 Tecnologias de Uso Final Disponíveis.....	39
3.4.1 Iluminação.....	40
3.4.2 Refrigeração (Refrigeradores).....	45
3.4.3 Aquecimento de Água.....	47
3.5 Metodologia para Caracterizar a Curva de Carga.....	52
3.5.1 Conhecer a Cidade de Cochabamba, Bolívia.....	54

3.5.2	Eletrodomésticos disponíveis no mercado.....	55
3.5.3	Cadastro dos consumidores residencias de Cochabamba.....	56
3.5.4	A Seleção da Amostra.....	66
3.5.5	Os Formulários da Pesquisa.....	71
3.6	A Pesquisa.....	73

CAPITULO 4 - POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DE COCHABAMBA..... 76

4.1	Introdução.....	76
4.2	Hábitos de Consumo de Energia Elétrica em Cochabamba.....	82
4.3	Sistema Tarifário Boliviano.....	88
4.3.1	Aspectos Tarifários.....	88
4.3.2	Preços de Geração.....	89
4.3.3	Preços de Distribuição.....	95
4.4	Potencial de Conservação de Energia Elétrica.....	102
4.4.1	Usos Finais Analisados.....	104
4.4.1.1	Iluminação.....	104
4.4.1.2	Refrigeração.....	108
4.4.1.3	Aquecimento de Agua.....	111
4.4.2	Cenários.....	113
4.4.2.1	Ano Base (1996).....	113
4.4.2.2	Cenário de Eficiência Congelada.....	115
4.4.2.3	Cenário Eficiente.....	117
4.4.2.4	Cenário Tendencial.....	123
4.4.3	Economia de Energia.....	121
4.5	Avaliação Econômico – Financeira.....	127
4.5.1	Hipóteses.....	128
4.5.2	Figuras de Mérito (Resumo Metodológico).....	130
4.5.3	Resultados da Análise Financeira.....	135

CAPITULO 5 - O MERCADO DE EFICIÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA: PRINCIPAIS ATORES ENVOLVIDOS..... 138

5.1	Conceito de Mercado.....	138
5.2	Os Consumidores.....	141
5.3	Os Comerciantes.....	144
5.4	As Empresas Elétricas.....	145
5.5	O Estado Regulador.....	146
5.5.1	A Lei de Capitalização.....	147
5.5.2	A Lei do SIRESE.....	149
5.5.3	A Lei de Eletricidade.....	150

5.5.4	A Lei do Meio Ambiente.....	158
5.5.5	Estratégia de Eficiência Energética em Bolívia.....	158
<hr/>		
CAPITULO 6 - CONDIÇÕES OPERACIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM MERCADO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA.....		164
6.1	A Transformação do Mercado Eficiente de Energia Elétrica.....	164
6.1.1	Exemplos de Transformação do Mercado.....	170
6.2	Barreiras para o Mercado Eficiente de Energia Elétrica.....	176
6.2.1	Os Consumidores de Energia Elétrica.....	180
6.2.2	Os Fabricantes e Distribuidores de Equipamentos de Uso Final Elétrico....	182
6.2.3	As Empresas de Energia Elétrica.....	183
6.2.4	As Instituições Financeiras Locais, Nacionais e Internacionais.....	184
6.2.5	O Governo.....	185
6.3	Estratégias para Transformar o Mercado e Promover a Eficiência Energética em Usos Finais na Bolívia.....	186
6.3.1	Marco Jurídico.....	188
6.3.2	Desenvolvimento.....	189
6.3.3	Informação e Educação.....	190
6.3.4	Incentivos de Comercialização.....	190
6.3.5	Estândares de Eficiência.....	191
6.4	Possibilidades de Transformar o Mercado na Bolívia.....	194
6.4.1	O Estado Regulador.....	195
6.4.2	Os Consumidores.....	198
6.4.3	Os Comercializadores.....	200
6.4.4	As Empresas Elétricas.....	201
6.4.5	O Mercado Elétrico Boliviano.....	202
CAPITULO 7 - SUMÁRIO E CONCLUSÕES.....		206
7.1	Sumário.....	206
7.2	Conclusões.....	207
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		218

LISTA DE TABELAS

	Descrição	Página
2.1	População da Bolívia por Departamento	11
2.2	Principais indicadores econômicos da Bolívia	11
2.3	Capitalização da Empresa Nacional de Eletricidade (ENDE)	13
2.4	Capacidade de Geração Elétrica Instalada na Bolívia em MW (1996).	16
2.5	Sistemas Elétricos de Bolívia, Geração (MWh)	19
2.6	Evolução do Consumo de Energia Elétrica em Bolívia (GWh)	20
2.7	Demanda a nível de Geração no SIN	22
2.8	Balço de Potência no SIN (1996 – 2005)	23
2.9	Ampliações na rede de Transmissão do SIN (1997 – 2001)	24
2.10	Consumidores de Energia Elétrica em Cochabamba	28
3.1	Características de Lâmpadas oferecidas no Mercado boliviano	44
3.2	Características das principais Lâmpadas Compactas Fluorescentes oferecidas no Mercado Boliviano	45
3.3	Características de alguns Refrigeradores disponíveis comercialmente na Bolívia	46
3.4	Características de alguns Chuveiros Elétricos disponíveis na Bolívia..	48
3.5	Características de alguns aquecedores elétricos disponíveis comercialmente na Bolívia	50
3.6	Características de alguns coletores solar disponíveis comercialmente na Bolívia	51
3.7	Número de horas de insolação em Cochabamba, Bolívia	54
3.8	Condições meteorológicas em Cochabamba	55
3.9	Número de consumidores de Energia Elétrica em Cochabamba (maio de 1996)	56
3.10	Porcentagem de consumidores de Energia Elétrica em Cochabamba (maio de 1996)	57
3.11	Consumo de Energia Elétrica em Cochabamba em kWh/mes (maio de 1996)	57
3.12	Porcentagem de consumo de Energia Elétrica em Cochabamba (maio de 1996)	58
3.13	Estratificação de consumo setor residencial de Cochabamba (maio 1996)	59
3.14	Classes de consumo do setor residencial urbano de Cochabamba (maio de 1996)	68

3.15	Agrupamento de classes de consumo do setor residencial – Cochabamba (maio de 1996)	68
3.16	Descrição da mostra da Pesquisa Piloto para elaboração da curva de carga por Usos Finais para a cidade de Cochabamba (maio de 1996)	71
4.1	Distribuição de lâmpadas no setor residencial de Cochabamba	84
4.2	Disponibilidade de lâmpadas incandescentes e fluorescentes no setor residencial de Cochabamba	84
4.3	Tarifas aplicadas até janeiro de 1995 no Sistema Interligado Nacional	91
4.4	Tarifas vigentes de maio a outubro de 1996 no Sistema Interligado Nacional	93
4.5	Tarifas por pedágio vigentes de maio a outubro de 1996 no Sistema Interligado Nacional	94
4.6	Comparação de Preços de Nós no SIN antes e depois da Reforma do Setor Elétrico Boliviano	95
4.7	Estrutura tarifaria para ELFEC	96
4.7a	Tarifas Elétricas das três principais Empresas Distribuidoras em Bolívia em 1996	99
4.9	Distribuição de lâmpadas incandescentes por estrato de consumo (maio de 1990)	107
4.10	Distribuição de lâmpadas incandescentes por estrato de consumo – maio de 1996	107
4.11	Características de consumo de energia elétrica (kWh/ano) de Refrigeradores Americanos (1994)	108
4.12	Características de consumo de energia elétrica (kWh/ano) de Refrigeradores Brasileiros (1994)	109
4.13	Distribuição de refrigeradores por estrato de consumo (maio de 1990)	110
4.14	Distribuição de refrigeradores por estrato de consumo (maio de 1996)	111
4.15	Disponibilidade de chuveiros elétricos por estrato do consumo (maio de 1990)	112
4.16	Disponibilidade de chuveiros elétricos por estrato do consumo (maio de 1996)	113
4.17	Economia de energia elétrica (MWh) – Iluminação	123
4.18	Economia de energia elétrica (MWh) – Refrigeração	124
4.19	Economia de energia elétrica (MWh) – Aquecimento de Água	125
4.20	Economia de energia elétrica (MWh) – Iluminação, Refrigeração e Aquecimento de Água	126
4.21	Tempo de Retorno Simples (TRS)	135
4.22	Taxa Interna de Retorno (TIR)	136
4.23	Custo de Energia Conservada (CEC)	136
4.24	Custo de Ciclo de Vida (CCV)	137
4.25	Custo de Ciclo de Vida Anualizado (CCVA)	137
5.1	Empresas Elétricas Capitalizadas	148
6.1	Exemplos de Estratégias para Transformar o Mercado	193

LISTA DE FIGURAS

Figura	Descrição	Página
1.1	Consumo total de Energia Elétrica na Bolívia por Categoria (1996)	5
1.2	Consumo de Energia Elétrica em Cochabamba por Categoria (1996)	6
2.1	Taxa de crescimento do PIB e da Demanda de Energia Elétrica (Bolívia)	12
2.2	Evolução da Capacidade Instalada de Geração Elétrica (MW)	17
2.3	Evolução da Produção de Energia Elétrica (GWh)	20
2.4	Consumo Boliviano de Energia Elétrica (GWh) por Categorias	21
2.5	Consumo de Energia Elétrica por Categoria – SIN (1996)	21
2.6	População do Estado (Departamento) e da cidade de Cochabamba	25
2.7	Demanda de Potência Elétrica em Cochabamba (MW)	26
2.8	Demanda de Energia Elétrica em Cochabamba (kWh)	26
2.9	Evolução da Demanda de Energia Elétrica e da Potência em Cochabamba	27
2.10	Consumidores de Energia Elétrica em Cochabamba	28
2.11	Composição de Consumo de Energia Elétrica em Cochabamba (1996)	29
3.1	Curva de Carga Diária teórica	34
3.2	Curva de Carga por Usos Finais teórica	35
3.3	Esquema que mostra a obtenção de informação de Usos Finais de Eletricidade	37
3.4	Distribuição de consumidores por faixa de consumo	60
3.5	Consumo médio de energia (kWh) por faixa de consumo	61
3.6	Curva de carga de transformador de distribuição (residencial)	62
3.7	Curva de carga de alimentadores típicos residências da cidade de Cochabamba	62
3.8	Curva de carga do transformador de Potência e Alimentadores típicos mistos residenciais e comerciais da cidade de Cochabamba	64
3.9	Curva de carga de ELFEC e de nós de compra de Energia para a cidade de Cochabamba do Sistema Interligado Nacional (15/05/96)	66
4.1	Lâmpadas instaladas segundo os ambientes das residências de Cochabamba	85
4.2	Disponibilidade de equipamentos elétricos no setor residencial	87
4.3	Participação dos Usos Finais no horário de máxima demanda	87
4.4	Procedimento para o cálculo de preços de nó	92
4.5	Tarifas mínimas mensal aplicadas no setor residencial de Cochabamba (1996)	97
4.6	Evolução de tarifas aplicadas na Cochabamba (1996)	97
4.6a	Tarifas Elétricas no setor residencial da América Latina (1994 e 1996)	100
4.8	Tarifas do setor residencial de algumas empresas da América Latina	102
4.9	Opções de substituição no setor residencial de Cochabamba	104

4.10	Fluxo de dinheiro entre opções de iluminação no setor residencial de Cochabamba	105
4.11	Consumo de energia elétrica em função da capacidade de refrigeradores com congelador e descongelamento automático nos Estados Unidos da América	110
6.1	Curva de difusão de um produto no mercado num período desde a introdução até a saturação do mercado	167
6.2	Tendências da média de consumo de eletricidade e a eficiência energética dos novos refrigeradores de carga pesada. A eficiência está medida em termos de volume refrigerado por uso de eletricidade por dia	172
6.3	Vendas estimadas por ano das Lâmpadas Fluorescentes Compactas (EUA)	175

LISTA DE ANEXOS

Anexo A	Localização do estudo	226
Anexo B	Diagrama Sistema Interligado Nacional (Bolívia)	229
Anexo C	Questionário da Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos de Consumo	230
	Modelagem dos eventos elétricos	233
	Estatísticas de Consumo de ELFEC	243
	Curvas de Carga por Usos Finais	245
Anexo D	Projeções do consumo de energia elétrica (Cenários)	249
	Fluxos de caixa – Figuras de mérito	256

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

Depois de um período recessivo, a economia boliviana alcançou níveis de estabilidade e, nos últimos anos, vem apresentando um processo de crescimento importante, como em 1994, quando a economia cresceu a uma taxa média de 4,6% (INE, 1996). Uma economia com evidente crescimento deverá satisfazer demandas de energia elétrica de acordo com este ritmo, e também deverá ocasionar uma reação do lado da oferta que, se não se levar em consideração a sustentabilidade do desenvolvimento, poderá comprometer o crescimento futuro do País.

O crescimento da economia nacional, durante os últimos anos, traduziu-se em uma extraordinária expansão da demanda da energia elétrica. Desta maneira, entre 1986 e 1996, esta cresceu a uma taxa média de 6,3% (SNE, 1996a), enquanto o Produto Interno

Bruto (PIB), entre 1989 e 1996, cresceu a uma taxa de 4,0% (INE, 1996). Caso se mantenha este ritmo de crescimento, no ano 2000, a demanda de energia elétrica situar-se-á ao redor de 3500 GWh, o que significa que se deverá aumentar a potência instalada de 300 MW adicionais aos existentes atualmente (SNE, 1996b). Ao se atingir os objetivos das medidas estabelecidas pelo governo no plano de capitalização¹ e o aumento do investimento privado, estima-se atingir um nível de crescimento do Produto Interno Bruto maior do que 5% ao ano nos próximos três anos. Por outro lado, a Empresa Nacional de Eletricidade (ENDE) previu que a demanda de eletricidade do Sistema Interligado Nacional (SIN) para 1996-2004 crescerá 7% ao ano. Como consequência, é previsível que se incrementarão os níveis de consumo de energia elétrica no conjunto dos setores e, em especial, no setor residencial devido à incorporação crescente de equipamentos eletrodomésticos às residências. Desse modo, satisfazer a demanda global irá requerer grandes investimentos no setor elétrico, que podem ser enfrentados, em parte, com uma política adequada que promova e incentive o uso eficiente de energia elétrica.

O uso eficiente da energia não consiste em racionar ou reduzir os serviços que ela presta, mas sim usá-la adequadamente e, sob esta ótica:

1. satisfazer os requerimentos energéticos da sociedade ao menor custo econômico, ambiental e energético possível,
2. fornecer energia às atividades de baixa produtividade² e
3. substituir as fontes energéticas em função de seus custos sociais e os ambientais

¹ A capitalização consiste em privatizar as empresas estatais transformando-as em sociedade anônima mixta com o objetivo de injetar capital novo que não excedam 50% do patrimônio das empresas.

² Especificamente, nas zonas isoladas os camponeses ou os pequenos empresários realizam suas atividades econômicas com baixa produtividade quando não dispõem de energia em quantidade e/ou em qualidade suficiente: inclusive não conseguem explorar alguns recursos locais pela mesma razão.

A melhora da qualidade de vida das pessoas, o aumento da produtividade e a valorização dos recursos inexplorados são decorrentes de uma maior eficiência nos usos da energia.

~~O problema não é a quantidade de energia empregada, mas sim, a forma mais econômica~~
de assegurar a qualidade térmica e ambiental das casas; iluminar adequadamente as áreas produtivas, públicas e residenciais; transportar pessoas e mercadorias, proporcionar força motriz a equipamentos, máquinas e ferramentas elétricas, entre outros.

Os países, uns mais do que outros, aprenderam várias lições através das crises energéticas e ambientais, que, dificilmente, irão repetir os padrões de consumo e os processos de desenvolvimento implantados. Entretanto, não se pode ignorar que exista uma margem importante de crescimento da demanda de energia no setor residencial e no de produção.

Dentro deste panorama, o setor residencial apresenta, nos usos finais de iluminação, aquecimento de água e refrigeração, um significativo potencial de economia de energia elétrica e, sem prejuízo dos níveis de conforto, é possível otimizar estes usos finais, obtendo-se redução de energia.

Com estas considerações apresentadas, pode-se admitir que os impactos de uma transformação do mercado seriam traduzidos em uma quantidade importante de benefícios para os consumidores, concessionárias, sistema elétrico e a sociedade como um todo. Deve-se fazer uma análise da situação atual, quantificar as estruturas de consumo, conhecer o potencial de conservação de energia, identificar os atores envolvidos, avaliar as diferentes estratégias, selecionar as alternativas econômico-financeiras viáveis e introduzir esquemas para tornar viável a transformação do mercado que permita a aplicação das medidas do uso eficiente.

Além do mais, outro aspecto importante, que devemos levar em consideração para desenvolver o uso eficiente de eletricidade no país, é o financiamento internacional que

~~cada vez torna-se mais limitado. É necessário ter acesso a estes investimentos para~~

conseguir atender os incrementos da demanda. A conclusão a que se chega é que, para alcançar níveis de maior eficiência que o atual, é necessário atingir maior eficiência tanto no setor de produção e de consumo de energia, para assim transformar-se em uma “fonte” de fornecimento cada vez mais importante.

A Bolívia, pelo momento singular em que se encontra, quando se mostram os desafios para sustentar e melhorar as perspectivas de crescimento do País desde a implantação do programa de estabilização econômica, em 1985, vem iniciando a reforma dos principais setores, que ainda estão nas mãos do Governo, para lograr os benefícios da competitividade e os investimentos privados. Neste marco, está se desenvolvendo a reestruturação institucional do setor elétrico como parte dos programas gerais de ajuste econômico e reforma do País.

Estes fatos brindam a possibilidade de iniciar um caminho para desenvolver um mercado de eficiência da energia elétrica, tanto na produção, como no consumo, devido ao seguinte :

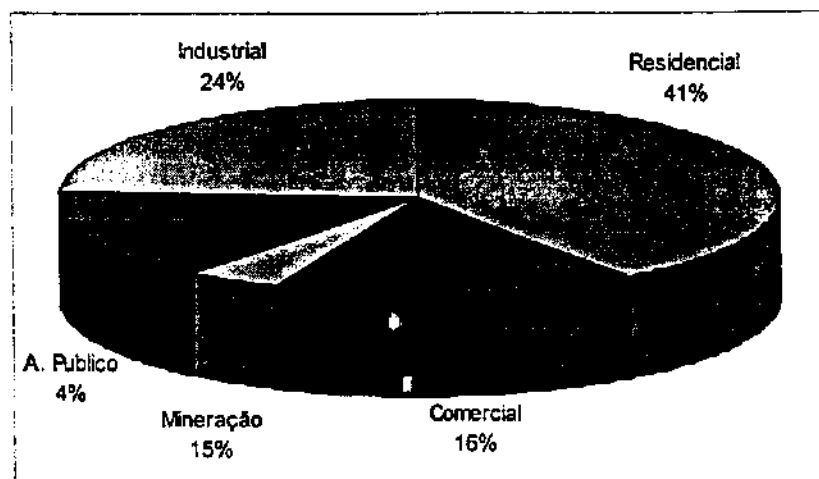
- os preços da energia elétrica estão fixados por uma entidade com autonomia de gestão e com base nos princípios de eficiência técnica e econômica, considerando os custos reais do serviço, levando em conta o custo do capital;
- indústrias e empresas comerciais estatais de grande porte, que monopolizam o setor, passarão a ser privatizadas, obedecendo à política de capitalização do governo e, assim, o mercado tornar-se-á mais competitivo e com menor proteção.

- o Estado se desliga do seu papel de empresário, operador e investidor, orientando sua função unicamente nas tarefas de regulação, formulação de políticas e fomento dos investimentos privados, para que as atividades do tipo empresarial se desenvolvam sem obstáculos. Isto significa que as regras do jogo estão definidas com maior clareza.

Torna-se necessário, então, estabelecer alianças estratégicas entre os diferentes protagonistas do mercado, os consumidores, as empresas elétricas, o regulador e os provedores de bens e serviços, procurando compartilhar proporcionalmente os benefícios resultantes deste compromisso.

Neste trabalho, vamos estudar o setor residencial, por tratar-se de um setor muito significativo na Bolívia, com relação ao consumo de energia elétrica. Em 1996, a nível nacional, este setor foi responsável por 41,6 % do consumo total. (SSDE, 1997)

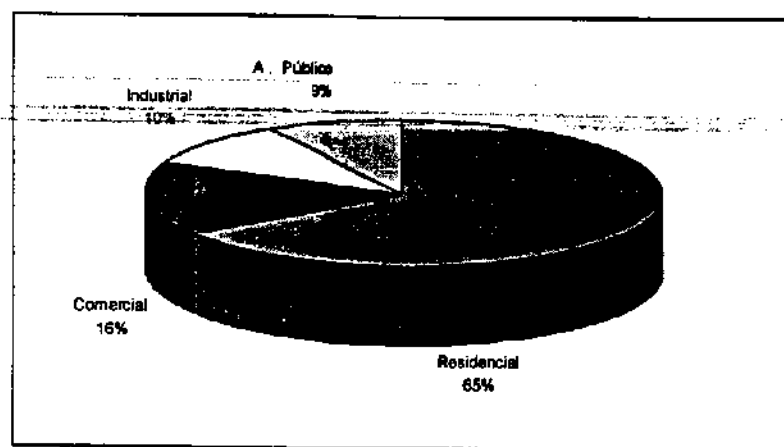
Figura 1.1 - Consumo total de Energia Elétrica na Bolívia por Categoria (1996)



Fonte: Superintendência Sectorial de Eletricidade, 1997

Em Cochabamba, em abril de 1996, o setor residencial constituía 88% do total dos consumidores e era responsável por 65% do consumo de energia elétrica (ELFEC, 1996).

Figura 1.2 - Consumo de Energia Elétrica em Cochabamba por Categoria (1996)



Fonte: Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica de Cochabamba S.A., 1997

Estes dados permitem visualizar a predominância do setor residencial no consumo de eletricidade em Cochabamba, tornando-se necessário analisar este setor sob a ótica da eficiência energética.

No Anexo A, apresenta-se o plano de localização da zona de estudo

1.2 OBJETIVO

O objetivo da dissertação é o estudo dos principais atores do mercado de eficiência de energia elétrica e as possibilidades atuais que a Bolívia apresenta para operar o mercado. O estudo aborda o setor residencial da cidade de Cochabamba e considera três importantes usos finais da energia elétrica: iluminação, refrigeração e aquecimento de água.

Neste sentido, a idéia básica da pesquisa é obter um conhecimento do uso da iluminação, refrigeração e aquecimento de água para evidenciar, aproximadamente, o potencial de conservação de energia elétrica no setor residencial, na cidade de Cochabamba.

Posteriormente, procura-se descrever os protagonistas do mercado e estabelecer as condições operacionais para a transformação do mercado de eficiência energética.

1.3 METODOLOGIA

1.3.1 Estratégia

O desenvolvimento da dissertação compreendeu quatro etapas básicas. Na primeira etapa, trabalhou-se na elaboração do projeto de dissertação, além da estimativa de alguns resultados preliminares que permitam vislumbrar os possíveis resultados.

A segunda etapa correspondeu ao processo de coleta de informação, cuja pesquisa foi desenvolvida em Cochabamba, Bolívia.

Na terceira etapa, realizou-se o processo de compilação, consistência e avaliação da informação, além das pesquisas econômico-financeiras.

A quarta etapa compreendeu a fase de consistência e revisão final. Esta fase foi desenvolvida em estadias entre Cochabamba e São Paulo.

1.3.2 Do Conteúdo da Dissertação

Detalhamos a seguir o conteúdo dos diversos capítulos da dissertação:

Situação Atual do Sistema Elétrico da Bolívia - (Capítulo 2)

Neste capítulo, apresenta-se uma breve descrição da Bolívia, quanto à população, as condições climáticas, entre outros, para em seguida, mostrar a atualidade da indústria elétrica naquele País, face aos aspectos de oferta e demanda de energia elétrica, às projeções de consumo e produção, e finalmente apresentar de maneira particular no caso de Cochabamba.

Caracterização da Demanda (Curva de Carga) por Usos Finais de Energia Elétrica no Setor Residencial de Cochabamba mediante Pesquisas: Estudo Piloto - (Capítulo 3)

Inicialmente, apresentam-se conceitos necessários para a caracterização da demanda como a curva de carga e curva de carga por usos finais, assim como os requisitos para caracterizar a curva de carga por usos finais no setor residencial. Também mostram-se as tecnologias de uso final de eletricidade disponíveis no mercado boliviano em iluminação, refrigeração e aquecimento de água.

Posteriormente, apresentar-se-á a metodologia para caracterizar a curva de carga que foi utilizada em diversos países da América Latina pela International Energy Initiative em estudos desta natureza.

Potencial de Conservação de Energia Elétrica no setor Residencial de Cochabamba - (Capítulo 4)

Neste capítulo, primeiramente apresentam-se os hábitos de consumo de eletricidade do setor residencial de Cochabamba nos usos finais de iluminação, refrigeração e aquecimento de água. A seguir, a modalidade tarifária vigente no País e o potencial de conservação de energia elétrica que se poderiam obter caso se conseguisse substituir os equipamentos convencionais por energeticamente eficientes. Mostram-se diferentes cenários de consumo, considerando 1996 como ano base e um horizonte de dez anos até o ano de 2006. Finalmente, realiza-se a avaliação financeira da substituição de equipamentos, levando em conta as figuras de mérito econômicos.

O Mercado de Eficiência de Energia Elétrica. Principais atores envolvidos - (Capítulo 5)

Apresentam-se conceitos de mercado e a política nacional do setor elétrico. Posteriormente, mostram-se os principais atores do mercado: os consumidores, os

vendedores de equipamentos de uso final de energia, as empresas elétricas e o estado regulador.

Condições Operacionais para o desenvolvimento do mercado Eficiente de Energia

Elétrica no Setor Residencial de Bolívia - (Capítulo 6)

Inicialmente, neste capítulo, apresentam-se os conceitos sobre a transformação de mercado e exemplos de algumas transformações ocorridas nos Estados Unidos. Depois, são analisadas as barreiras existentes para propiciar um mercado eficiente de energia elétrica e as estratégias utilizadas em outros mercados para promover a eficiência energética. Finalmente, mostram-se as possibilidades de transformar o mercado na Bolívia.

Conclusões e Recomendações - (Capítulo 7)

No último capítulo, são apresentadas as principais conclusões a respeito dos capítulos anteriores, recomendações para concessionárias de energia elétrica, para o governo, comerciantes, consumidores e para a sociedade em geral no que tange aos aspectos da conservação dos recursos. Adicionalmente, são feitas algumas recomendações para futuros trabalhos que possam explorar e ampliar as limitações deste. Espera-se que este trabalho possa contribuir à abordagem dos usos finais em estudos futuros na Bolívia.

CAPÍTULO 2

SITUAÇÃO ATUAL DO SISTEMA ELÉTRICO NA BOLÍVIA

2.1 CARACTERÍSTICAS DA BOLÍVIA

Bolívia está situada na região Centro Ocidental da América do Sul e, como o Paraguai, é um dos países americanos que não têm saída para o mar. Sua superfície compreende 1.098.581 km², fazendo fronteira com o Brasil ao Norte e a Leste, a Sudeste com o Paraguai, ao Sul com a Argentina, a Sudoeste com Chile e a Oeste com Peru.

A população, de acordo com o último censo de 1992, atingiu 6.420.792 habitantes e para 1996 estimou-se em 7.588.392 habitantes (INE, 1996).

O clima no País varia muito segundo a altitude, distinguindo-se três zonas climáticas: as llanuras tropicais (temperatura meia de 25° C), os vales e yungas (altura de 1.500 a 3.000

metros com temperatura média de 18 ° C), o altiplano e puna (temperatura média de 10 ° C). Acima dos 4.000 metros, o clima é gelado e aos 5.400 metros inicia-se a região das neves perpétuas (INE, 1992).

Tabela 2.1 - População da Bolívia por Departamento (estados)

Departamento	Area km ²	População 1992 (1)	População 1996 (2)
Beni	213.546	276.174	327.336
Cochabamba	55.631	1.110.205	1.371.087
Chuquisaca	51.524	453.756	537.033
La Paz	133.958	1.900.786	2.224.550
Oruro	53.588	340.114	380.030
Pando	63.827	38.072	51.791
Potosí	118.218	645.889	737.424
Santa Cruz	370.621	1.364.389	1.601.516
Tarija	37.623	37.623	357.624
Total	1.098.581	6.420.792	7.588.392

Fonte: Instituto Nacional de Estadística (INE) -1992

(1) Censo de 1992

(2) Anuario Estadístico - INE - Projeção para 1996

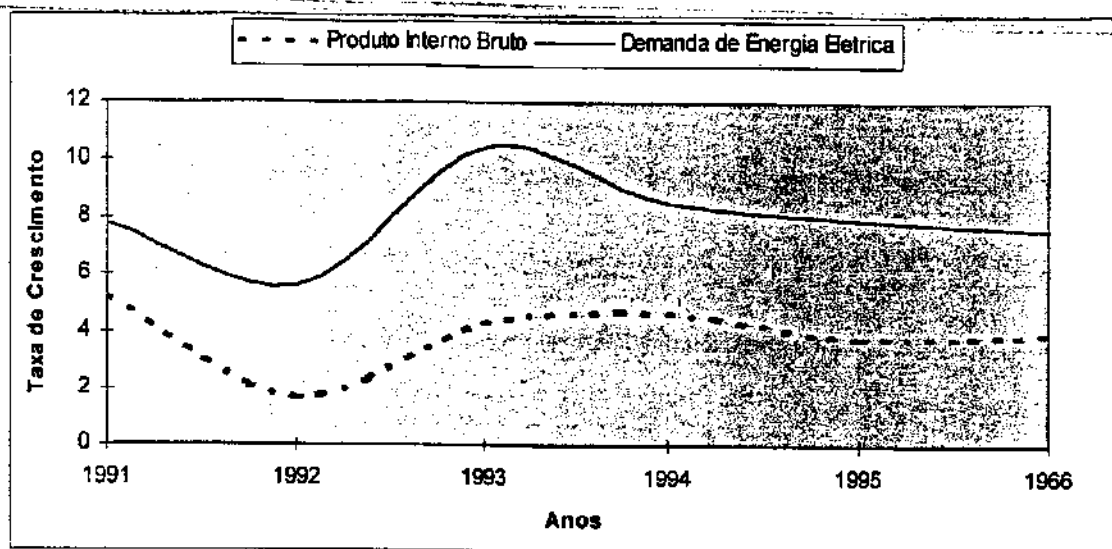
As principais variáveis econômicas do País apresentam-se na tabela a seguir:

Tabela 2.2 - Principais indicadores econômicos da Bolívia

Indicador	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Crescimento demográfico (em porcentagem)	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Produto Interno Bruto (taxa de crescimento)	5.27	1.65	4.27	4.62	3.8	3.94
Demanda de Energia Elétrica (taxa de crescimento)	7.8	5.6	10.4	8.5	7.9	7.6

Fonte: Superintendencia de Electricidad y Ministerio de Hacienda (INE), La Paz, Bolívia 1997

Figura 2.1 - Taxa de Crescimento do PIB e da Demanda de Energia Elétrica (Bolívia)



Fonte: Elaboração própria

Na figura anterior, observa-se a semelhança de comportamento entre as curvas do PIB e da demanda de energia elétrica, situação típica nos países em desenvolvimento.

2.2 O SETOR ELÉTRICO NA BOLÍVIA

A Bolívia recentemente iniciou a reforma do seu setor elétrico visando modernizar a estrutura do setor, para estabelecer um serviço público eficiente para a sociedade e acompanhar as mudanças, a nível mundial, que a economia vem registrando, nos últimos anos. Desta maneira, a transformação está ocorrendo neste setor, passando de uma estrutura monopolista para um mercado competitivo.

Esta reforma surgiu como uma necessidade de transformar os principais setores controlados pelo Governo e, assim, conseguir os benefícios da concorrência e do

investimento privado. Desse modo, a reestruturação do setor elétrico está à frente dos programas gerais de ajuste econômico e de reforma do País.

~~Caminhando nesta direção, foi elaborada a Lei da Eletricidade (e Regulação), que regula~~
a atividade da indústria elétrica. No dia 29 de julho de 1995, foi privatizada (capitalizada) a principal empresa do setor elétrico, a Empresa Nacional de Eletricidade (ENDE), que era a única empresa estadual que realizava a Geração e Transmissão, dividindo-se em Geração e Transmissão com a participação de capitais privados.

Tabela 2.3 - Capitalização da Empresa Nacional de Eletricidade (ENDE)

Sócio Estratégico	Empresa Capitalizada	Valor Contábil (US\$)	Capitalização (US\$)	Diferença (US\$)
Dominion Energy	Corani - ENDE	33.030.000	58.796.300	25.766.300
Energy Initiatives	Guaracachi - ENDE	35.280.000	47.131.300	11.851.000
Constalation Energy	V. Hermoso - ENDE	30.750.000	33.921.100	3.171.100

Fonte: Ministerio de Capitalización 1995

Neste novo contexto, a Organização Institucional do setor elétrico está ordenada da seguinte maneira:

- O Ministério de Fazenda e Desenvolvimento Econômico
- A Secretaria de Energia
- A Superintendencia de Electricidad (Órgão Regulador)
- As Empresas Elétricas (Geração, Transmissão e Distribuição)
- O Comitê Nacional de Despacho de Carga (gerenciamento do Mercado Elétrico)

A Secretaria de Energia, por meio do Ministério da Fazenda e Desenvolvimento Econômico propõe as normas de regulação de caráter geral, para a sua aprovação pelo

Poder Executivo, que são aplicadas pela Superintendência de Eletricidade. O atual serviço elétrico na Bolívia tem como principais componentes do Sistema Interligado Nacional (SIN), Sistemas Isolados, Autoprodutores e Microsistemas Isolados. O Sistema Interligado Nacional (SIN) está constituído pelos sistemas elétricos da ex-ENDE (Centrais Hidroelétricas de Corani, Santa Isabel e Termelétricas de Guaracachi, Karachipampa, Valle Hermoso e Aranjuez); de COBEE³ (Centrais Hidroelétricas dos vales de Zongo e Miguillas), e de COMIBOL⁴ (Planta hidroelétrica do Rio Yura)

O mercado atendido pelo SIN compreende os centros de consumo ligados a rede de transmissão Oriental-Central-Sul-Norte, com as maiores demandas concentradas nas capitais dos estados de Santa Cruz, Cochabamba, Oruro, Potosí Chuquisaca e La Paz, com a energia elétrica produzida pela COBEE e ex-ENDE (Corani, Guaracachi e Valle Hermoso) e comercializada nestas cidades e áreas rurais circunvizinhas pelas Empresas de Distribuição locais. Em 1996, o SIN teve uma produção de 86,2% (2.833,1 GWh) do total do País (SSDE, 1996).

No Anexo B, apresenta-se o digrama do Sistema Interligado Nacional.

Os geradores, distribuidores e consumidores de grande porte do SIN estão ligados a uma rede de transmissão a cargo da ENDE, cuja parte principal está constituída por linhas de alta tensão de 115 kV e 230 kV, que se denomina Sistema Troncal de Interligação (STI). A coordenação, a programação da operação e a distribuição de carga ao custo mínimo no SIN estão a cargo do Comitê Nacional de Despacho de Carga (CNDC).⁵

³ Companhia Boliviana de Energia Eléctrica (COBEE), Empresa privada que gera e distribui aos departamentos de La Paz e de Oruro.

⁴ Corporación Minera de Bolívia (COMIBOL), Empresa Estadual que explora jazidas minerais.

⁵ O CNDC foi criado pela Lei de Eletricidade e é composto pelos representantes de: Geração, Trasnmissão, Distribuição e Consumidores Não Regulados (que têm uma capacidade instalada superior a 100 kW).

Em 1996, os Sistemas Isolados, tiveram uma produção de 5,9% (193,9 GWh) do total do País e os mais relevantes englobam os Sistemas de propriedade de ENDE em Tarija (centrais Hidroelétricas de San Jacinto, O Angosto e Termoelétricas de a-Tablada e Villa Abaroa), em Trinidad (Plantas Termoelétricas de Moxos e Trinidad) e em Cobija (Planta Termoelétrica Cobija) (SSDE, 1997).

O mercado servido por estes sistemas de geração cobrem os requerimentos de energia elétrica das cidades de Tarija e Trinidad e as populações de Yacuiba, Villamontes e zonas rurais vizinhas, a distribuição e comercialização estão a cargo de Serviços Elétricos Tarija (SETAR SA) e Cooperativa de Serviços Elétricos de Trinidad (COSERELEC), respectivamente. Na cidade de Cobija (Pando), ENDE tem a seu cargo a geração, distribuição e comercialização.

Com relação aos microsistemas isolados, contam-se com mais de 90 Cooperativas que atendem o serviço de Energia Elétrica a pequenas populações, das quais as mais importantes são Caranavi, Riberalta, Guayanamerin, Maniqui, San José de Chiquitos, San Ignacio de Velasco, Roboré, Camargo, Santa Ana de Yacuma e os sistemas atendidos pela Cooperativa Rural de Electrificación Ltda. no Camiri e Valles Cruceños.

2.3 OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

A oferta de energia elétrica está diretamente relacionada à capacidade de geração elétrica do Sistema Elétrico Boliviano. Esta capacidade, em Potência Instalada no País, em dezembro de 1996, era de 994,38 MW, dos quais 312,73 MW eram hidroelétricos e 681,65 MW Termoelétricos. Estes últimos, constituídos por unidades a diesel e gás

natural. Do total da Potência Instalada, o serviço público representou 89% (885 MW) e os autoprodutores 11% (109,38 MW). No período 1991 - 1996, houve um crescimento médio de 6,59% (SSDE - 1996).

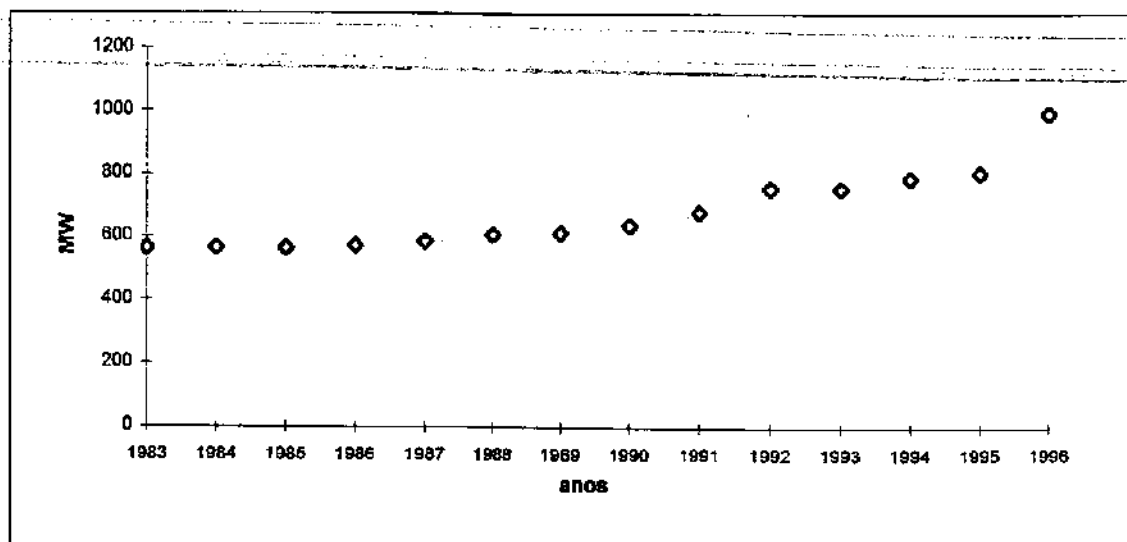
Tabela 2.4 - Capacidade de Geração Elétrica Instalada na Bolívia em MW (1996)

CENTRAIS HIDROELÉTRICAS		
<i>USINA</i>	<i>LOCALIDADE</i>	<i>CAPACIDADE (MW)</i>
COBEE	La Paz	123,40
COBEE	Oruro	20,90
CORANI	Cochabamba	61,13
SANTA ISABEL	Cochabamba	75,40
ENDE	Tarija	8,20
AUTOPRODUTORES	-----	23,70
TOTAL HIDROELETRICOS		312,73
CENTRAIS TERMOELETRICAS		
COBEE	La Paz	30,00
VALLE HERMOSO	Cochabamba	107,30
CARRASCO	Cochabamba	126,00
GUARACACHI	Santa Cruz	197,76
ARANJUEZ	Sucre	46,09
KARACHIPAMPA	Potosí	16,40
ENDE	-----	34,10
SERV. PUBLICO	-----	40,00
AUTOPRODUTORES	-----	84,00
TOTAL TERMOELETRICAS		681,65

Fonte: Superintendência de Eletricidade, 1997

A evolução da capacidade instalada de geração elétrica na Bolívia está mostrada na seguinte figura.

Figura 2.2 - Evolução da Capacidade Instalada de Geração Elétrica (MW)



Fonte: Superintendência de Eletricidade - 1997

2.4 DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA

A demanda de energia elétrica é a soma da energia faturada pelas distribuidoras aos seus consumidores e a consumida pelos consumidores de grande porte (Indústria de Mineração), incrementadas pelas perdas do sistema de transmissão de energia desde as centrais de geração até os consumidores finais. Por isso, há que distinguir entre o consumo de energia ao nível de consumidor e a demanda total de energia medida nas subestações principais.

Deste jeito, é conveniente apresentar alguns conceitos importantes como os seguintes:

- ◊ **Energia Faturada:** é a energia faturada pelas distribuidoras elétricas a seus consumidores.
- ◊ **Demanda de Energia Bruta:** é o total de energia gerada a nível de gerador pelas centrais de geração.

- ⇒ **Demanda de Energia Líquida:** é a energia disponível para ser transmitida aos consumidores, sendo igual a energia bruta menos a energia consumida nas centrais de geração
- ⇒ **Demanda Máxima de Potência Coincidente Horária:** é a máxima demanda de potência simultânea, registrada em uma hora determinada e medida ao nível dos geradores das centrais elétricas
- ⇒ **Fator de Carga:** é um índice que mostra como a energia elétrica está sendo utilizada pelo consumidor, na prática, pode ser calculado como a relação entre a energia disponível e a demanda máxima mantida durante um intervalo de tempo.
- ⇒ **Potência Efetiva (MW):** corresponde à máxima potência que podem entregar as unidades geradoras a qualquer momento.
- ⇒ **Geração Bruta (MW):** é a geração total, incluindo o consumo das centrais de geração.
- ⇒ **Consumo Próprio (MWh):** O consumo de energia elétrica das centrais e instalações das centrais.

A produção de energia elétrica na Bolívia, em 1996, foi de, aproximadamente, 3.287GWh e no Sistema Interligado Nacional (SIN), a produção foi de 2.833 GWh. Do total da geração do SIN, 49% representa a energia gerada com instalações hidráulicas e 51% com equipamento termoelétrico. O crescimento da produção teve um crescimento de 8% no SIN e de 5.1% na Bolívia em 1996.

As vendas totais das principais empresas do Serviço Público, que representam 88,5% do consumo total do País, atingiram 2.521 GWh, dos quais o consumo residencial

representou 41%, o comercial 16%, o industrial 24%, o da mineração 15%, o da iluminação pública 4% (ver Tabela 2.6).

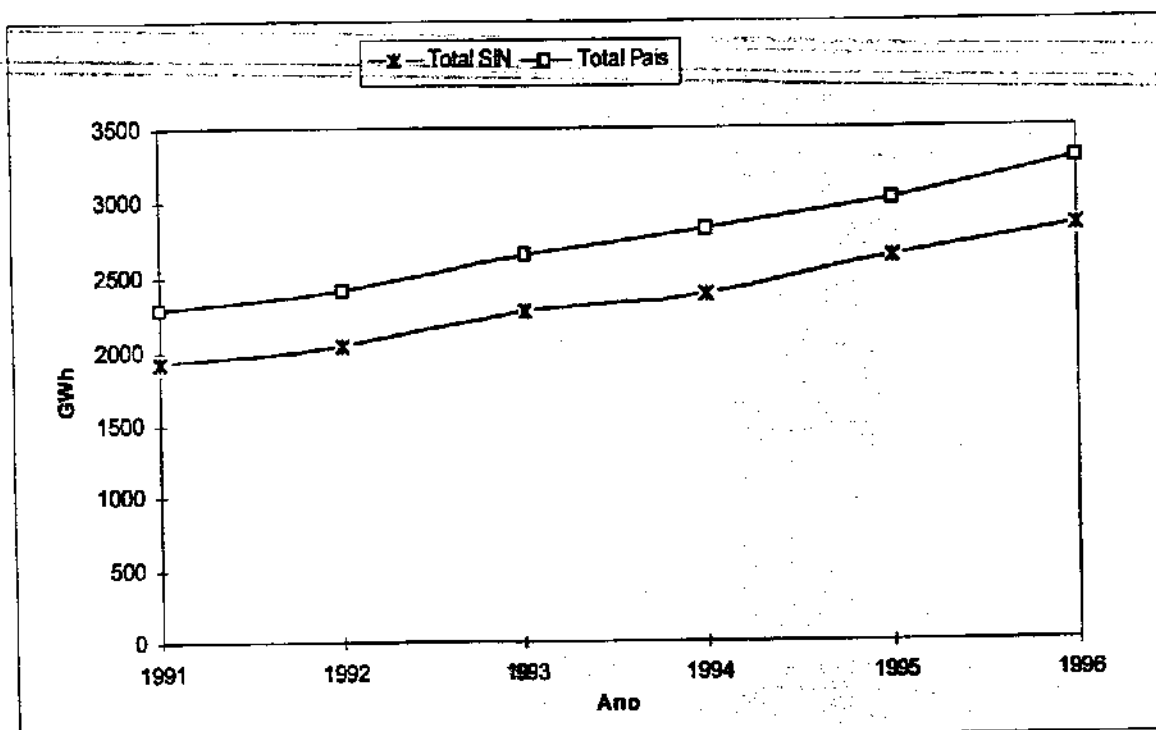
Tabela 2.5 - Sistemas Elétricos de Bolívia, Geração (MWh)

Ano	Total SIN	Total Isolados	Cooperativas	Autoproducao	Total Pais
1991	1,931,012	56,188	51,800	236,500	2,275,500
1992	2,040,344	73,856	54,700	242,500	2,411,400
1993	2,263,912	84,288	48,100	254,400	2,650,700
1994	2,376,361	172,939	54,300	220,600	2,824,200
1995	2,631,883	100,420	60,000	227,300	3,019,603
1996	2,832,240	128,760	63,480	262,560	3,287,040
Ano 1996					
Janeiro	226,354	10,725	5,162	21,022	263,263
Fevereiro	210,764	9,211	4,831	19,506	244,312
Marco	236,078	10,917	5,262	21,902	274,159
Abril	226,950	10,429	5,304	21,049	263,732
Maiο	240,145	10,759	5,461	22,248	278,613
Junho	231,835	10,032	5,262	21,447	268,576
Julho	245,720	10,369	5,318	22,708	284,115
Agosto	246,820	10,987	5,412	22,860	286,079
Setembro	237,445	10,642	5,294	21,999	275,380
Outubro	247,425	11,687	5,419	22,976	287,507
Novembro	237,513	11,271	5,370	22,060	276,214
Dezembro	245,191	11,732	5,384	22,782	285,089

Fonte: Superintendência da Eletricidade, 1997

A evolução da produção bruta de energia elétrica na Bolívia está indicada na seguinte Figura.

Figura 2.3 - Evolução da Produção de Energia Elétrica (GWh)



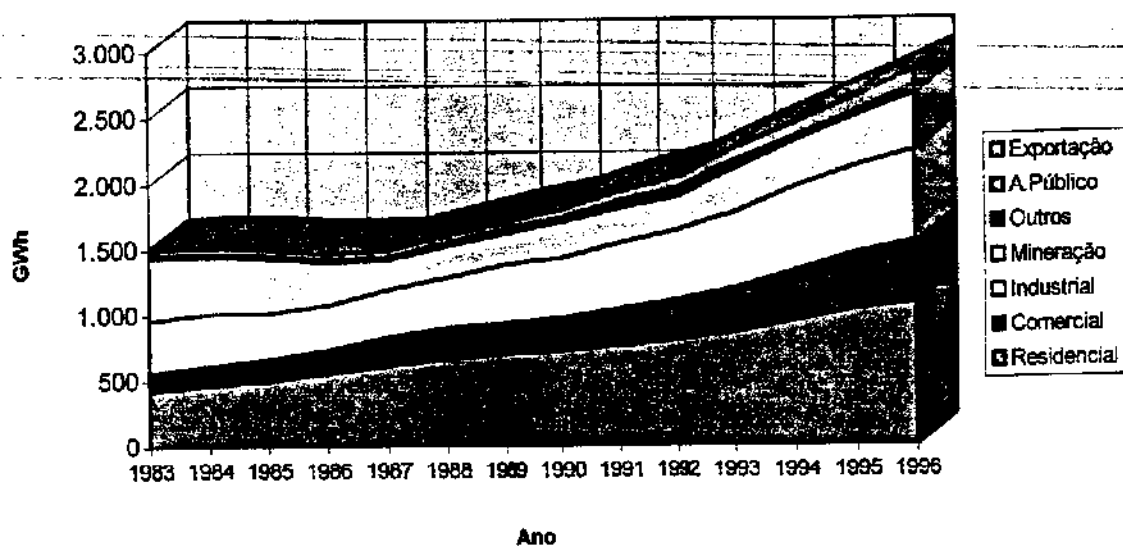
Fonte: Superintendência de Eletricidade - 1997

Tabela 2.6 - Evolução do Consumo de Energia Elétrica em Bolívia (GWh)

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Mineração	Outros	Iluminação Pública	Exportação	Total
1983	424.3	137.8	396.7	477.8	16.4	44.6	--	1497.6
1984	466.0	146.2	399.9	437.9	19.9	47.0	--	1516.9
1985	504.2	162.1	348.4	420.0	19.8	47.5	--	1502.1
1986	556.5	178.1	341.5	328.7	24.5	42.2	--	1471.6
1987	615.9	216.3	361.5	225.3	25.0	48.9	--	1493.0
1988	666.0	237.8	384.1	235.7	23.0	58.3	--	1604.9
1989	698.2	241.4	441.9	237.6	31.5	59.8	--	1710.2
1990	722.0	253.5	453.0	271.5	36.0	62.1	1.8	1799.9
1991	754.9	289.4	495.2	264.3	60.3	74.0	2.6	1940.7
1992	802.1	311.1	524.6	254.0	71.0	83.1	2.9	2048.8
1993	857.3	342.2	568.8	337.4	61.1	91.4	3.2	2261.4
1994	951.2	380.7	638.1	344.4	30.7	103.9	3.3	2452.3
1995	1035.8	429.3	660.1	371.9	33.6	112.6	3.4	2646.7
1996	1082.8	469.3	691.4	422.7	60.6	119.4	2.5	2848.7

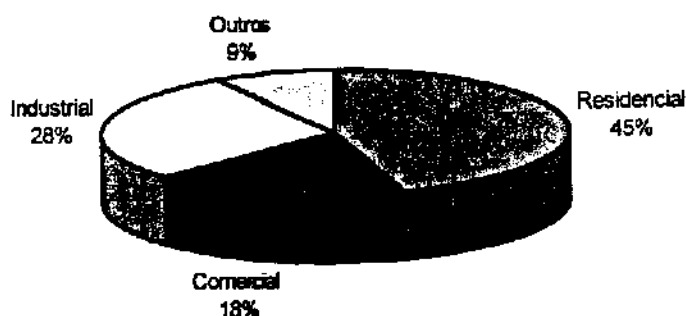
Fonte: Superintendência de Eletricidade - 1997

Figura 2.4 - Consumo Boliviano de Energia Elétrica (GWh) por Categorias



Fonte: Superintendência de Eletricidade - 1997

Figura 2.5 - Consumo de Energia Elétrica por Categoria - SIN (1996)



Fonte: Superintendência de Eletricidade - 1997

2.5 PROJEÇÃO DA DEMANDA E OFERTA NO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL

Com a premissa que a economia do País crescerá à razão de 3,5% ao ano, a Empresa Nacional de Eletricidade (ENDE) previu que a demanda de energia elétrica no SIN crescerá, a partir de 1995, a 7% ao ano.

De acordo com o Plano Nacional de Eletrificação, o desenvolvimento ótimo de geração se desenvolverá com base nos projetos hidroelétricos e turbo-geradores a gás natural. Dando cumprimento à Lei de Eletricidade, o Comitê Nacional de Despacho de Carga (CNDC) elaborou a atualização do Programa de obras de geração e transmissão do Sistema Interligado Nacional (SIN), para satisfazer a demanda de eletricidade no período 1995 - 2005.

Tabela 2.7 - Demanda a nível de Geração no SIN

Ano	Energia (GWh)	Potência (MW)	Fator de Carga (%)
1.995	2.686	552	55,5
1.996	2.887	588	55,7
1.997	3.076	629	55,8
1.998	3.289	670	56,0
1.999	3.510	712	56,3
2.000	3.740	759	56,3
2.001	3.996	811	56,3
2.002	4.272	867	56,3
2.003	4.570	927	56,3
2.004	4.891	989	56,3
2.005	5.237	1.062	56,3

Fonte: Comitê Nacional de Despacho de Carga (CNDC), setembro de 1996

Sob estas previsões, a demanda de energia elétrica crescerá a uma taxa média de 6,9% e a potência elétrica a uma taxa de 6,8% no período entre 1995-2005 (CNDC, 1996). Estas previsões estão em concordância com os parâmetros de crescimento do país que se referem a uma taxa de aumento do PIB da ordem de 3,5% a 4% ao ano.

O plano de expansão de aumentos da potência no SIN foi elaborado pelo Comitê Nacional de Despacho de Carga (CNDC), com base em informações das empresas de geração. Em agosto de 1995, a Companhia Boliviana de Energia Elétrica (COBEE) colocou em operação uma turbina a gás em La Paz com 17 MW efetivos. Em agosto e

setembro de 1996, a Companhia Valle Hermoso colocou em operação duas turbinas a gás em Cochabamba, com potência efetiva de 54,5 MW cada uma. As empresas de geração apresentaram os seguintes projetos, cuja implementação está prevista para o período compreendido entre 1997-1999 :

1997 Projetos hidroelétricos em La Paz : Tiquimani de 9,6 MW, Cuticucho de 13 MW.

1998 Turbina a gás em Santa Cruz, com uma potência efetiva de 50 MW.

Projetos hidroelétricos em La Paz : Santa Rosa de 3MW e Huaji de 28 MW.

1999 Projetos hidroelétricos em La Paz : Botijilaca de 3 MW.

Considerando os projetos a serem construídos pelas empresas de geração, o balanço de potência para o período compreendido entre 1996 e 2005 é o seguinte:

Tabela 2.8 - Balanço de Potência no SIN (1.996 - 2.005)

Ano	Projeto	Potência (MW)	Capacidade Total (MW)	Demanda Máxima (MW)	Reserva (MW)	Reserva (%)
1.996	Atual		680,0	588,3	91,7	15,6
1.997	Zongo (La Paz)	26,0	706,0	629,1	76,9	12,2
1.998	Zongo (La Paz) Santa Cruz I (Sta. Cruz)	22,0 50,0	778,0	670,4	107,6	16,1
1.999	Zongo (La Paz)	7,0	785,8	711,6	74,2	10,4
2.000	Santa Cruz II (Sta. Cruz)	50,0	835,8	758,6	77,2	10,1
2.001	Carrasco III (Cochabamba)	55,0	590,0	810,5	79,5	9,8
2.002	Calachaca (La Paz)	60,0	950,0	866,5	83,5	9,6
2.003	San José I (Cochabamba)	85,0	1.035,0	926,9	108,1	11,7
2.004	Palillada (La Paz)	80,0	1.115,0	992,0	123,0	12,4
2.005	Santa Cruz III (Sta. Cruz)	50,0	1.165	1.062,2	102,8	9,7

Fonte: Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC), Cochabamba, Bolivia, setembro de 1996

Adicionalmente, projetos de transmissão estão sendo programados para reforçar a capacidade da rede do SIN. Até o ano 2001, estão programadas as seguintes ampliações :

Tabela 2.9 - Ampliações na rede de Transmissão do SIN (1997 - 2001)

Ano	Projeto	Características
1997	Elevação de tensão San José - Vinto	115/230 kV
2001	Transformador Vinto	115/230 kV
	Banco de Capacitores em Kenko	12 MVAR

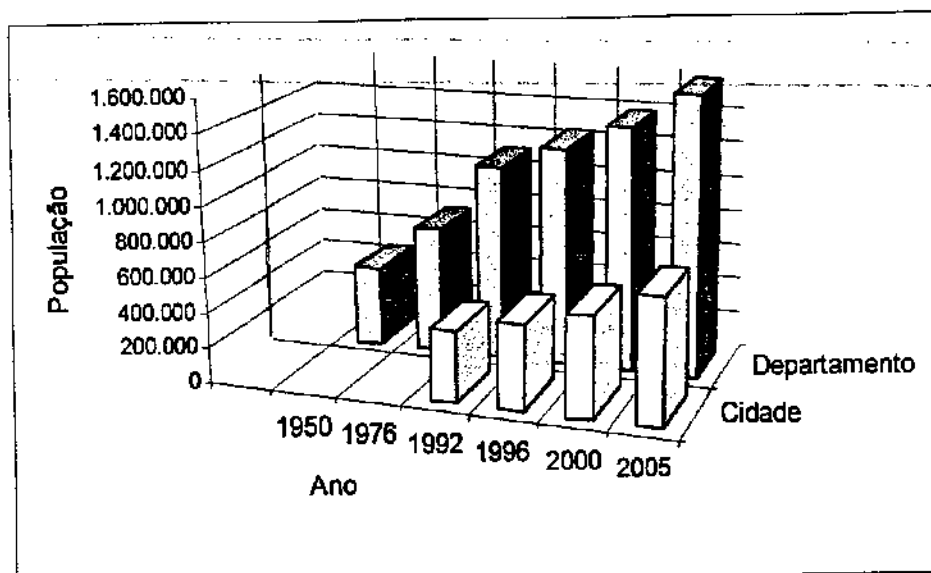
Fonte: Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC), Cochabamba, Bolívia, setembro de 1996

2.6 SITUAÇÃO DE COCHABAMBA

O Estado de Cochabamba está situado na zona central da República da Bolívia (nos vales), nas encostas dos Andes e apresenta diferentes regiões climáticas. De acordo com o censo de 1992, o departamento tinha uma população de 1.110.205 habitantes (17,3% do País), dos quais 580.188 (9,04% do País) se encontravam na área urbana e o restante na área rural. A cidade de Cochabamba, capital do Estado, encontra-se sobre um extenso planalto, a uma altura aproximada de 2.570 metros acima do nível do mar e é a terceira cidade em tamanho e população da Bolívia (408.000 habitantes em 1992).

A taxa de crescimento populacional no estado de Cochabamba é de 2,75% e, na cidade de Cochabamba, é de 4,32%. As projeções de crescimento da população estão indicadas na Figura 2.6.

Figura 2.6 - População do Estado (Departamento) e da cidade de Cochabamba



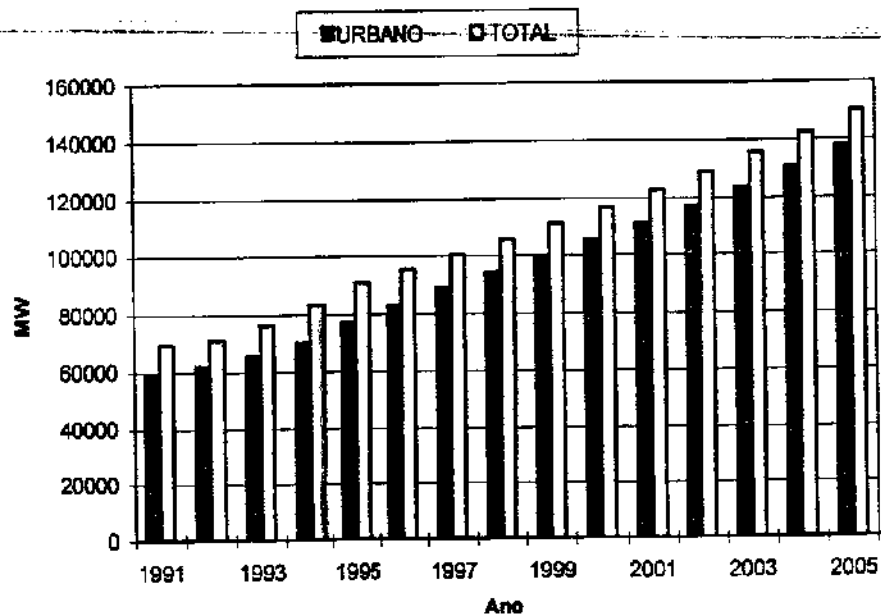
Fonte: Instituto Nacional de Estadística (INE) -1992

A distribuição da energia elétrica no Estado de Cochabamba é realizada pela Empresa de Luz e Fuerza Eléctrica Cochabamba S.A. (ELFEC SA) e alcança 89,4% da população urbana e 23% da rural (INE 92).

Em 31 de dezembro de 1996, segundo as estatísticas de ELFEC, 169.056 consumidores dispunham de energia elétrica, representando um total aproximado de 840.000 habitantes do Estado de Cochabamba, dos quais 70% encontram-se no eixo formado pelos conjuntos residenciais de Sacaba, a cidade de Cochabamba e as localidades de Quillacollo e Tiquipaya, que são cidades predominantemente residenciais. O restante se distribui nas áreas compreendidas entre o Trópico Cochabambino, Vale Alto, Vale Central, Vale Baixo, Mizque-Aiquile e Capinota, que são populações rurais.

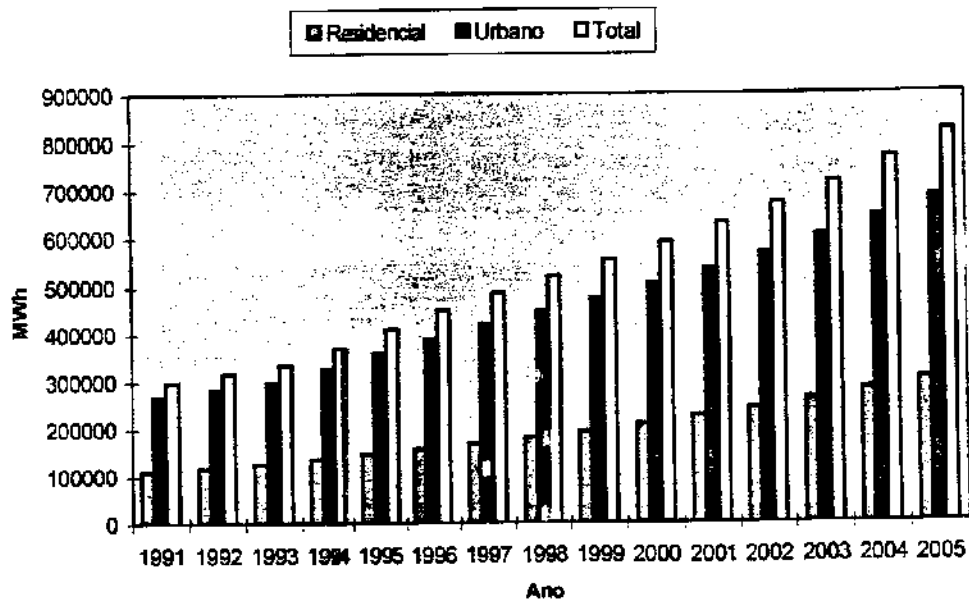
A demanda de potência e energia elétrica no Estado de Cochabamba e no sistema urbano estão apresentadas nas seguintes figuras:

Figura 2.7 - Demanda de Potência Elétrica em Cochabamba (MW)



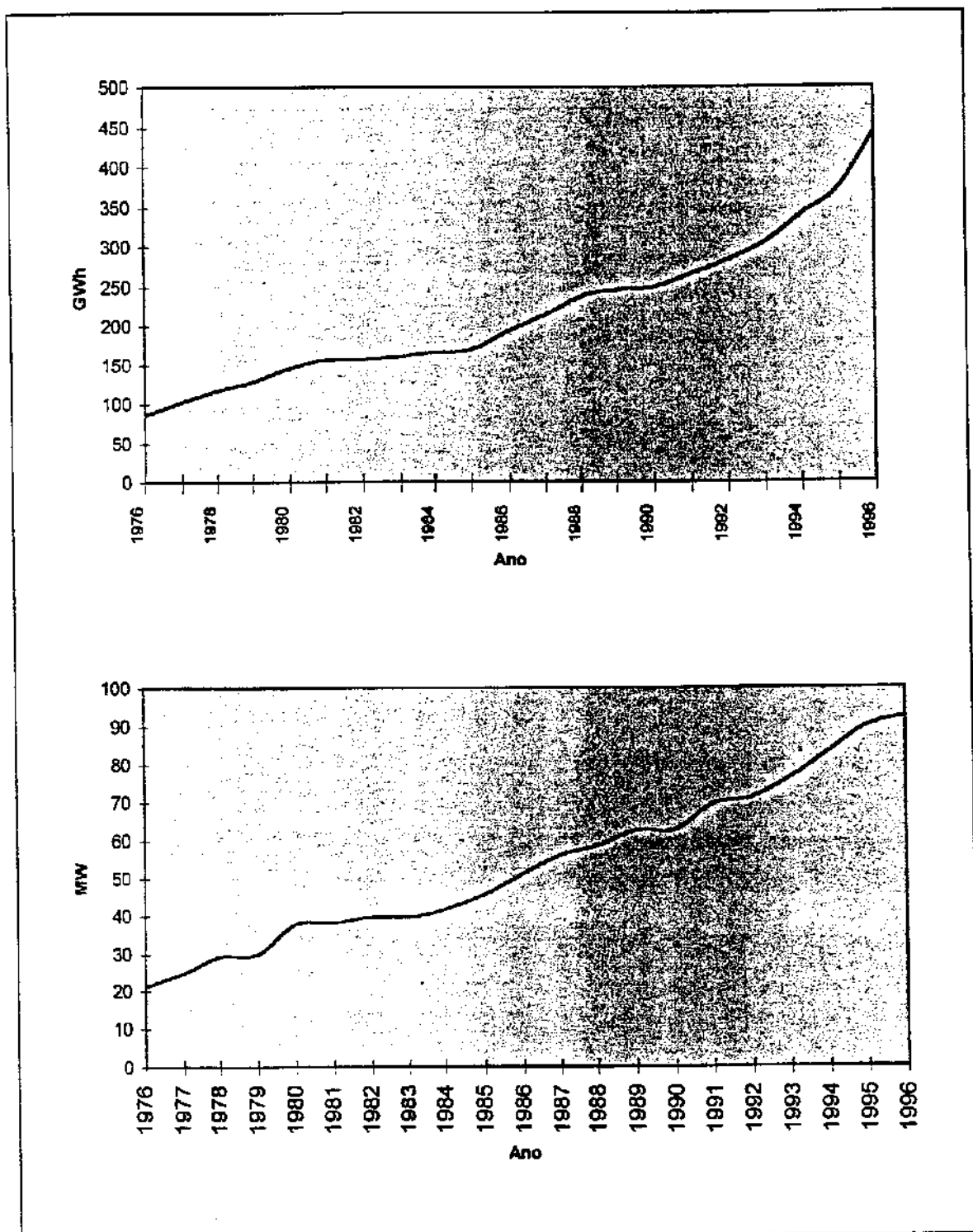
Fonte: ELFEC - 1997

Figura 2.8 - Demanda de Energia Elétrica em Cochabamba (kWh)



Fonte: ELFEC-1996

Figura 2.9 - Evolução da Demanda de Energia Elétrica e da Potência em Cochabamba



Fonte: ELFEC-1996

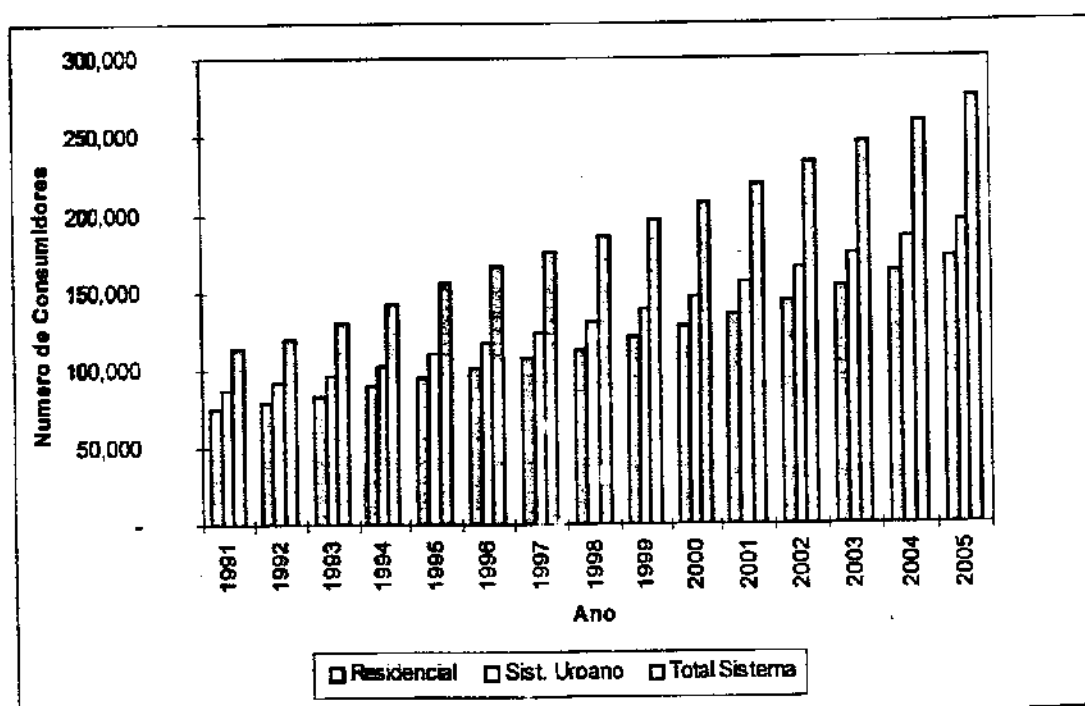
O crescimento dos consumidores de energia elétrica no Estado e na cidade de Cochabamba é o seguinte, conforme a tabela 2.10 :

Tabela 2.10 - Consumidores de Energia Elétrica em Cochabamba

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	I.P.	Cidade Sist. Urbano	Total Estado Sistema
1991	75.301	10.254	2.047	5	87.607	114.939
1992	79.385	10.354	2.202	5	91.946	120.247
1993	83.507	10.721	2.352	5	96.585	131.304
1994	89.360	11.369	2.528	5	103.262	142.154
1995	95.789	12.008	2.743	5	110.545	156.444
1996	101.713	12.500	2.849	5	117.067	166.174
1997	107.954	12.933	3.082	5	123.974	175.708
1998	114.292	13.580	3.411	5	131.288	185.913
1999	121.314	14.057	3.658	5	139.034	196.536
2000	128.546	14.742	3.944	5	147.237	207.776
2001	136.317	15.360	4.242	5	155.924	219.663
2002	144.551	16.005	4.563	5	165.124	232.142
2003	153.286	16.676	4.899	5	174.866	245.447
2004	162.521	17.377	5.280	5	185.183	259.527
2005	172.316	18.107	5.681	5	196.109	274.425

Fonte: ELFEC-1996

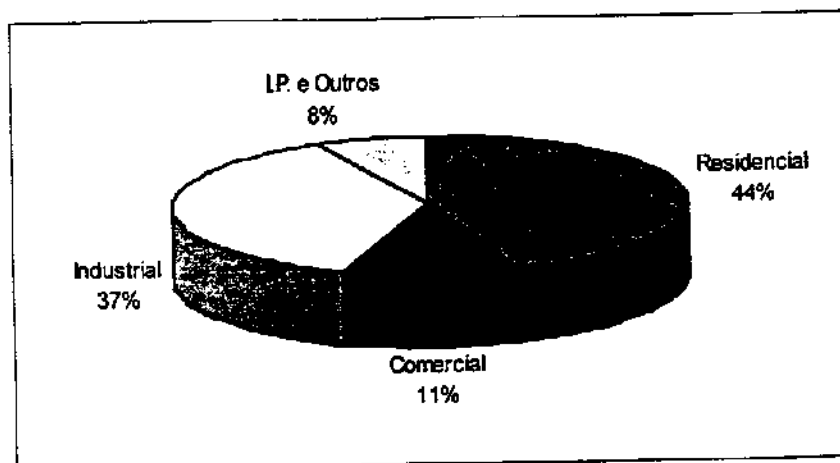
Figura 2.10 - Consumidores de Energia Elétrica em Cochabamba (capital e interior)



Fonte: ELFEC-1996

A composição do consumo de energia elétrica por cada setor na cidade do Cochabamba no ano 1996 é o seguinte:

Figura 2.11 - Composição de consumo de Energia Elétrica em cidade de Cochabamba (1996)



Fonte:ELFEC- 1997

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA (CURVA DE CARGA) POR USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA DO SETOR RESIDENCIAL DE COCHABAMBA MEDIANTE PESQUISAS : ESTUDO PILOTO

3.1 INTRODUÇÃO

A análise e a previsão da demanda ou dos requerimentos de energia elétrica constituem tarefas de importância vital, tanto para o processo de planejamento do sistema elétrico em seu conjunto, como para a gestão das empresas que integram o sistema de abastecimento. Devido à lenta maturação que, geralmente, apresentam os investimentos dentro do abastecimento energético, as decisões relativas à implementação desses projetos de investimento devem antecipar-se significativamente de modo que a nova capacidade esteja em condições de atender aos requerimentos de energia elétrica. Os erros de previsão a respeito do comportamento futuro de tais requerimentos poderiam derivar em sérias

conseqüências econômicas e sociais, seja pela designação excessiva de recursos (sobrecapacidade) ou insuficiência no abastecimento energético (IDEE, 1994).

No caso das empresas distribuidoras de energia elétrica, além das diretrizes resultantes do planejamento, o conhecimento do comportamento e as modalidades da demanda do mercado que atendem constituem um elemento indispensável para a sua gestão (compras de materiais, designação de pessoal, estrutura tarifária, administração financeira).

Quando se fala sobre a demanda de energia elétrica ao nível de consumidor final, em termos estritos, está se fazendo referência ao conjunto de demandas dos diferentes consumidores (residenciais, comerciais e industriais). Por outro lado, esta demanda fica sob o respaldo do poder de compra do consumidor (disposição para pagar o serviço). O poder de compra, no caso das unidades familiares, depende do nível do ingresso econômico em cada família. Conseqüentemente, uma parte das famílias com pouca renda não estará em condições de ter acesso à energia para atender ao conjunto de suas necessidades básicas.

Estas considerações não podem ser desprezadas ao planejar o abastecimento energético. Desta maneira, a definição do conceito de requerimentos de energia pode ser descrito como sendo a quantidade de energia útil necessária para atender as necessidades básicas ou de melhorias da qualidade de vida da população de baixa renda.

A seguinte equação (IDEE, 1994), baseada em diversos estudos, expressa, de modo geral, a demanda de energia elétrica no setor residencial realizada por um consumidor i (representando uma família)

$$D_i = \sum_k A_{ik} * S_{ik}$$

onde:

- D_i = a demanda de eletricidade pelo consumidor i
- S_{ik} = o estoque de equipamentos de tipo k , associados à utilização da eletricidade, em poder do consumidor i , expresso em termos da capacidade de consumo (potência)
- A_{ik} = a intensidade de uso dos equipamentos de tipo k , empregando a eletricidade, por parte do consumidor i (horas de utilização)

A demanda da energia elétrica, então, estaria dada por:

$$D = \sum_i \sum_k A_{ik} * S_{ik}$$

Isso quer dizer que, por definição, a demanda de energia elétrica depende de dois fatores principais: (1) da capacidade de utilização instalada (equipamento) e (2) da intensidade de utilização desses equipamentos.

Em função destes dois fatores, pode-se definir, a partir do ponto de vista da demanda, as noções de curto e de longo prazo. Longo prazo é o período de tempo necessário, no qual há mudanças da capacidade instalada, devido às mudanças nos equipamentos, havendo mudanças na composição disponível do conjunto dos usuários. A curto prazo, somente podem-se produzir modificações na intensidade do uso da capacidade instalada no próprio equipamento de utilização.

3.2 O CONCEITO DA CARACTERIZAÇÃO DA CARGA

A pesquisa relativa à estrutura do consumo setorial por diversos usos energéticos finais (também conhecida como a caracterização da carga) é o conjunto de estudos a respeito da composição do consumo de energia elétrica pelos consumidores em um determinado setor do Sistema Elétrico. Estes estudos têm por objetivo obter um “retrato” do comportamento da carga consumida. “Explicar” este comportamento é identificar os fatores que contribuem para a sua evolução.

A caracterização da carga é de grande importância já que permite a identificação das diversas medidas que levam ao deslocamento da demanda, otimizando o uso das instalações (melhorando o fator de carga) e a economia de energia elétrica, sob as condições locais específicas. Esta pesquisa procura determinar a contribuição de cada uso final e de cada estrato de consumo dos diversos setores ou subsetores pela demanda máxima e em função do consumo de energia elétrica do sistema.

Dois aspectos importantes que devem ser levados em consideração para caracterizar o uso da energia elétrica no setor residencial são : *como e por quem está sendo utilizada.*

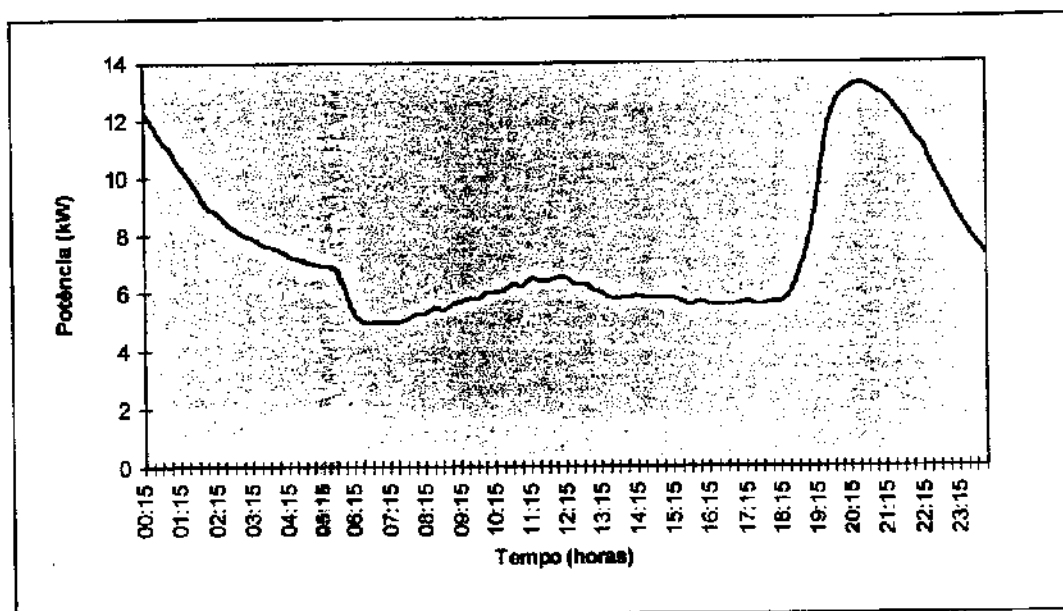
Curva de Carga

A demanda de eletricidade se distingue da demanda de outros bens do mercado pela grande variação ao longo do tempo. Distingue-se, também, da demanda de outros energéticos pela dificuldade de armazenagem da eletricidade. As variações na demanda de eletricidade podem ocorrer durante as diferentes horas de um dia, nos diferentes dias de uma semana e, também, anualmente, dependendo das condições climáticas, de produção e de outras atividades.

Portanto, no planejamento da demanda de eletricidade, é necessário estabelecer as curvas de demanda diária e anual, as quais vão determinar a potência requerida pelo sistema ao longo de um determinado período e, por conseguinte, as necessidades de modificação na infra-estrutura ou em melhorias na eficiência energética.

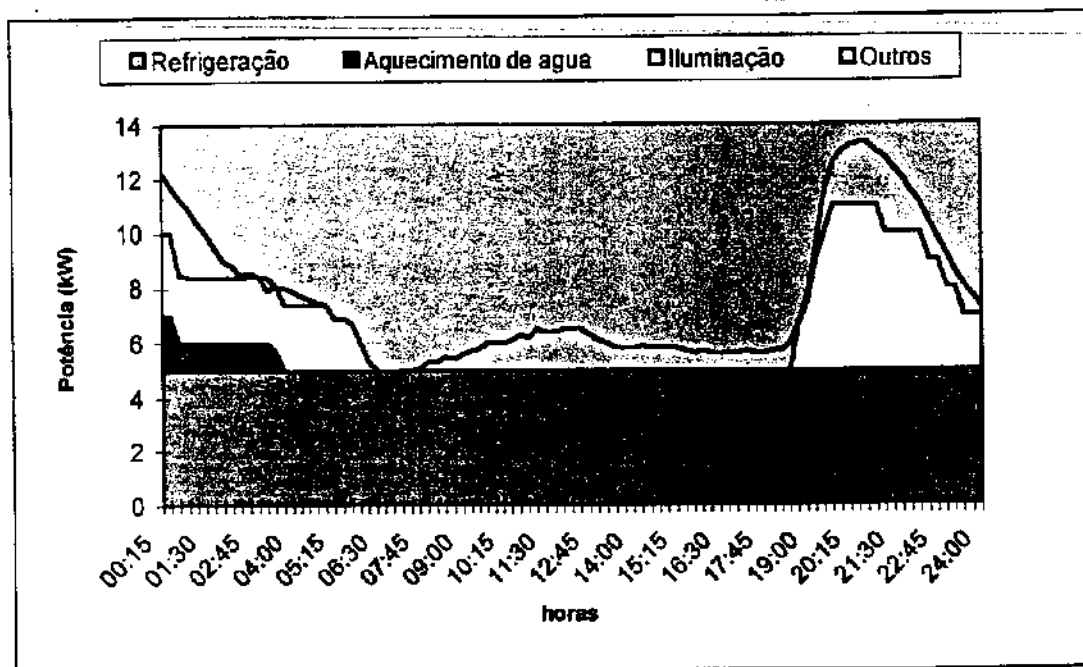
A curva de carga típica é aquela que melhor representa estatisticamente as variações com o tempo da potência no setor de consumo do sistema em estudo. Esta curva deve ser a mais representativa de um certo período, não considerando os dias de fim-de-semana e feriados que devem ser tratados independentemente, pelo fato de possuir um comportamento distinto.

Figura 3.1 Curva de Carga diária teórica



A curva de carga diária por usos finais representa a variação horária de cada uso final que compõe a curva de carga total para um determinado setor ou classe de consumo. A seguir, têm-se um exemplo deste tipo de curva.

Figura 3.2 - Curva de Carga por Usos Finais teórica



3.3 REQUISITOS PARA CARACTERIZAR A CURVA DE CARGA RESIDENCIAL POR USOS FINAIS

O conhecimento dos usos da eletricidade pelos consumidores deveria ser um dos objetivos básicos da atividade de comercialização das empresas elétricas de distribuição, motivadas pela necessidade de melhor dimensionar a distribuição e o desenvolvimento do mercado de tal maneira que seja incentivado o consumo de energia na direção adequada às necessidades de uma operação econômica e eficiente do sistema.

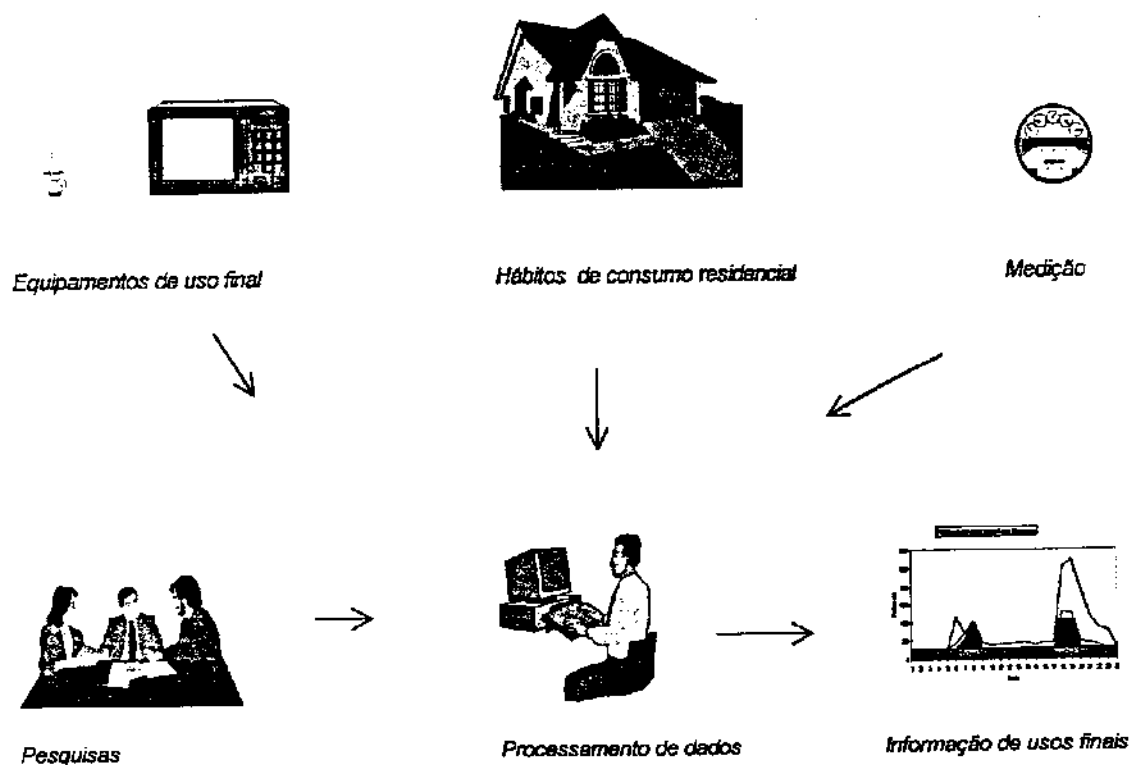
Deste modo, as informações necessárias, para conhecer os vários usos finais da energia elétrica e caracterizar a curva de carga do setor residencial, estão baseadas basicamente em duas fontes : 1) a quantidade dos equipamentos elétricos que se encontram nas residências e 2) os hábitos de uso destes equipamentos pelos consumidores residenciais,

como se pode observar na figura 3.3. O estudo destas variáveis permite o conhecimento pleno dos usos da eletricidade nas residências.

A qualidade da informação necessária depende dos objetivos e os requerimentos dos projetistas e analistas envolvidos no processo de estudo dos usos finais. Então, o projetista é quem decide, para cada caso específico, a quantidade de dados e os níveis de confiabilidade dos processos estatísticos, bem como, a precisão nos processos experimentais.

No caso específico deste trabalho, o estudo de usos finais no setor residencial da cidade de Cochabamba, é abordado a partir da ótica de uma aproximação para se conhecer o potencial de conservação de energia elétrica, razão pela qual se utilizou como referência, um estudo-piloto e um estudo realizado pelo Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social (CERES) de Cochabamba, Bolivia. O problema consiste em caracterizar os diferentes usos da eletricidade nas residencias da cidade de Cochabamba, focalizando a atenção nos usos finais de iluminação, refrigeração e aquecimento de água. Esta caracterização está representada pela Curva de Carga por Usos Finais.

Figura 3.3 - Esquema que mostra a obtenção de informação de Usos Finais de Eletricidade



Assim, vem se transformando, nos últimos anos, em uma exigência para as empresas distribuidoras de energia elétrica, o estudo e o conhecimento dos usos finais da eletricidade caracterizado pela carga, graças ao desenvolvimento de novas técnicas de administração da demanda e à difusão das tarifas horárias. As empresas distribuidoras podem, desta maneira, atender algumas necessidades básicas e podem recorrer aos resultados destes estudos para solucionar vários problemas que afetam as Empresas Elétricas, porque consegue-se obter informações para as seguintes áreas :

- ◇ Definição de Tarifas
- ◇ Planejamento Integrado de Recursos (PIR)
- ◇ Planejamento de Redes de Distribuição
- ◇ Modelos de projeções de demanda

Tarifas: A caracterização da carga é de grande utilidade para fixar as tarifas elétricas porque determina os usos, a responsabilidade setorial dos consumidores e usos nos horários de pico em um sistema elétrico. Desta maneira, com estas informações pode-se criar e definir esquemas inovadores de tarifas, como as tarifas diferenciadas pelo horário e pelo tipo de uso.

Planejamento Integrado de Recursos (PIR): Para esta área é muito importante, porque identifica os principais usos que participam da demanda, o que permite elaborar programas de administração da demanda, atenuando as variações de consumo da ponta e preenchendo os vales, melhorando o fator de carga nos sistemas elétricos. É possível, assim, avaliar os benefícios econômicos associados à implantação de programas de eficiência energética, incentivando-se a criação de estratégias para gerenciar a energia de forma mais racional, atendendo as necessidades básicas com menor consumo possível de energia elétrica.

Planejamento de Distribuição de Energia Elétrica: A caracterização da curva de carga é um importante instrumento para o dimensionamento ótimo das linhas de distribuição de média e baixa tensão, para atender a demanda de energia elétrica dos consumidores com pequenas quantidades de investimentos. Além disso, trata-se de um instrumento útil para a definição de padrões de projetos e construção de redes por meio da curva de carga diversificada. Serve como um instrumento para conhecer os níveis de carga dos consumidores para a seleção dos transformadores de distribuição. Por último, permite aperfeiçoar normas de instalações elétricas residenciais, assim como a definição de critérios e padrões mínimos de projeto de componentes das redes de distribuição.

Projeções da Demanda: Elaboração de programas de eficiência energética e o conhecimento de seus impactos sobre o comportamento da demanda de um sistema elétrico. Assim, é possível realizar previsões da demanda dos sistemas elétricos.

3.4 TECNOLOGIAS DE USO FINAL DISPONÍVEIS

As tecnologias de uso final influem diretamente no consumo de energia elétrica e, por conseguinte, a sua eficiência é um indicador do aproveitamento efetivo da energia demandada. Para analisar a influência dos equipamentos de uso final utilizados na Bolívia, é necessário, em primeiro lugar, considerar as características técnicas envolvidas na fabricação destes equipamentos.

Conhecer as tecnologias utilizadas na Bolívia possibilita uma comparação com as tecnologias mais eficientes e prepara as condições para que os consumidores de energia elétrica tenham condição de trocá-los pelos de melhor eficiência.

Nesta seção, identificamos quais são os equipamentos de uso final que se encontram disponíveis no mercado boliviano e, portanto, uma boa porcentagem são aqueles utilizados pelos consumidores residenciais objeto do estudo. As fontes de informação são as pesquisas de mercado, os fabricantes e as casas de comércio. Esta etapa é muito importante para definir critérios de validação e ajustes da pesquisa, para possibilitar a determinação das características dos equipamentos, sua posse e seu consumo energético.

De acordo com pesquisas realizadas na Câmara da Indústria de Cochabamba na Bolívia, pelo autor, não existem na Bolívia, atualmente, fabricantes de aparelhos de uso final, tal como lâmpadas incandescentes (iluminação), refrigeradores (refrigeração), chuveiros e aquecedores de água tipo acumulador elétricos. Os produtos disponíveis no comércio são de várias procedências e oferecidos ao mercado local sem obedecer às normas

tecnológicas quanto à eficiência no consumo de energia elétrica, não apresentando qualidade nos materiais empregados, conforme as exigências das normas de fabricação, além da não observância dos regulamentos a respeito da eficiência, racionalização energética e proteção ambiental.

É evidente que, na Bolívia, foram adotados os mesmos produtos utilizados nos países desenvolvidos, em uma época em que estes países ainda utilizavam equipamentos com baixa eficiência energética, ficando vinculada aos mesmos padrões de consumo. Este tipo de padrões de consumo vem se tornando inadequados e superados diante das novas exigências de eficiência energética e tecnológica.

3.4.1 Iluminação

Aproximadamente 80% das impressões sensoriais humanas são de natureza ótica, demonstrando a importância da luz natural e artificial como vinculadores da informação para o desenvolvimento de qualquer atividade (HARPER, 1987). Consequentemente, a iluminação artificial representa o principal uso final da eletricidade em uma residência.

As lâmpadas elétricas mais utilizadas no setor residencial da Bolívia são as incandescentes e fluorescentes, e as principais marcas importadas encontradas no comércio são Osram, Philips, Sylvania e General Electric. Os países exportadores mais comuns são Brasil, Chile, Itália e Argentina, entre outros.

Através das pesquisas, verificou-se a limitação da disponibilidade de lâmpadas eficientes em consumo de energia, porque não há na Bolívia nenhum programa nacional nem regional de conservação de energia elétrica que oriente os consumidores na aquisição das lâmpadas mais eficientes. O critério econômico do preço mais baixo ainda é o mais

utilizado na escolha de lâmpadas incandescentes, que possuem pouca eficiência energética.

A seguir, estão descritas as lâmpadas mais utilizadas na Bolívia (incandescentes e fluorescentes) e as lâmpadas mais eficientes em termos de consumo de energia (fluorescentes compactas) que poderiam substituir as primeiras. Entretanto, há pouca oferta desta última no mercado para os consumidores.

Lâmpadas Incandescentes (LIs)

O princípio de funcionamento da lâmpada incandescente baseia-se em um filamento de tungstênio de espiral simples ou dupla, que é levado à incandescência com a passagem da corrente elétrica. Para não queimar o filamento, coloca-o dentro de um bulbo de vidro à vácuo (para lâmpadas de baixa potência) ou preenchido com gás inerte (argônio, criptônio etc), para lâmpadas de média e alta potência.(WESTINGHOUSE, 1986).

A vida média das lâmpadas incandescentes encontradas no mercado, em Cochabamba, é de 1.000 horas, quando utilizadas em uma voltagem adequada. Por exemplo, quando se conecta uma lâmpada incandescente a uma voltagem de 115 volts em uma rede de 127 V, a vida média da lâmpada cai para 350 horas (Philips, Manual de Iluminación, 1987).

As potências mais comuns das lâmpadas incandescentes que se encontram no mercado boliviano são de 25 W, 40 W, 60 W, 75 W, 100 W e 150 W. O preço das lâmpadas incandescentes convencionais está em torno de US\$ 0,50 (em junho de 1996). Estas lâmpadas apresentam algumas vantagens e desvantagens quanto ao uso:

Vantagens das lâmpadas incandescentes

Acendem imediatamente, sem a necessidade de equipamentos auxiliares, ocupam pouco espaço e baixo custo (tabela 3.1), sem nenhuma limitação quanto seu funcionamento.

Desvantagens das lâmpadas incandescentes

Baixa eficiência luminosa e portanto, custo de operação relativamente elevado, grande produção de calor, brilho ofuscante elevado com intensidade relativa e vida média limitada (HARPER, 1987).

Lâmpadas Fluorescentes (LFs)

Basicamente, as lâmpadas fluorescentes consistem em um bulbo tubular que possui em cada extremo um eletrodo selado e, em seu interior, vapor de mercúrio a baixa pressão com uma pequena quantidade de gás inerte, argônio ou uma mistura de gases. As paredes interiores do bulbo estão revestidas de pó fluorescente. Quando a tensão é aplicada adequadamente, um fluxo de elétrons se deslocam a uma grande velocidade através do campo formado entre os eletrodos nas extremidades. As colisões entre estes elétrons e os átomos de mercúrio que estão em sua trajetória produzem um estado de excitação cujo resultado é a emissão de radiação, principalmente na região do ultravioleta. O pó fluorescente da parede possui a capacidade de absorver a radiação ultravioleta e emitir ondas luminosas no espectro do visível (WESTINGHOUSE, 1986). Este tipo de lâmpada produz a luz predominante pela fluorescência do fósforo ativado pela energia ultravioleta gerado pelo arco de mercúrio.

Apresentam algumas vantagens, como boa eficiência luminosa (de 4 a 6 vezes a das lâmpadas incandescentes), custo de operação mais baixo em comparação com as lâmpadas incandescentes, baixo lúmen que reduz o ofuscamento. Apresentam a desvantagem de requerer elementos auxiliares para acender a lâmpada, como o "stater" e o reator, além de necessitar maior espaço para sua instalação. (HARPER, 1987)

As lâmpadas fluorescentes têm uma vida útil maior que as incandescentes e são mais eficientes em termos de consumo energético. As que se encontram no mercado local

boliviano têm uma vida média de 7.500 horas, ou seja, 7,5 vezes superior às incandescentes. Entretanto, o tempo de vida das lâmpadas fluorescentes é afetado pelos períodos de utilização. Ciclos curtos (maior frequência de liga e desliga) diminuem o tempo de vida das lâmpadas fluorescentes e ciclos de funcionamento mais longos (com poucos liga-desliga) aumentam o tempo de sua vida útil.

O funcionamento também é afetado pela temperatura e a umidade da parede do bulbo. Temperaturas baixas e excessiva umidade dificultam a ignição, exigindo-se uma tensão mais elevada. Para evitar a umidade, utiliza-se uma camada de silicone que assegura o arranque nas condições de umidade ótima.

As potências mais comuns das lâmpadas fluorescentes convencionais encontrados no mercado boliviano são de 15W, 20 W, 30 W, 40 W e 60 W. Na tabela 3.1, estão representadas as principais características destas lâmpadas oferecidas no mercado.

O custo de uma luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 40 W é o seguinte (agosto de 1996):

custo de lâmpada	US\$ 1.40 x 2 =	US\$ 2.80
custo do reator		US\$ 6.20
custo da luminária		US\$ 10.00
<i>custo total</i>		<i>US\$ 19.00</i>

Lâmpadas Fluorescentes Compactas (LFCs)

As lâmpadas compactas fluorescentes (LFCs) consistem, tipicamente de tubos fluorescentes que estão dobrados várias vezes para poderem caber em pequenos espaços.

As LFCs vêm com um reator magnético ou eletrônico, nas versões integradas ou modulares. Os produtos integrais incluem a lâmpada e o reator em uma única peça, com um tubo de base, similar às lâmpadas incandescentes padrão. Com os produtos

modulares, a base da lâmpada e o reator são peças separadas, o que permite a revisão da base do reator quando necessário.

Além da economia energética, outra vantagem das LFCs é que possuem um tempo de vida dez vezes superior à dos produtos incandescentes típicos. O tempo de vida mais longo é comercialmente importante, pois o custo envolvido no trabalho de trocar uma lâmpada incandescente é muito superior ao preço da própria lâmpada.

O custo das LFCs depende do tipo de lâmpada e da quantidade que se necessita comprar. Os preços podem variar de US\$ 7 a US\$ 8 cada uma, quando se compra em grandes quantidades (no atacado) e US\$ 12 a US\$ 25, quando se compra no varejo.

Tabela 3.1 - Características de Lâmpadas oferecidas no Mercado boliviano

Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência (lm / W)	Tempo de Vida Média (horas)	Consumo Elétrico (kWh/ano) (*)	Preço Unitário (US\$)
Incandescente Convencional	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
	75	990	13,2	1000	109,5	0,60
	100	1480	14,8	1000	146,0	0,65
	150	2360	15,7	1000	219,0	0,75
Fluorescente Convencional	15	850	56,7	7500	21,9	1,40
	20	1060	59,0	7500	29,2	1,40
	30	2000	69,2	7500	43,8	1,40
	40	2700	69,4	10000	58,4	1,40

Fonte: Pesquisas do autor e catálogos Philips (julho 1996)

(*) tempo de uso 4 horas/dia

Tabela 3.2 - Características das principais Lâmpadas Compactas Fluorescentes (LFCs) oferecidas no Mercado boliviano

Modelo	Potência (W)	Fluxo Luminoso (lumens)	Vida Útil (horas)	Consumo Elétrico (kWh/ano) (*)	Eficácia (lm/W)
Biax S uso com adaptador GE polylux 2.700 F7BX/827	7	400	10.000	10,22	57,1
Biax S uso com adaptador GE polylux 2.700 F9BX/827	9	600	10.000	13,14	66,7
Biax S uso com adaptador GE polylux 2.700 F11BX/827	11	900	10.000	16,06	81,8
Tungsrham com reator eletrônico EG/20W	20	1.200	10.000	29,2	60,0

Fonte: Catálogos Philips (julho 1996)

(*) tempo de uso 4 horas/dia

3.4.2 Refrigeração (Refrigeradores)

No setor residencial, utiliza-se a refrigeração como um processo de resfriamento que possibilita a conservação dos alimentos e das bebidas. Sendo assim, a refrigeração nas residências é um uso final de grande importância, não apenas na Bolívia, além de ser o uso final de maior peso energético residencial. Por exemplo, na cidade de São Paulo, o uso do refrigerador corresponde a 30% em média a conta de luz (CESP, 1993). Por isso, atualmente, os fabricantes brasileiros devem identificar com uma etiqueta de cor laranja qual o consumo elétrico de seus refrigeradores.

A característica do ciclo de trabalho, normalmente encontrada nos compressores dos refrigeradores, nas residências bolivianas, é o seguinte: (1) sem carga térmica (completamente vazia em seu interior), trabalha 10 minutos ligado e 10 desligado, ficando ligado 12 horas/dia; (2) com plena carga térmica (com alimentos), trabalha 20 minutos ligado e 10 minutos desligado, ficando ligado 16 horas/dia.

A Tabela 3.3 apresenta algumas características de vários tipos de refrigeradores pesquisados no mercado de Cochabamba, mas é preciso levar em conta que os valores de consumo de energia elétrica indicados pelos fabricantes não correspondem ao consumo real, porque o consumo depende, além de tipo de compressor e do tamanho do refrigerador, de outros fatores externos e de hábitos de uso, tais como a localização do refrigerador, temperatura ambiente, quantidade de alimentos para conservar e número de aberturas de portas e compartimentos.

Tabela 3.3 - Características de alguns Refrigeradores disponíveis comercialmente na Bolívia

Fabricante	Industria	Modelo	Capacidade		Potência Watts	Consumo kWh/ano (*)	Preço US\$ (**)
			lts.	ft ³			
SAMSUNG	Korea	SR - 118	98	3	75	438	260,00
SAMSUNG	Korea	389-SR	453	16	160	934,4	580,00
SAMSUNG	Korea	558-SR	566	20	175	1022	1022,00
SAMSUNG	Korea	438-SR-L	510	18	154	899,36	880,00
SAMSUNG	Korea	618-SR-G	623	22	180	1051,2	994,00
SAMSUNG	Korea	SR-438	453	16	200	1168	650,00
SAMSUNG	Korea	SR - 288	283	10	114	665,76	440,00
GOLDSTAR	Korea	GR-252FDS	453	16	250	1460	580,00
GOLDSTAR	Korea	GR-362FDS	510	18	300	1752	900,00
GOLDSTAR	Korea	GR-342	453	16	250	1460	650,00
GOLDSTAR	Korea	GR-462FDS	510	18	270	1576,8	1000,00
DAEWOO	Korea	FR-350	311	11	93	543,12	350,00
FAEDA	Ecuador	KR - 10	283	10	100	584	430,00
FAEDA	Ecuador	KR - 12	340	12	105	613,2	450,00
FAEDA	Ecuador	KR - 15	425	15	200	1168	550,00
FAEDA	Ecuador	KR - 16	453	16	200	1168	600,00
AMBASSADOR	Italia	L-76BW	283	10	75	438	330,00
CLIMAX	Brasil	D 41	414	15	182	1062,88	600,00
CLIMAX	Brasil	R 26	256	9	112	654,08	390,00
CLIMAX	Brasil	R 27	283	10	120	700,8	410,00
CLIMAX	Brasil	D 33	340	12	150	876	550,00
WHIRPOOL	Brasil	3XELA2CHREW	340	12	130	759,2	471,00
BRASTEMP	Brasil	XRA30MKADB	283	10	130	759,2	448,00
BRASTEMP	Brasil	XRA32UKAT	283	10	150	876	300,00
CONSUL	Brasil	RA30A	283	10	130	759,2	454,00
CONSUL	Brasil	RA34A	340	12	130	759,2	475,00
CONSUL	Brasil	RC28E	283	10	122	712,48	454,00
PROSDOSCIMO	Brasil	11261DSC3	256	9	112	654,08	423,00
PROSDOSCIMO	Brasil	1341DSE3	340	12	130	759,2	438,00
COENTRY	Argentina	BC-2380	410	14	185	1080,4	502,00
COENTRY	Argentina	BC-1602-T	356	13	185	1080,4	480,00
COENTRY	Argentina	BC-1302-T	283	10	168	981,12	450,00
PHILIPS	Italia	PHS 12B	310	11	185	1080,4	420,00

Fonte: Elaboração própria com dados do mercado, 1996

(*) O consumo de energia elétrica calcula-se considerando funcionamento de 16 horas/dia por ano a potência nominal.

(**) Dólares de julho de 1996 (US\$ 1 = 5,05 Bs.)

3.4.3 Aquecimento de Água

Em uma residência, o aquecimento de água é um processo pelo qual a energia elétrica é utilizada para elevar a temperatura da água visando atender a duas finalidades básicas: higiene pessoal e limpeza em geral. Na higiene pessoal, o aquecimento da água é utilizado para evitar-se o choque térmico do contato da água fria com o corpo humano e na limpeza em geral, para facilitar a dissolução de gorduras.

Na Bolívia, é muito raro o uso de água quente para a limpeza geral (roupa ou louça) e a demanda de água quente é, basicamente, proveniente da higiene pessoal. A principal fonte energética utilizada, neste caso, no País são os chuveiros elétricos e o aquecedor elétrico (reservatório provido de uma resistência elétrica) e, em pouca escala, há os aquecedores solar e a gás.

Chuveiro Elétrico

O chuveiro elétrico é o sistema de aquecimento de água mais difundido na Bolívia, cujo funcionamento consiste, basicamente, no aquecimento instantâneo da água que passa por uma resistência elétrica. A vantagem de seu uso, comparando com o aquecedor elétrico, está em evitar perdas de calor, que ocorrem ao acumular-se água, além de ser mais econômico por necessitar menor investimento inicial. Um dos inconvenientes dos chuveiros elétricos é que necessita, para sua operação, de uma potência elevada, ocasionando picos de potência na curva de carga de consumo. A energia consumida por um chuveiro elétrico depende da potência do equipamento, multiplicada pelo tempo de uso. O consumo elétrico médio de um chuveiro elétrico oscila entre 25 kWh/mês e 50 kWh/mês, sendo oito vezes menor que o aquecedor elétrico. No Brasil, na cidade de São

Paulo, o chuveiro elétrico é responsável por 25% do consumo de energia elétrica nas residências. (CESP, 1983)

Os chuveiros elétricos que se encontram no mercado boliviano têm resistências de 2.500W e 5.000W de potência e conseguem elevar a temperatura da água acima de 25^o C. Apesar de os chuveiros elétricos serem uma solução energética favorável para o consumidor, isto não ocorre com as empresas de eletricidade, devido ao pico de demanda ocasionado por seu uso. Enquanto o consumidor paga cerca de US\$ 30 pelo chuveiro elétrico, as empresas de eletricidade precisam investir cerca de US\$ 600 para prover a energia e a potência que cada novo chuveiro elétrico instalado requer para seu funcionamento. (GELLER,1990)

A Tabela 3.4 apresenta algumas características dos chuveiros elétricos disponíveis no mercado boliviano.

Tabela 3.4 - Características de alguns Chuveiros Elétricos disponíveis na Bolívia

Fabricante	Industria	Potência (Watts)		Consumo Elétrico kWh/ano (*)	Volume de água aquecida lt/mín.	Temperatura °C	Preço US\$ (**)
		Verão	Inverno				
LORENZETTI	Brasil	2500	5400	961,2	4,0	38	9
LORENZETTI	Brasil	3000	6000	1095,0	5,0	40	10
LORENZETTI	Brasil	3200	5400	1046,3	4,5	40	15
CORONA	Brasil	3500	4250	942,9	3,9	38	12
CORONA	Brasil	2000	4000	730,0	-	-	6
CORONA	Brasil		2500	304,2	-	-	7
FAME	Brasil	2000	3200	632,7	2,0	32	15
FAME	Brasil	3500	4000	912,5	3,5	36	17

Fonte: Elaboração do autor com dados do mercado, 1996

(*) O consumo de energia elétrica calcula-se considerando uso diário de 4 pessoas durante 10 minutos cada um em média e com uma potência média de chuveiro elétrica.

(**) Dólares de julho de 1996 (US\$ 1 = 5,05 Bs.)

Aquecedor Elétrico

Outro dispositivo de aquecimento de água muito utilizado pela classe alta boliviana é o aquecedor elétrico. Estes são equipamentos que transformam a energia elétrica em térmica através de resistências, armazenando água quente durante um período de tempo para uso posterior. Os principais componentes deste sistema são :

- Acumulador: reservatório de água quente,
- Resistência elétrica: elemento de aquecimento,
- Isolamento: evita as perdas de energia térmica por condução para o meio ambiente, aumentando a eficiência do sistema.
- Termostato: dispositivo que permite manter a temperatura dentro do acumulador nos limites fixados.

O consumo de energia elétrica do aquecedor elétrico está determinado por dois componentes:

1. O consumo "Stand-by", que é o consumo necessário para manter a água quente e restituir as perdas térmicas. Geralmente, este consumo é da ordem de 20% da potência instalada do aparelho. Por exemplo, um aquecedor 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 de água quente pode se determinar através da seguinte fórmula (1ª lei da Termodinâmica) :

$$CE = L \times (T_f - T_i) \times Cv$$

onde:

CE = consumo de energia elétrica em kWh

L = água quente consumida no período (em litros)

Tf = temperatura final de aquecimento de água (graus celsius)

Ti = temperatura da água de entrada na caldeira (graus celsius)

Cv = coeficiente de conversão (Cv = 1 kWh/860 calorías)

A variação do consumo elétrico oscila entre um máximo de 396 kWh/mês (o equivalente a 4 horas e 30 minutos de uso por dia) para um aquecedor de 3.000 W de potência até um mínimo de 66 kWh/mês (o equivalente a 2 horas de uso por dia), para um aquecedor de 1.500 W de potência instalada. O consumo elétrico do aquecedor depende dos hábitos de consumo da água quente e apresenta uma eficiência baixa devido às perdas de calor pelo reservatório, acessórios e tubulações.

Os preços dos aquecedores elétricos são elevados se em comparação aos preços do chuveiro elétrico e, por este motivo, a preferência dos consumidores são os chuveiros elétricos e os aquecedores a gás e solar.

Tabela 3.5 - Características de alguns Aquecedores Elétricos disponíveis comercialmente na Bolívia

FABRICANTE	INDUSTRIA	POTENCIA WATTS	CAPACIDADE GALÕES	PREÇO US\$	CONSUMO MEDIO DE ENERGIA kWh/mês
American	EUA	3380 - 4500	30	370	237
American	EUA	3380 - 4500	40	450	295
American	EUA	3380 - 4500	50	554	355
RHEEM	EUA	4500	50	570	405
RHEEM	EUA	4000	65	820	480
RHEEM	EUA	4000	120	930	600
RHEEM	EUA	4000	150	1500	600

Fonte: Pesquisas do autor no mercado, 1996

Aquecedores de Água a Gás e Coletores Solares

Atualmente, a penetração de aquecedores de água a gás é reduzida. Entretanto, vem crescendo o número destes equipamentos no mercado, principalmente devido ao aumento das tarifas da eletricidade. O uso generalizado deste equipamento para aquecimento de água requer um estudo particular mais profundo. No entanto, o aquecedor a gás pode constituir uma interessante alternativa ao chuveiro elétrico e ao acumulador elétrico, não ocupando muito espaço e podendo ser instalado na área de serviço dos apartamentos ou residências. Outras vantagens são o aumento do conforto com maiores vazões de água e a possibilidade de estender-se o seu serviço de água quente na pia da cozinha e na máquina de lavar roupa.

O uso de coletores solares para aquecimento da água atualmente é considerado uma tecnologia viável pela localização geográfica da Bolívia, mas necessita de alto investimento inicial. A sua utilização atual, no Setor Residencial, está em crescimento e pode constituir-se em uma alternativa eficiente para o aquecimento da água na Bolívia, com a vantagem do coletor solar ser fabricado na Bolívia.

A tabela seguinte mostra os preços atuais dos coletores solares disponíveis no mercado da Bolívia.

Tabela 3.6 - Características de alguns Coletores Solares disponíveis comercialmente na Bolívia

Marca	Procedência	Capacidade lts.	Preço US\$
SICOSOL	Bolívia	500	2.200
SICOSOL	Bolívia	400	1.900
SICOSOL	Bolívia	300	1.300
SICOSOL	Bolívia	200	950
SICOSOL	Bolívia	150	900

Fonte: Pesquisas do autor no mercado, 1996

3.5 METODOLOGÍA PARA CARACTERIZAR A CURVA DE CARGA

Considerando que a energia elétrica é um produto não-armazenável, as empresas elétricas devem ter interesse em conhecer, detalhadamente, de que forma e em que momento os consumidores utilizam a energia. Por tanto, o estudo do mercado de eletricidade pode ser definido como o estudo da curva de demanda dos consumidores e da curva de carga do sistema, desagregados em seus componentes de demanda.

As metodologias e os sistemas para obter informações sobre os usos finais da energia elétrica são bastante variados e, em alguns casos, complexos. Para alcançar este objetivo, foi desenvolvida uma metodologia (BARGHINI, 1995) utilizada em diversos trabalhos anteriores a este e utilizada, também, pelo autor. A utilização de um conjunto de técnicas de análise interdisciplinar permite alcançar uma clara compreensão da distribuição dos consumos para usos finais de eletricidade nas residências.

A metodologia é denominada método de auditoria. O conceito básico de que a quantidade de eletrodomésticos presentes na residência e os hábitos de usá-los por parte do consumidor são as duas variáveis desta metodologia. A análise e o estudo destas duas variáveis possibilitam conhecer plenamente os usos da eletricidade nas residências. Com um tratamento de dados adequado, é possível reconstruir, com boa aproximação, o comportamento da demanda de diferentes eletrodomésticos e das diferentes classes sociais dos consumidores.

Para aplicar esta metodologia, foi desenvolvida a seguinte sequência:

1. Conhecer Cochabamba : significa conhecer as características do lugar geográfico que irá se estudar, porque o consumo de energia elétrica sempre está relacionado com as

variáveis geográficas, meteorológicas e sócio - econômicas. Assim, com um bom conhecimento destas variáveis, pode-se entender os fenômenos do consumo elétrico.

2. Conhecer os eletrodomésticos disponíveis no mercado de Cochabamba: pesquisa realizada na zona comercial de Cochabamba sobre os equipamentos de uso final em iluminação, refrigeração e aquecimento de água, registrando marca, procedência e suas características elétricas, estimando-se o consumo energético.
3. Conhecer e análise do cadastro de consumidores residenciais de energia elétrica da cidade de Cochabamba: se obteve informação da concessionária de energia elétrica de Cochabamba (ELFEC), que tinha os dados por extrato (como a quantidade de consumidores, o consumo de energia e o consumo valorado). Estas informações serviram para dimensionar o tamanho da amostra a ser pesquisada e, assim, poder garantir a representatividade estatística da mesma. Neste processo de análise, também foram revistos os dados do último censo da Bolívia (realizado no ano de 1992) para verificar a correlação entre o número de domicílios eletrificados e o número de clientes da concessionária ELFEC. Analisou-se complementarmente, gráficos de curvas de carga de transformadores, alimentadores e subestações que provêm energia ao setor residencial e de todo o sistema, à medida que se obtiveram os dados disponíveis na concessionária ELFEC.
4. Pesquisa de campo: registrados os eletrodomésticos disponíveis no mercado de Cochabamba e realizada a seleção de consumidores a serem pesquisados, iniciou-se a pesquisa nas residências de Cochabamba. Foi realizada com as seguintes subetapas:
 - Elaboração do questionário de pesquisa e impressão em papel timbrado com o logotipo de ELFEC
 - Recrutamento e treinamento das pessoas que iriam realizar as pesquisas

- Execução da pesquisa
- Processamento dos dados em um software e elaboração da curva por usos finais para o setor residencial da cidade de Cochabamba

3.5.1 Conhecer a cidade de Cochabamba, Bolívia

A cidade de Cochabamba está localizada na zona central da República da Bolívia, situada em um vale na encosta da Cordilheira dos Andes, a 2.570 metros acima do nível do mar, com temperatura média de 17,7°C, umidade relativa do ambiente de aproximadamente, 60% e precipitação fluvial média anual é de 473 mm. O número de horas de insolação é, aproximadamente, de 12 horas/dia (INE, 1996).

A informação a respeito das condições meteorológicas é essencial para dimensionar as variáveis que afetam o comportamento diário dos consumidores residenciais de eletricidade por uso de eletrodomésticos. A tabela 3.7 traz informações a respeito da insolação em Cochabamba em diferentes épocas do ano.

Tabela 3.7 - Número de horas de insolação em Cochabamba, Bolívia

Estação	Hora da início da luz solar (manhã)	Hora da finalização da luz solar (tarde)	Número de horas luz
Inverno	7:00	18:00	11:00
Primavera	6:00	18:30	12:30
verão	6:00	19:00	13:00
outono	6:30	18:30	12:00

Fonte: Instituto de Meteorologia, Cochabamba, Bolívia, 1995

Pode-se notar, pela tabela 3.7, que o consumo de energia elétrica por iluminação é maior a partir das 19:00 hrs .

Por outro lado, as condições meteorológicas permitem avaliar a incidência das principais variáveis sobre o conforto térmico e luminoso e, assim, as possíveis necessidades de ~~condicionamento ambiental (por aquecimento ou refrigeração) e de aquecimento de água.~~

Para Cochabamba, tem-se o seguinte :

Tabela 3.8 - Condições Meteorológicas em Cochabamba

Meses	Temperatura (°C)			Umidade (%)		
	Media	Máxima Media	Mínima Media	Máxima	Minima	Media
Janeiro	18,3	26,3	12,8	100	19	63,0
Fevereiro	18,9	27,6	12,5	100	20	60,0
Março	17,3	25,5	11,7	97	28	68,0
Abril	16,9	27,6	8,6	97	20	60,0
Maiο	14,3	26,8	4,4	92	15	52,0
Junho	11,8	25,5	1,1	87	15	49,0
Julho	13,6	26,3	3,1	85	15	49,0
Agosto	15,7	28,4	4,9	85	17	49,0
Setembro	17,5	27,5	8,7	90	17	50,0
Outubro	19,7	29,4	10,4	85	17	55,0
Novembro	20,3	28,9	12,1	90	17	58,0
Dezembro	18,4	26,4	12,1	99	25	62,0
Promedio	16,9	27,2	8,5	—	—	56,0

Fonte: Instituto de Meteorologia, Cochabamba, Bolívia, 1996

De acordo com esta informação, Cochabamba apresenta um clima temperado e confortável, razão pela qual não é necessário a climatização ambiental.

Através dos registros da concessionária de distribuição de energia elétrica ELFEC, observa-se que não há uma diferença no consumo de energia elétrica entre as estações de inverno e verão, o que também se observa pelas informações anteriores. (ver Anexo C)

3.5.2 Eletrodomésticos disponíveis no mercado

Os usos finais de eletricidade que são tratados neste trabalho são iluminação, refrigeração e aquecimento de água. Para conhecer os equipamentos disponíveis no mercado,

realizaram-se pesquisas na zona comercial de Cochabamba e os resultados estão mostrados nas tabelas 3.1 a 3.6 para os usos finais citados.

3.5.3 Cadastro dos consumidores residenciais de Cochabamba

O serviço de energia elétrica, no setor residencial, é fornecido pela Empresa de Luz e Força Elétrica Cochabamba (ELFEC), recentemente, privatizada e que presta serviço a outros municípios do Estado de Cochabamba. Atualmente, a concessionária atende a três sistemas (Urbano, Rural e Trópico) com administração independente. Foram levantados os seguintes dados :

Número de consumidores

O levantamento de informações foi realizado em maio de 1996 e a quantidade de consumidores de energia elétrica, naquele período, no Estado de Cochabamba era o seguinte:

Em maio de 1996, mês em que se realizou a pesquisa do estudo-piloto, a quantidade de consumidores de energia elétrica no Estado de Cochabamba era a seguinte:

Tabela 3.9 - Número de Consumidores de Energia Elétrica em Cochabamba (Maio de 1996)

Sector	Sistema Urbano	Sistema Rural	Sistema Trópico	Sistema Total
Residencial	97.706	38.068	5.251	141.025
Comercial	12.262	1.291	2.057	15.610
Industrial	2.532	565	68	3.165
Alumbrado	5	15	3	23
Total	112.505	39.939	7.379	159.823

Fonte: ELFEC junho de 1996

Como este trabalho aborda o setor residencial da cidade de Cochabamba, o universo a estudar corresponde a 97.706 consumidores urbanos de eletricidade.

Este número de consumidores representa 87% do total da área urbana da cidade de Cochabamba, de acordo com o observado na tabela 3.9 e 61% do número total de consumidores de energia elétrica do Estado de Cochabamba.

**Tabela 3.10 - Porcentagem de Consumidores de Energia Elétrica em Cochabamba
(Maio de 1996)**

Sector	Sistema Urbano	Sistema Rural	Sistema Trópico	Sistema Total
Residencial	87%	95%	71%	88%
Comercial	11%	3%	28%	10%
Industrial	2%	1%	1%	2%
A. Público	0%	0%	0%	0%
Total	100%	100%	100%	100%

Fonte: ELFEC junho de 1996

Os dados de consumo de energia elétrica para este mês, em Cochabamba, estão mostrados na tabela a seguir, onde observamos que o setor de maior consumo é o residencial com 67% do total da área urbana e 56% do total da região de Cochabamba. Pode-se afirmar, por estas informações, que no setor residencial concentra-se o consumo de eletricidade da região.

Tabela 3.11 - Consumo de Energia Elétrica em Cochabamba em kWh/mês (maio de 1996)

Sector	Sistema Urbano	Sistema Rural	Sistema Trópico	Sistema Total
Residencial	13.367.323	1.868.347	249.069	15.484.739
Comercial	3.156.105	224.648	362.104	3.742.857
Industrial	1.676.364	480.271	187.913	2.344.548
A Público	1.808.312	256.421	45.963	2.110.696
Total	20.008.104	2.829.687	845.049	23.682.840

Fonte: ELFEC junho de 1996

Tabela 3.12 - Porcentagem de Consumo de Energia Elétrica em Cochabamba (maio de 1996)

Sector	Sistema Urbano	Sistema Rural	Sistema Trópico	Sistema Total
Residencial	67%	66%	29%	65%
Comercial	16%	8%	43%	16%
Industrial	8%	17%	22%	10%
A Público	9%	9%	5%	9%
Total	100%	100%	100%	100%

Fonte: ELFEC junho de 1996

De acordo com o último censo de 1992, o número de habitantes em residências ou apartamentos na cidade de Cochabamba era de 398.010 e o número de moradias com ocupantes era de 89.065, obtendo uma média de 4,47 habitantes por residência. O número de casas e apartamentos eletrificados era de 82.071, conseguindo um índice de cobertura de 0,92 na cidade de Cochabamba (INE, 1992).

A partir dos registros estatísticos obtidos pela ELFEC, o número de consumidores residenciais na área urbana da cidade de Cochabamba, em 1992, era de 79.385. Portanto, o número de habitantes por cada medidor era de 4,61. Assim pode-se conhecer o índice de partilha de medidores, aplicando a seguinte relação (BARGHINI, 1996):

$$\text{Índice de partilha} = \frac{\text{número de domicílios eletrificados pelo censo (INE)}}{\text{número de medidores residenciais (ELFEC)}}$$

$$\text{Índice de partilha} = \frac{82.071}{79.385} = 1,0338$$

Um índice de partilha entre 1,01 e 1,05 não introduz fortes distorções no cadastro, porque a variação não é significativa e, neste caso, o valor encontrado foi de 1,03 para o índice de

medidores partilhados, o que leva à conclusão de que não há distorções significativas no cadastro.

Estatísticas de Consumo

O cadastro de faturação da concessionária elétrica de distribuição (ELFEC), divide os estratos de consumo de energia elétrica da seguinte forma:

Tabela 3.13 - Estratificação de Consumo Setor Residencial de Cochabamba (maio 1996)

Estrato (kWh)	Diferença (kWh)	No de Consumidores	% de Consumo do Total	Consumo kWh/mês	Consumo médio Por domicilio kWh/mês
0 - 20	20	8.343	8,54 %	62.195	7,45
21 - 30	10	4.024	4,12 %	103.206	25,65
31 - 40	10	4.303	4,40 %	153.329	35,63
41 - 80	40	19.611	20,07 %	1.198.373	61,11
81 - 120	40	19.129	19,58 %	1.910.331	99,87
121 - 200	80	23.479	24,03 %	3.635.308	154,83
201 - 300	100	11.413	11,68 %	2.759.720	241,80
301 - 500	200	5.471	5,60 %	2.036.942	372,32
> 500		1.933	1,98 %	1.507.919	780,09
Total		97.706	100,00 %	13.367.323	

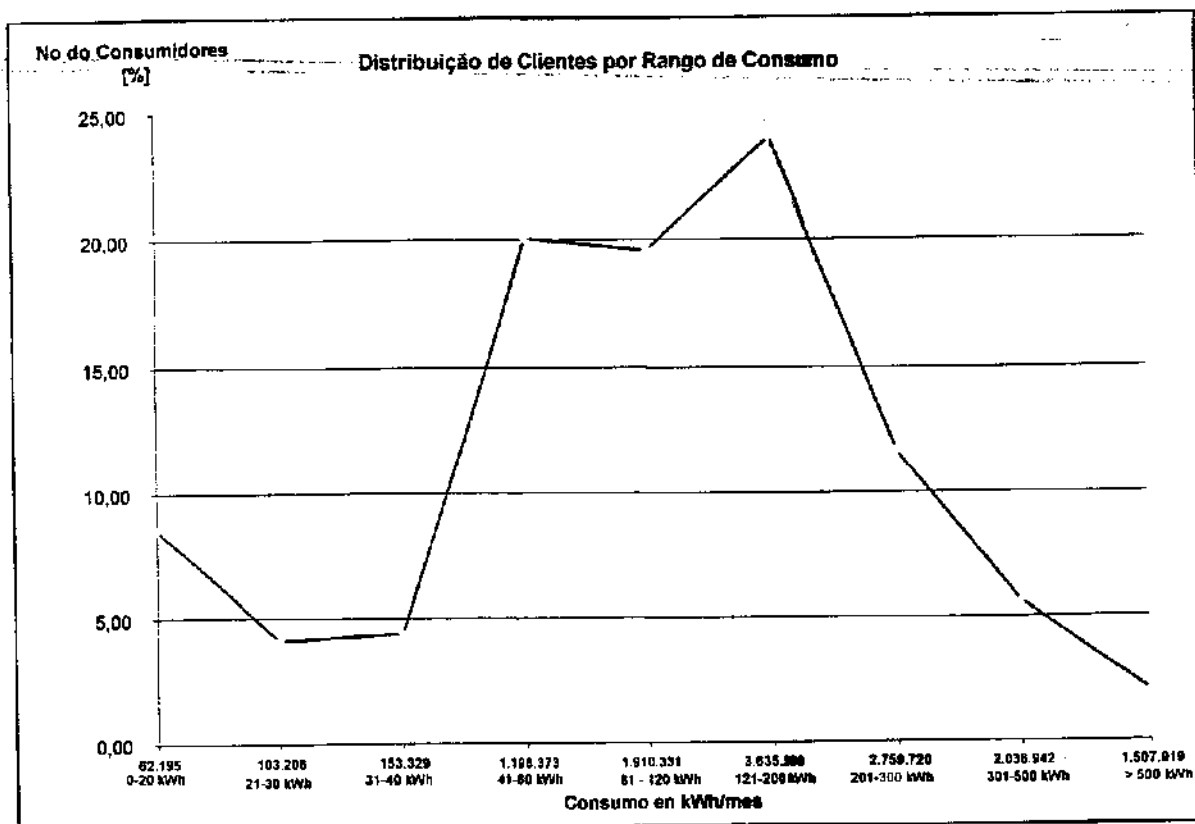
Fonte: ELFEC, junho de 1996

O Consumo médio por estrato é de 136.81 kWh/mês. Para conhecer a moda, foram analisadas as faixas de consumo nas quais está concentrada a maior parte dos consumidores, que indica estar entre 41 e 200 kWh/mês, onde se concentram 63,68% dos consumidores. Portanto, assumimos que a moda está na faixa central (81-120 kWh/mês) com um valor de 100 kWh/mês.

Observamos que a média (197,64 kWh/mês) é superior à moda, devido à influência da porcentagem elevada da classe de alto consumo sobre o conjunto.

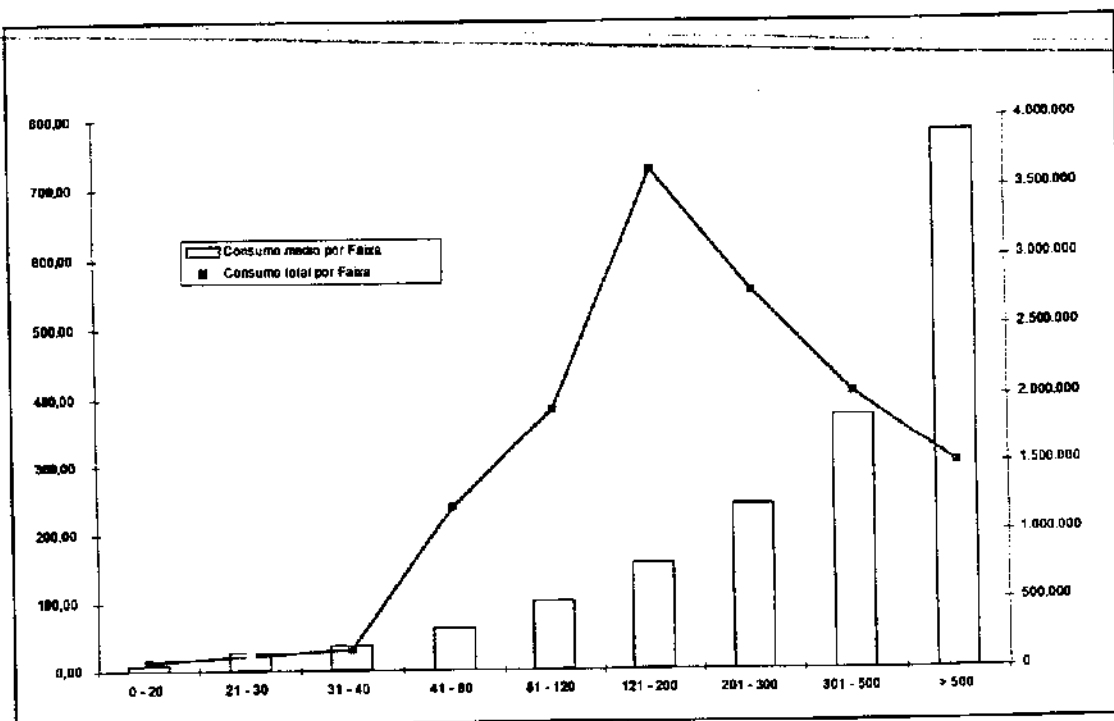
A distribuição de frequência do consumo está apresentada na seguinte figura:

Figura 3.4 - Distribuição de Consumidores por Faixa de Consumo



A figura a seguir mostra o consumo médio por faixa de consumo (gráfico de barras) e o consumo total de cada faixa de consumo (gráfico de linha).

Figura 3.5 - Consumo Médio de Energia (kWh) por Faixa de Consumo



Curvas de Carga de Consumo

As curvas de carga diária são bons elementos para realizar as primeiras hipóteses sobre os consumos dos usos finais. A seguir, mostra-se para a cidade de Cochabamba as curvas de carga de um transformador de distribuição, alimentadores residenciais, alimentadores residenciais - comerciais e de todo o Sistema de ELFEC, assim como curvas de carga de pontos de compra de energia.

Figura 3.6 - Curva de Carga de Transformador de distribuição (Residencial)

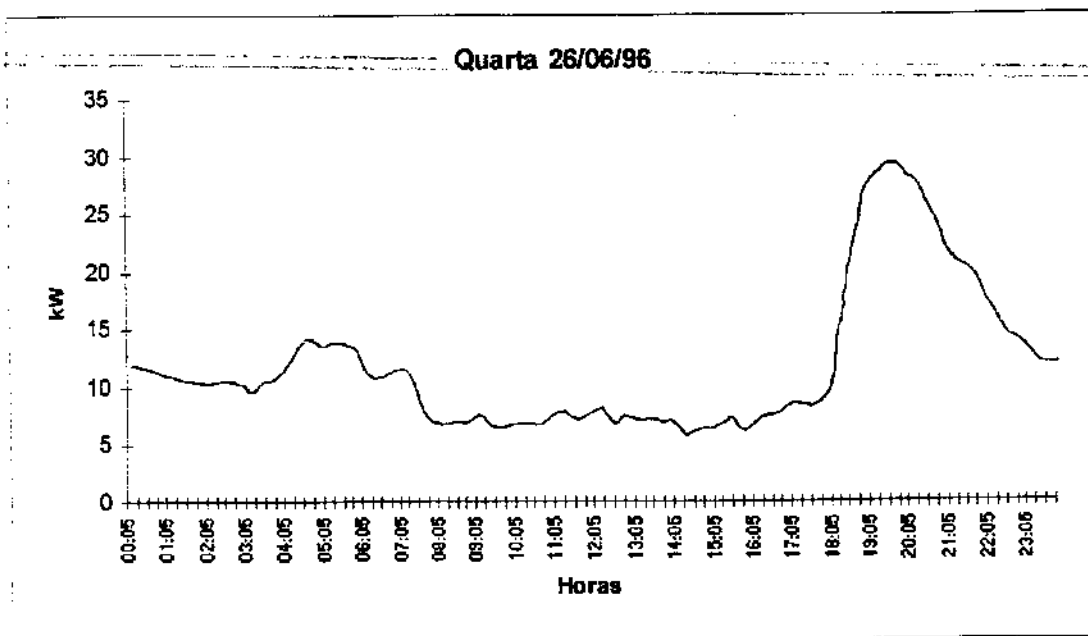
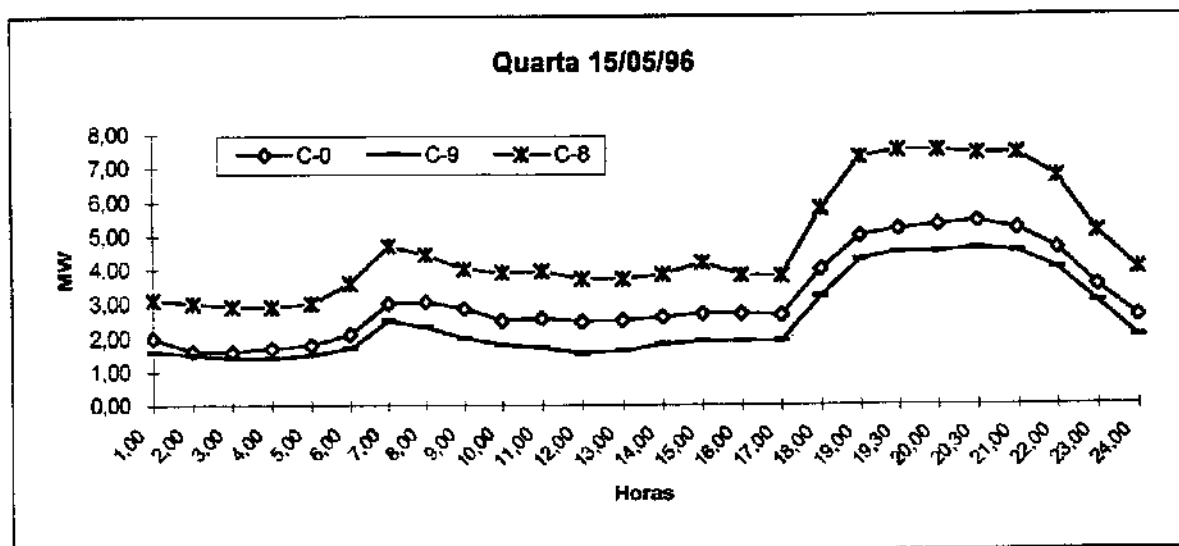
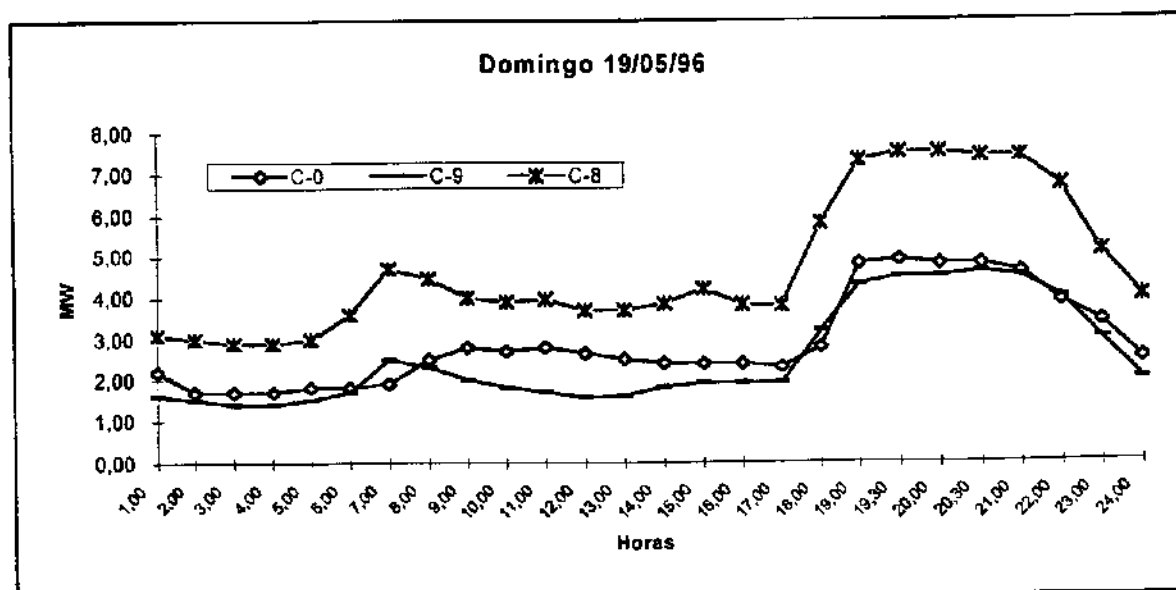
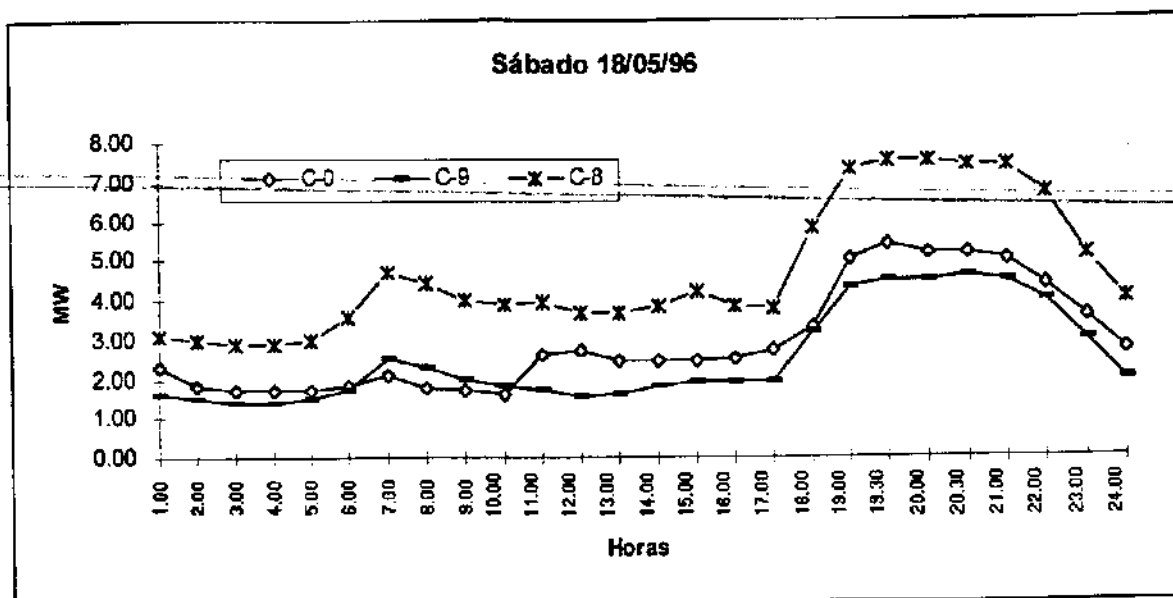


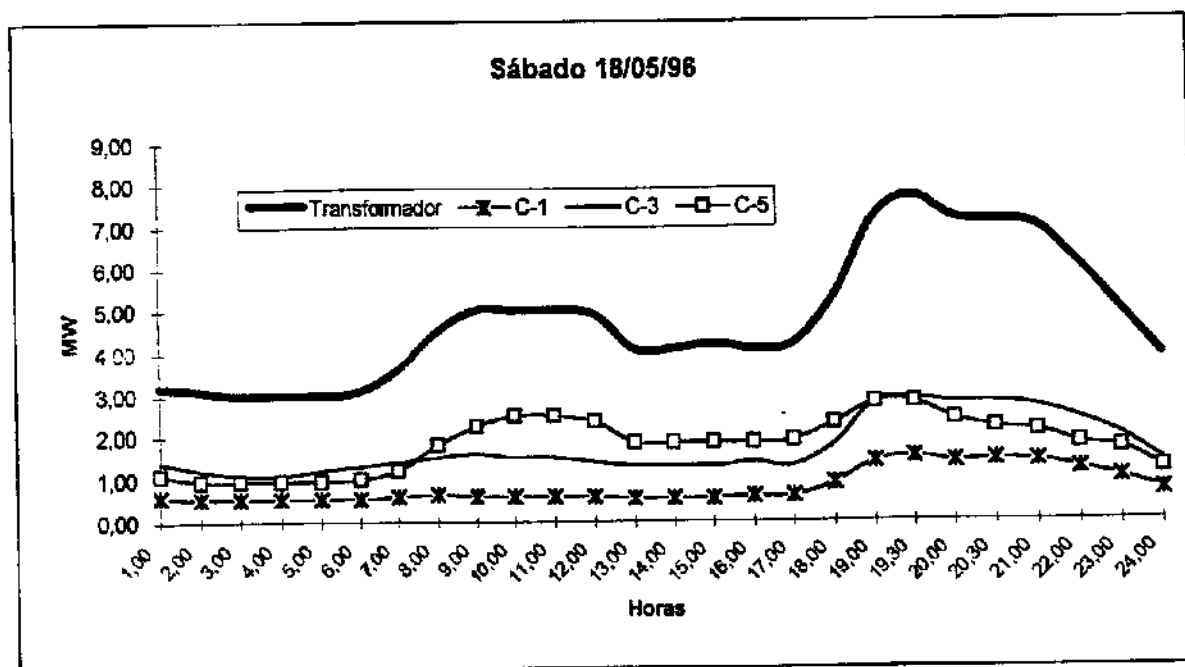
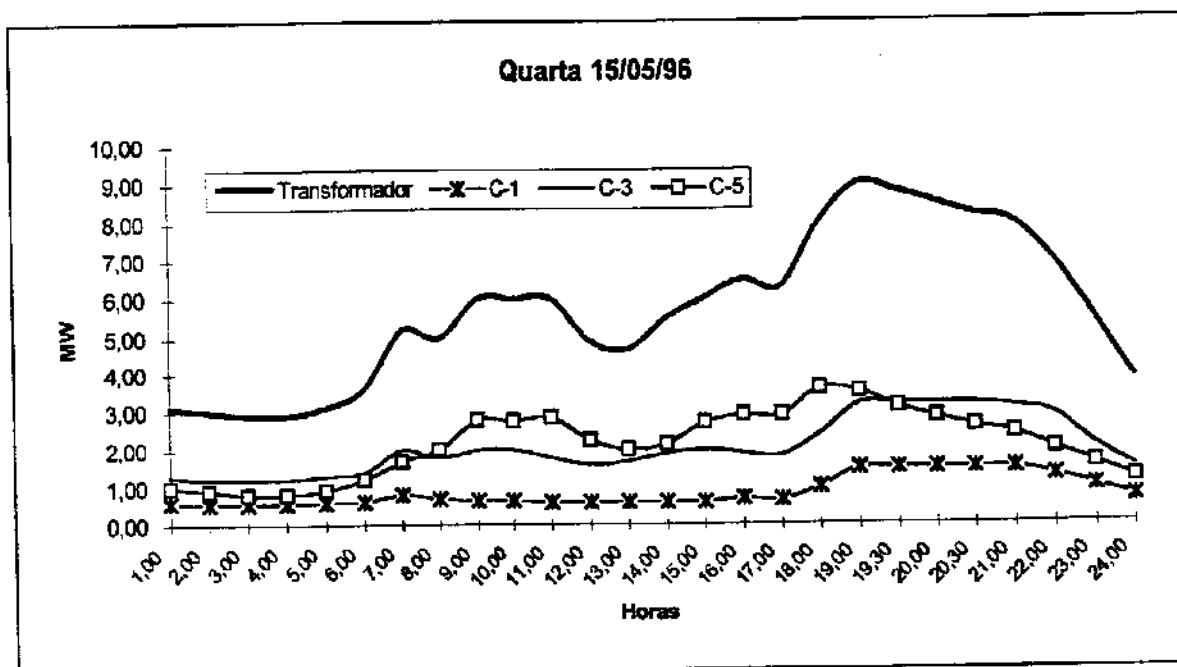
Figura 3.7 - Curva de Carga de Alimentadores Típicos Residenciais da cidade de Cochabamba

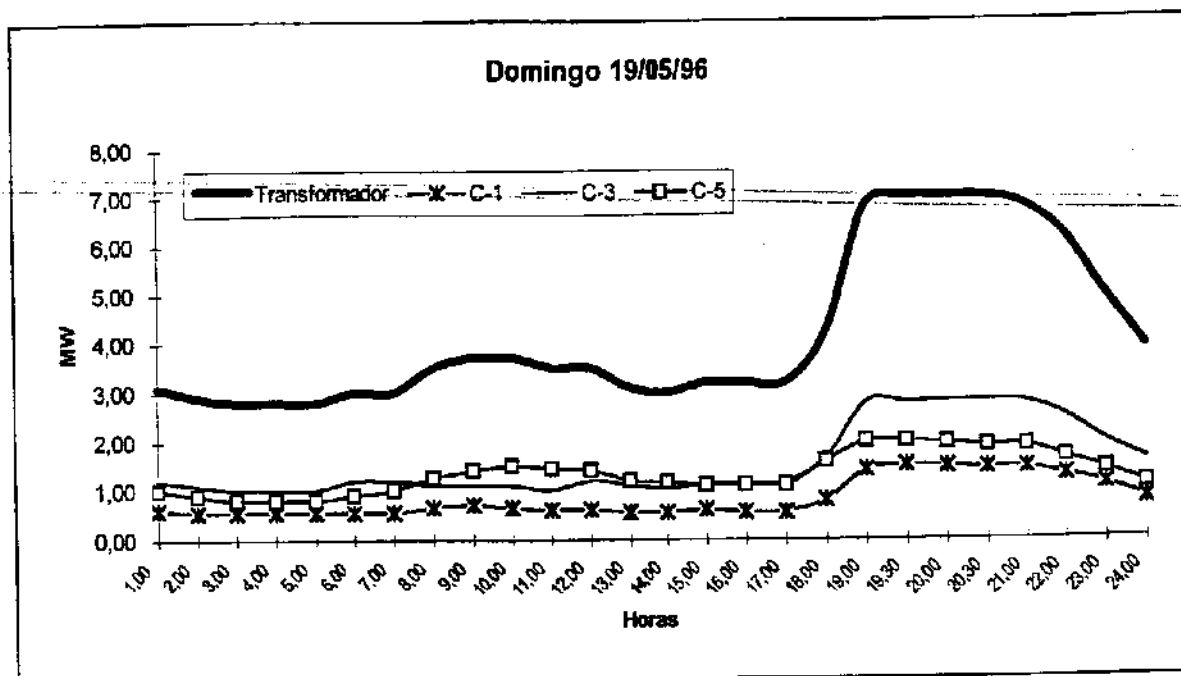




Foram tomados estes três alimentadores residenciais (C0, C9 e C8) por estarem disponíveis no momento da pesquisa pela concessionária de distribuição ELFEC. Pode-se perceber que as curvas possuem o mesmo perfil de comportamento ao longo do dia e apresentam um pico à noite, o que presume que os hábitos de consumo de eletricidade são os mesmos no setor residencial. Estes alimentadores provêm eletricidade a zonas residenciais ou bairros de classe média, que estão mais afastadas do centro da cidade.

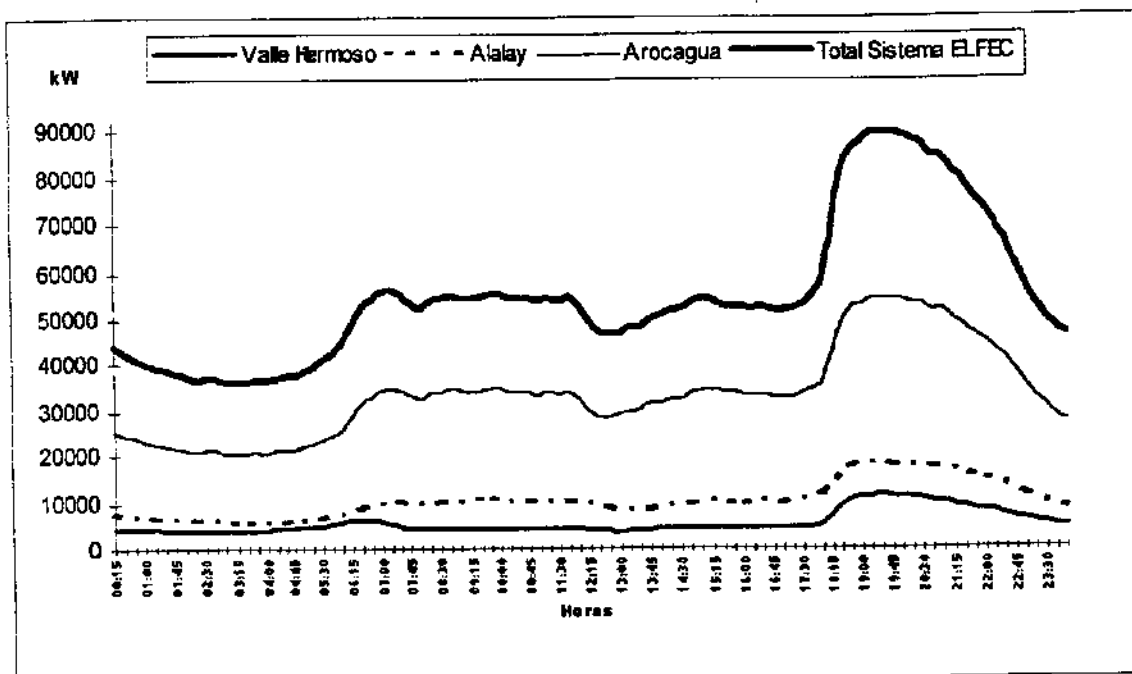
**Figura 3.8 - Curva de Carga do Transformador de Potência e Alimentadores
Típicos Mistos Residenciais e Comerciais da cidade de Cochabamba
(15/05/96)**





As curvas de carga dos alimentadores da figura anterior correspondem a alimentadores que têm carga residencial e comercial, ou seja, são mistos e localizam-se no centro da cidade onde há vários locais comerciais. A curva de carga do transformador de potência mostra um comportamento similar ao dos alimentadores residenciais.

Figura 3.9 - Curva de Carga de Cochabamba (ELFEC) e de nós de compra de Energia para a cidade de Cochabamba do Sistema Interligado Nacional (15/05/96)



Na figura anterior, está representada a curva de carga do Sistema Elétrico total de Cochabamba (ELFEC) que inclui os três sistemas, Urbano, Rural e Trópico. Estes, por sua vez, incluem os setores residencial, comercial, industrial e iluminação pública. Da mesma maneira, nota-se uma elevação pela manhã e um pico a noite. Também, na figura anterior, estão mostradas as curvas de carga dos pontos de compra de energia do Sistema Interligado Nacional para a cidade de Cochabamba e alguns povoados rurais ao redor da cidade, observando-se semelhanças de comportamentos ao longo do dia

3.5.4 A Seleção da Amostra

Para conhecer os hábitos de consumo de energia elétrica do setor residencial de Cochabamba, devemos considerar o grupo populacional de clientes pertencentes à

categoria residencial do sistema urbano da ELFEC (97.706 clientes a maio de 1996). As pesquisas sobre os hábitos de consumo realizam-se unicamente com uma amostra da população de estudo, por questões de viabilidade da pesquisa. ~~O tamanho da amostragem~~ depende do número total de consumidores e do número de variáveis locais, tais como, o clima e a situação sócio - econômica. Por exemplo, o consultor Alessandro Barghini, em seus estudos, cita a cidade de São Paulo, Brasil, com mais de 2 milhões de consumidores, onde uma amostragem de 800 consumidores foi suficiente para garantir uma reconstrução do consumo com uma margem de erro inferior a 2 %. Por outro lado, para garantir a representatividade do consumo residencial de todo País do Equador, com, aproximadamente, a metade de consumidores da cidade de São Paulo, foram necessários 2400 pesquisas, realizadas em duas cidades grandes, duas de médio porte e duas pequenas. Os números não seguem uma proporção igual, comparando ambos procedimentos, devido às diferenças pronunciadas entre as regiões da Serra e da Costa, no Equador, e a homogeneidade da população em uma grande metrópole. (Barghini, 1995)

Em toda pesquisa, dois elementos importantes para também selecionar o tamanho das amostras são a disponibilidade de tempo e a disponibilidade financeira para a execução da pesquisa. Entretanto, as técnicas de amostragem estatística permitem otimizar a seleção do tipo de amostra e um critério básico para a seleção é que a variabilidade do comportamento dos consumidores têm uma relação proporcional ao consumo. Esta hipótese é evidente e confirmada por diferentes pesquisas realizadas (Barghini, 1995). Considerando que o consumo de energia elétrica depende dos equipamentos existentes em cada domicílio, podemos afirmar que, aumentando o consumo dos consumidores, cresce também o número de aparelhos elétricos.

As classes de consumo dividida pela concessionária de Cochabamba ELFEC e o número de consumidores por classes são :

Tabela 3.14 - Classes de Consumo do Setor Residencial Urbano de Cochabamba (Maio de 1996)

Estrato kWh	Quantidade Consumidores	Consumo kWh/mês	(%) Consumidores	(%) Consumo
0	3.108	0	3%	0%
1 - 20	5.235	62.195	5%	0%
21 - 30	4.024	103.206	4%	1%
31 - 40	4.303	153.329	4%	1%
41 - 50	19.611	1.198.373	20%	9%
81 - 120	19.129	1.910.331	20%	14%
121 - 200	23.479	3.635.308	24%	27%
201 - 300	11.413	2.759.720	12%	21%
301 - 500	5.471	2.036.942	6%	15%
Superior a 500	1.933	1.507.919	2%	11%
Total	97.706	13.367.323	100%	100%

Fonte: ELFEC, junho de 1996

A partir desta tabela, pode-se observar que a faixa de consumo mais predominante no setor residencial urbano de Cochabamba, tanto pelo consumo como pela quantidade de usuários, é de 121-200 kWh/mês. Se agrupamos estas classes de consumo de acordo com o procedimento realizado nos vários estudos, obtemos a seguinte tabela.

Tabela 3.15 - Agrupamento de Classes de Consumo do Setor Residencial Urbano de Cochabamba (Maio de 1996)

Estrato kWh/mes	Quantidade Consumidores	Consumo kWh/mes	(%) Consumidores	(%) Consumo
0 - 30	12.367	165.401	13%	1%
31 - 200	66.522	6.897.341	68%	52%
201 - 500	16.884	4.796.662	17%	36%
Superior 500	1.933	1.507.919	2%	11%
Total	97.706	13.367.323	100%	100%

Fonte: ELFEC, junho de 1996

Nesta tabela, observa-se que a faixa de maior consumo de energia elétrica e o número de consumidores corresponde a de 31 a 200 kWh/mês.

A seguir, apresentam-se as características de consumo de energia elétrica das distintas faixas : (Barghini, 1995)

Estrato de 0 a 30 kWh/mês .- Nesta faixa de consumo, tem-se uma demanda mínima de energia elétrica, sendo difícil encontrar refrigeradores e sistemas de aquecimento de água (chuveiro ou aquecedor elétrico), nos domicílios destes consumidores, basicamente utilizando a iluminação e alguns eletrodomésticos de baixo consumo energético (rádio, televisão, entre outros). Esta classe de consumidores não apresenta as características do consumo para a pesquisa.

Estrato 31 a 200 kWh/ mês .- Para o caso de Cochabamba, (como se observa na tabela 3.15) esta faixa é a mais importante, porque representa a média e a moda estatística dos consumidores residenciais. Deve-se concentrar a atenção nesta faixa de consumidores para realizar a pesquisa.

Estrato 201 a 500 kWh/ mês .- Neste estrato, encontram-se os consumidores de classe social alta que possuem domicílios de médio e grande porte. Quanto aos eletrodomésticos, pode-se supor, esses consumidores têm uma grande variedade, utilizando-os mais intensamente. Esta faixa é considerada importante na amostragem, porque representa a tendência do desenvolvimento do consumo da classe média de Cochabamba, representado pela faixa anterior.

Estrato acima de 500 kWh/ mês .- Encontram-se os consumidores residenciais da cidade de Cochabamba da sociedade de classe alta, representadas pela minoria (11% do total) e com padrões de consumo não uniformes.

O tamanho da amostra com o número de entrevistados foi definido pelo total de consumidores de eletricidade do setor residencial de Cochabamba, de acordo com a ELFEC, sendo 97.706 consumidores cadastrados em maio de 1996. Utilizou-se a metodologia aplicada pela Companhia Nacional de Fuerza y Luz de San José de Costa Rica em 1993 (NEGRI, 1993), que corresponde a uma amostragem aleatória simples e global. O resultado do cálculo foi de 195 entrevistas. A seguir, mostram-se a fórmula utilizada e os cálculos feitos no caso da cidade de Cochabamba.

Amostragem aleatória simples e global

$$n = \frac{pq N}{\frac{e^2 N}{Z^2} + pq}$$

donde:

$p = 50\%$ proporção dos consumidores com consumo mais homogêneo (probabilidade favorável)

$q = 50\%$ proporção dos consumidores com consumo mais homogêneo (probabilidade contrária)

$N = 97.706$ consumidores residenciais em abril de 1996 (universo estudado)

$Z = 1.96$ para um nível de confiança de 95%

$e = 7\%$ erro percentual (margem de erro)

$n = 195$ tamanho da amostragem

$$n = \frac{(0,5)(0,5)(97.706)}{\frac{(0,07)^2 (97.706)}{(1.96)^2} + (0,5)(0,5)} = 195,608$$

As 195 entrevistas, na prática, não se realizaram por tratar-se de uma pesquisa-piloto e 60 entrevistas foram consideradas como um número representativo do universo da pesquisa.

Desta forma, a amostragem foi selecionada de forma aleatória, a partir do cadastro dos consumidores que emite a ELFEC mensalmente, considerando que a moda do universo residencial está muito próxima da média, cerca de 120 kWh/mês, e portanto considerara-se o consumidor dentro desta faixa de consumo como o consumidor típico.

As pesquisas foram distribuídas como se mostra na tabela seguinte :

Tabela 3.16 - Descrição da mostra da Pesquisa Piloto para elaboração da curva de Carga por Usos Finais para a cidade de Cochabamba (Maio de 1996)

Estrato kWh	População	Numero de questionarios	Erro %
0 - 30	12367	5	43%
31 - 200	66522	45	14%
201 - 500	16884	8	34%
Superior 500	1933	2	69%
Total	97706	60	7%

Fonte: Elaboração do autor para a Pesquisa Piloto

3.5.5 Os Formulários da Pesquisa

Nesta etapa foi a tarefa inicial, foi a adaptação do formulário da pesquisa da metodologia utilizada pelo consultor Alessandro Barghini para a International Energy Initiative (BARGHINI, 1996) nos estudos realizados na Bolívia (La Paz), Chile (Punta Arenas e Isla de Pascua) e Equador (Galápagos).

As perguntas aplicadas aos consumidores residenciais entrevistados de Cochabamba foram orientadas para medir as variáveis sobre a tendência de consumo de eletrodomésticos e hábitos de utilização dos mesmos. Quanto aos eletrodomésticos, as perguntas serviram para determinar a sua ocorrência e difusão no mercado. Em relação

aos hábitos de consumo, as perguntas serviram para identificar a maneira de utilização dos eletrodomésticos. Estes dados conformam os “eventos elétricos” cuja somatória determinará o tipo de curva de carga de cada eletrodoméstico e de cada consumidor para, posteriormente, através da agregação de cada eletrodoméstico e de cada consumidor, obter-se a Curva de Carga por Usos Finais do setor residencial da cidade de Cochabamba. No anexo C, apresenta-se o questionário aplicado na pesquisa piloto.

O formulário da pesquisa aplicado na cidade de Cochabamba contém quatro partes e seus objetivos específicos respectivamente :

<u>Parte</u>	<u>Objetivo</u>
1. Informação Básica	Obter informação sobre o consumidor entrevistado.
2. Informação Energética	Obter informação das características da instalação elétrica da casa do consumidor que permitam comprovar a coerência de suas respostas quanto ao consumo energético.
3. Informação Sócio-Econômica	Obter dados sobre variáveis sócio-econômicas determinantes na demanda de eletricidade como o tamanho da família e a renda econômica.
4. Informação sobre os hábitos de consumo e tendência de Eletrodomésticos	Informação de grande importância dentro do questionário da entrevista, contendo as informações sobre os tipos de eletrodomésticos elétricos, suas características e os hábitos de utilização dos mesmos.

O processamento da informação contida nas entrevistas foi realizado por meio do software da metodologia desenvolvida por Alessandro Barghini para International Energy Initiative, que proporciona a curva de carga por usos finais.

Para minimizar os possíveis erros nas entrevistas (como os erros de avaliação que consistem na declaração inconsciente do tempo de uso e de horário por parte do consumidor como a expressão de menores tempos de uso na declaração de alguns usos) foi realizada a capacitação dos entrevistadores e uma boa explicação do propósito da pesquisa ao consumidor residencial da cidade de Cochabamba.

3.6 A Pesquisa

Uma vez confeccionado o questionário definitivo, procedeu-se à realização das entrevistas da seguinte forma:

1. Seleção dos entrevistadores: Buscou-se a participação de mulheres jovens, devido à sua maior aceitação pela população no que se refere, a permitir o ingresso de alguma pessoa estranha em suas casas. Preferiu-se mulheres universitárias que estivessem cursando o último ano de Economia, por estarem mais familiarizadas com este tipo de atividade.
2. Capacitação e treinamento de entrevistadoras: Foi explicado detalhadamente o objetivo deste estudo e o conteúdo das entrevistas, sendo realizadas práticas de preenchimento de formulários e também dadas explicações sobre os aparelhos elétricos. Foram capacitadas quatro entrevistadoras por uma semana.
3. Elaboração de cópias de formulários: Adotou-se o formulário da metodologia de Alessandro Barghini para a International Energy Initiative, imprimindo-os pela Concessionária de Cochabamba (ELFEC), para dar mais confiança aos entrevistados.

4. Trabalho de campo (entrevistas): O trabalho na cidade de Cochabamba teve a duração de duas semanas. Esta atividade consistiu em visitar as residências sorteadas, na cidade de Cochabamba e, assim, proceder com as entrevistas. Nesta etapa, houve alguns casos em que algumas pessoas reagiram negativamente à entrevista, negando-se a dar sua colaboração com medo de, com isto, elevarem-se os preços da tarifa de energia elétrica. A média do tempo das entrevistas foi de, mais ou menos, 1,5 hora.
5. Processamento dos dados e elaboração da curva de carga por usos finais: Uma vez recompilados os dados, foi feita uma revisão dos formulários preenchidos e procedeu-se ao tratamento destas informações segundo o software, para finalmente poder obter a curva de carga por usos finais para o setor residencial da cidade de Cochabamba. Esta atividade durou três semanas.

No anexo C, apresenta-se uma descrição das variáveis requeridas pelo Software utilizado para o processamento dos dados no módulo de referências de eletrodomésticos adquiridos e hábitos de consumo. A forma como são modelados os eventos elétricos de acordo com as respostas dos pesquisados também estão apresentados no mesmo anexo, assim como a caracterização da curva de carga por usos finais da cidade de Cochabamba correspondente ao setor residencial, sabendo-se que a iluminação e o aquecimento de água são os usos que mais colaboram com os picos na curva de carga.

Com estes resultados, observa-se algo muito importante: a semelhança de comportamento da curva de carga horária por usos finais e as curvas de carga de alimentadores mais sistema total registrados por instrumentos de medição da Empresa de Luz e Força Elétrica de Cochabamba mostradas nas figuras 3.6, 3.7 e 3.8, concluindo-se que o estudo piloto reflete, razoavelmente, os usos finais que colaboram com a curva de carga do sistema da ELFEC.

No mesmo anexo C, apresenta-se a curva de carga por usos finais para o setor residencial da cidade de Cochabamba elaborado pelo Centro de Estudos da Realidade Econômica e Social (CERES), e a Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) no ano de 1990, observando-se a mesma colaboração da iluminação, refrigeração e aquecimento de água. Finalmente, é importante mencionar alguns aspectos que devem ser considerados na análise deste estudo piloto e que podem ser chamados de erros não de amostragem, mas que também incidem sobre o resultado :

- a) Os detalhes e a variação dos temas abordados no questionário propiciam a existência da possibilidade de serem gerados dados com pouca exatidão ao nível dos entrevistados, porque nem todos percebem a realidade da mesma maneira; por exemplo, alguns dos entrevistados têm consciência do quanto utilizam de um determinado equipamento elétrico, ou de que quanto tempo e a que hora acendem as luzes de um cômodo, entretanto, para outras pessoas, estas informações são bem pouco precisas.
- b) Algumas das variáveis do questionário são estimativas que respondem ao método, mas pode haver a possibilidade que se tenha subestimado ou sobrestimado algumas dessas variáveis.

CAPÍTULO 4

POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SETOR RESIDENCIAL DE COCHABAMBA

4.1 INTRODUÇÃO

A preocupação em administrar a carga elétrica faz parte da necessidade de um planejamento que minimize os custos no setor elétrico. Até 1998, o modelo de planejamento energético utilizado na Bolívia, vem correspondendo a uma lógica simples que é a de atender as necessidades energéticas oferecendo energia (paradigma convencional). O modelo de planejamento relaciona o desenvolvimento do País com o crescimento econômico, que é medido pela dimensão do Produto Interno Bruto (PIB). Este modelo convencional de política energética estabelece que é possível crescer apenas quando se eleva o consumo de energia nas atividades produtivas. Frequentemente se afirma que “.....o nível de desenvolvimento de um País é medido pela quantidade de kWh

de energia elétrica consumida....” . O planejamento energético praticado até o momento na Bolívia não reconhece a possibilidade de utilizar a energia elétrica de maneira mais eficiente (GOLDEMBERG, 1988).

Entretanto, uma nova concepção, atualmente está sendo associada à exploração e ao uso dos recursos naturais para reduzir os impactos ambientais que ocorrem em toda cadeia energética desde a produção até o consumo.

A energia, por ser um insumo básico para a atividade econômica ao demandar grandes investimentos com longos prazos de retorno, e por ser um indutor que atinge outras atividades produtivas, repercute fortemente sobre a forma de desenvolvimento. A conservação e o uso eficiente de energia elétrica têm papel decisivo tanto dentro do próprio setor energético, quanto em todas as formas de sua vinculação com a sociedade.

A conservação da energia contribui para a construção da sociedade e a redução das desigualdades sociais, para a minimização dos impactos ambientais, a melhora da produtividade, o aumento da competitividade e, conseqüentemente, para o alcance do desenvolvimento sustentável. (GOLDEMBERG, 1988)

A conservação da energia pode resultar da substituição de equipamentos de uso convencional por equipamentos eficientes no consumo energético ao nível de uso final. Assim sendo, programas de mudança de equipamentos podem contribuir para a redução da demanda máxima nos sistemas elétricos e implementar medidas de administração da demanda. Estes programas implicam um desembolso significativo de investimentos por parte das concessionárias ou organismos encarregados da eletrificação que analisam estas opções de forma competitiva em relação às formas tradicionais para a expansão do parque de geração de energia.

Por exemplo, nos Estados Unidos foram realizados investimentos em programas para eficiência energética nas empresas. Um levantamento realizado em 1990 entre as maiores concessionárias de eletricidade indicou que com US\$ 1,2 bilhão de investimentos foram economizados 17 TWh/ano e poupados 24 GW durante o período de pico nos Estados Unidos (HIRST, 1993).

A redução do consumo de energia por conservação não diminui somente o consumo de combustíveis na geração de eletricidade, podendo diminuir, também, o consumo de energia nas horas de pico e reduzir a capacidade instalada. Os programas de conservação de energia podem reduzir o consumo de energia, enquanto as medidas administrativas de demanda alteram o perfil da curva de carga.

Métodos para determinar a eficiência econômica dos investimentos em conservação estão sendo desenvolvidos, sendo um deles a técnica de análise de energia por usos finais para o fornecimento de energia ao custo mínimo, isto é, comparar os custos e benefícios produzidos pela implementação de programas de uso eficiente de energia, assim como obter os benefícios da redução de demanda. Muitas das alternativas propostas reduzem o consumo de energia e proporcionam iguais características de conforto comparadas com o uso de tecnologia convencional. Estas se chamam medidas de conservação de energia ao nível de uso final (DUTT, 1993).

A conservação da energia e a administração da demanda podem ter diferentes impactos econômicos na sociedade, dependendo somente da perspectiva em que são vistos, seja a do consumidor, seja a das empresas de eletricidade ou da sociedade.

Há outras maneiras de promover a conservação de energia como a mudança na estrutura econômica do País e, especificamente, políticas para o estabelecimento de tarifas, cuja consequência seria a otimização dos processos produtivos, melhoria dos processos

industriais, planejamento urbano, aproveitamento da comunicação para reduzir o transporte, entre outros. Tais mudanças afetam o consumo de energia produzindo sua redução. Incrementos significativos nos preços dos combustíveis podem ter como resposta a diminuição do consumo desses combustíveis, que seriam modificados por outras fontes de energia e produziriam incremento no consumo de outros combustíveis. Não se pode esperar que as melhorias da eficiência energética ocorram espontaneamente a partir das iniciativas dos consumidores. A grande experiência internacional no tema mostra que sem a participação do governo, das empresas de eletricidade e das próprias indústrias de equipamentos, o desenvolvimento de um mercado para os produtos eficientes não se viabiliza de maneira significativa.

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 social¹, aproveitando os critérios do cenário² DEFENDUS (REDDY 1995) (Development - Focused End - Use - Oriented Service - Directed).

O cenário DEFENDUS é parte de um modelo (paradigma) alternativo de planejamento energético, que considera o modo pelo qual a energia é utilizada 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 Karanataka (Índia), propondo um programa de substancial economia energética e financeira.

Neste estudo, para projetar o consumo de energia elétrica, utilizaremos o Método dos Usos Finais, no qual são utilizados os dados de demanda desagregada em iluminação,

¹ Para um análise mais completa ver Reddy, Amulaya Kumar N., "Development, Energy & Environment", Paris Annual Lectura, I.C.S. Colony, 1990

² Cenário é uma projeção condicional da evolução de um sistema. A hipótese-base é que existem vários futuros viáveis e qualitativamente diferentes, segundo as opções políticas de tomadores de decisões e segundo fatores que escapam ao seu controle.

refrigeração e aquecimento de água (para o ano-base de 1996) e levados em consideração os três componentes do DEFENDUS.

O primeiro componente é o consumidor. A eletricidade é consumida por várias categorias de consumidores (módulos sócio-econômicos homogêneos ou estratos de consumo), que têm uma taxa de crescimento, cujos índices históricos são tomados em consideração.

O segundo componente refere-se à forma pela qual a energia elétrica vem sendo usada, a uma nova orientação para o consumo nos diferentes usos finais, observando se a energia vem sendo utilizada 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 providos com igual ou menor quantidade de energia.

O terceiro componente é a determinação do modo pelo qual a energia requerida pode ser fornecida, por meio de uma combinação (mix) de tecnologias eficientes para os vários usos finais em 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 três cenários de comportamento em um horizonte de 10 anos:

1. O cenário de "Eficiência Congelada" (Frozen Efficiency) (EC) supõe que nenhuma medida de conservação de energia elétrica seja implementada e que o crescimento da demanda de energia elétrica tenha o mesmo padrão que existe hoje. Este cenário representa os níveis de consumo de energia elétrica e de potência no setor residencial caso nenhuma medida de uso eficiente da energia elétrica seja implementada, quer dizer, caso não haja melhoria da eficiência nas tecnologias usadas durante os períodos de análise. O cenário "Eficiência Congelada" projeta os níveis de demanda de energia considerando que as características dos usos finais, tais como, eficiência das

tecnologias, consumo específico e ocorrência dos mesmos fiquem iguais às características do ano base.

2. O cenário “Eficiente”, ou “Potencial Técnico” (EE) supõe a realização de uma substituição total de equipamentos atuais por eficientes, considerando as mesmas taxas de crescimento que no caso anterior. O potencial de economia de energia obtido é possível de ser mostrado, comparando com o cenário de Eficiência Congelada.
3. O cenário alternativo, chamado “Tendencial” (ET), assume um aumento na eficiência, na ocorrência e penetração das tecnologias. O aumento na eficiência é considerado natural, decorrente de uma evolução tecnológica natural dos equipamentos colocados no mercado. O aumento na penetração das tecnologias mais eficientes é devido à troca de equipamentos no fim de sua vida útil e ao crescimento vegetativo do número de ligações em cada estrato. Programas ou incentivos de conservação de energia são inexistentes. O potencial de economia energética que pode ser obtido resulta de comparação dos resultados com aqueles do cenário Eficiência Congelada.

Os equipamentos de uso final energeticamente que podem substituir os equipamentos atualmente em uso (nos usos finais de iluminação, refrigeração e aquecimento de água) estão presentes neste capítulo. Desta maneira, para realizar a avaliação energética, no caso da iluminação, considera-se a substituição das lâmpadas incandescentes (LIs) pelas lâmpadas fluorescentes compactas (LCFs). No caso da refrigeração, utilizam-se critérios para a mudança de equipamentos convencionais por eficientes ao nível do consumo energético e, no caso do aquecimento de água, a substituição dos chuveiros elétricos por aquecedores instantâneos à gás, também através de uma pequena penetração de aquecedores solar.

O objetivo final é a determinação do potencial de economia na geração de eletricidade, caso as estratégias de uso eficiente de energia elétrica sejam implementadas, tendo metas definidas para manter o programa em execução permanente em um horizonte de dez anos (1996 - 2006). Consideramos um período de dez anos porque a criação de um ambiente favorável para um programa de uso eficiente de energia elétrica é um processo complexo que requer ações bem coordenadas e que integrem diversos atores.

4.2 HÁBITOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM COCHABAMBA

Na Bolívia e, em particular, em Cochabamba, realizaram-se alguns estudos de usos finais de eletricidade nas residências a partir de 1990. Um estudo bastante amplo sobre os hábitos de consumo foi realizado pelo Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social (C.E.R.E.S.), a Empresa Nacional de Electricidad (E.N.D.E.) e a Empresa de Luz e Fuerza Eléctrica de Cochabamba (E.L.F.E.C.)

Este estudo, realizado em 1990, sobre os hábitos de consumo de energia elétrica no setor residencial da cidade de Cochabamba, foi preparado para viabilizar a introdução de medidas de uso eficiente e racional de energia elétrica, devido a uma forte crise energética causada por uma seca aguda que atingiu a Bolívia durante dois anos consecutivos (1988-1989), gerando dificuldades de produção e abastecimento de energia elétrica.

Como consequência desta situação, ao final do período de chuvas (março de 1990), a principal fonte de energia e potência na área central do Sistema Interligado Nacional (SIN) não alcançou 55% de sua capacidade, o que obrigou a ENDE a gerar termicamente energia elétrica na Área Oriental e transportar esta energia até a Região Norte do País.

Por outro lado, a variação na expectativa de crescimento da demanda na Área Norte do SIN trouxe, como consequência, um desajuste no balanço entre a demanda e a oferta de

energia. Havia, além disso, restrições na capacidade de transporte da rede de transmissão até essa região e, finalmente, ocorreu um desastre em uma das Usinas de geração (Santa Isabel), que isolou 36 MW de geração durante o tempo que durou a sua recuperação. Perdeu-se, também, um gerador de 6 MW no sistema de geração da Companhia Boliviana de Energia Eléctrica (COBEE) por vários meses.

Esos fatos geraram condições críticas de operação do Sistema Interligado Nacional durante o ano 1990, cujas conseqüências afetaram as empresas de distribuição do País no fornecimento de energia eléctrica, tornando necessário tomar algumas medidas para prevenir e minimizar os efeitos ao nível dos consumidores finais.

Desta maneira, foram realizados estudos em Cochabamba por meio de entrevistas para conhecer-se os padrões de consumo dos consumidores residenciais nos usos finais de iluminação e equipamentos eléctricos. De um universo de 91.097 consumidores residenciais que havia em 1990, foi tomado um tamanho de amostra de 600 consumidores, levantando-se os seguintes hábitos de uso da electricidade para Cochabamba (CERES, 1990):

Iluminação

A carga de iluminação em Cochabamba está concentrada nas primeiras horas da noite (18 às 21 horas) e coincide com a "ponta" (ou pico) da demanda do sistema eléctrico boliviano, o que ocorre às 19:30 horas. A máxima demanda no período entre janeiro e outubro de 1996 do Sistema Interligado Nacional ocorreu em 3 de setembro de 1996, às 19:30 horas, sendo a máxima daquele ano.

Ao longo do dia, o uso da iluminação é muito reduzido. A sazonalidade (inverno e verão) não exerce influência sobre a curva de carga, pois praticamente tem-se a mesma quantidade de horas de sol no inverno e no verão.

As estimações feitas pelo CERES - ENDE - ELFEC, baseadas nos resultados das entrevistas realizadas na cidade de Cochabamba, deram como resultado a existência 664.830 lâmpadas instaladas no setor residencial, sendo incandescentes 88 de cada 100 lâmpadas. A disponibilidade por tipo de lâmpadas vem a seguir:

Tabela 4.1 - Distribuição de lâmpadas no setor residencial de Cochabamba

Tipo de lâmpada	Potência (W)	Instalados (%)
Incandescente	40 - 75	53
Incandescente	100	35
Fluorescente	40	8
Fluorescente	20	4

Fonte: CERES - ENDE, 1990

A seguinte tabela pretende dar uma visão das quantidades de lâmpadas instaladas nas residências de diferentes estratos.

Tabela No 4.2 - Disponibilidade de Lâmpadas Incandescentes (LI) e Fluorescentes (LF) no setor residencial de Cochabamba

ESTRATO kWh/mês	TIPO DE LÂMPADAS				Total
	LF 20 W	LF 40 W	LI 75 W	LI 100 W	
1 - 30	6.746	4.907	69.916	42.931	124.500
31 - 80	3.103	15.512	79.114	65.463	163.192
81 - 120	6.411	10.397	70.352	36.215	123.375
121 - 200	4.264	14.247	75.598	44.971	139.080
maior a 201	4.414	8.752	60.233	41.284	114.683
TOTAL	24.938	53.815	355.213	230.864	664.830

Fonte: CERES - ENDE, 1990

O aquecimento da água é obtido a partir de várias fontes de energia (eletricidade, gás e solar) e mediante vários métodos de aquecimento: (1) instantâneo tipo chuveiro, (2) instantâneo de passagem com aquecedor a gás, (3) de acumulação elétrico e (4) aquecedor solar. A água quente é utilizada para higiene pessoal e seu uso não é similar entre os estratos. A seguir, apresenta-se a freqüência do uso dos equipamentos para aquecimento de água (chuveiros e aquecedor elétrico) por estratos de consumo. (CERES-ENDE, 1990)

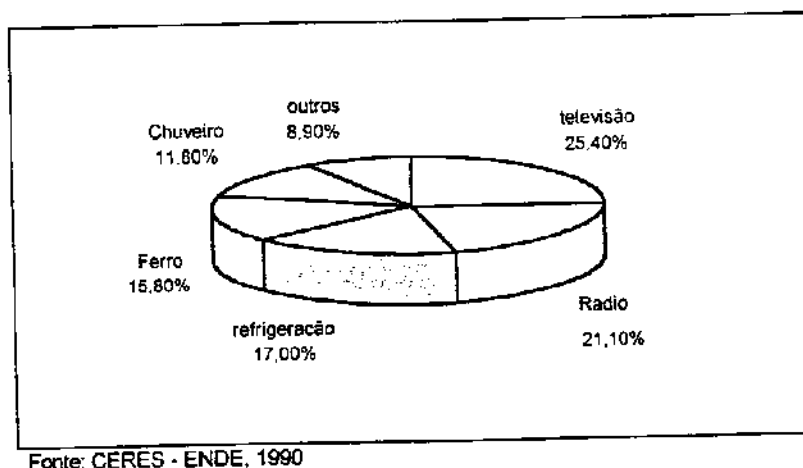
1. Estrato 1 - 30 kWh/mês : a maior freqüência de uso entre as 7 e 9 horas da manhã é o chuveiro elétrico, com uso de 79% dos chuveiros. Entre as 9:00 e 15:00 horas, a freqüência do uso do chuveiro é 14%.
2. Estrato 31 - 80 kWh/ mês : entre as 7:00 e 9:00 horas o chuveiro elétrico representa 92% de freqüência de uso
3. Estrato 81 - 120 kWh/ mês : a freqüência de uso do chuveiro elétrico é inferior à dos outros estratos; entre a 9:00 e as 12:00 horas., a freqüência é de 47% e entre as 12:00 e 15:00 hrs. 22%, o que reflete padrões sociais de comportamentos diferenciados (idade, tamanho da casa e atividade, entre outros)
4. Estrato 121 - 200 kWh/mês : entre as 7:00 e 9:00 horas, o uso mais significativo é o chuveiro elétrico que alcança a freqüência de 84%
5. Estrato acima de 200 kWh/ mês: entre as 7:00 e 9:00 horas, a freqüência concentra-se no uso do chuveiro elétrico (72%); durante a noite o uso é inferior e chega a 13%, entre as 19:00 e 20:00 horas. Neste estrato, o aquecimento adquire uma freqüência de consumo principalmente entre as 7:00 e 9:00 horas (85%), também entre as 9:00 e 12:00 horas (52%).

O aquecimento da água é obtido a partir de várias fontes de energia (eletricidade, gás e solar) e mediante vários métodos de aquecimento: (1) instantâneo tipo chuveiro, (2) instantâneo de passagem com aquecedor a gás, (3) de acumulação elétrico e (4) aquecedor solar. A água quente é utilizada para higiene pessoal e seu uso não é similar entre os estratos. A seguir, apresenta-se a frequência do uso dos equipamentos para aquecimento de água (chuveiros e aquecedor elétrico) por estratos de consumo.(CERES-ENDE, 1990)

1. Estrato 1 - 30 kWh/mês : a maior frequência de uso entre as 7 e 9 horas da manhã é o chuveiro elétrico, com uso de 79% dos chuveiros. Entre as 9:00 e 15:00 horas, a frequência do uso do chuveiro é 14%.
2. Estrato 31 - 80 kWh/ mês : entre as 7:00 e 9:00 horas o chuveiro elétrico representa 92% de frequência de uso
3. Estrato 81 - 120 kWh/ mês : a frequência de uso do chuveiro elétrico é inferior à dos outros estratos; entre a 9:00 e as 12:00 horas., a frequência é de 47% e entre as 12:00 e 15:00 hrs. 22%, o que reflete padrões sociais de comportamentos diferenciados (idade, tamanho da casa e atividade, entre outros)
4. Estrato 121 - 200 kWh/mês : entre as 7:00 e 9:00 horas. o uso mais significativo é o chuveiro elétrico que alcança a frequência de 84%
5. Estrato acima de 200 kWh/ mês: entre as 7:00 e 9:00 horas, a frequência concentra-se no uso do chuveiro elétrico (72%); durante a noite o uso é inferior e chega a 13%, entre as 19:00 e 20:00 horas. Neste estrato, o aquecimento adquire uma frequência de consumo principalmente entre as 7:00 e 9:00 horas (85%), também entre as 9:00 e 12:00 horas (52%).

A disponibilidade de equipamentos elétricos nas residências de Cochabamba pode ser visto na seguinte figura.

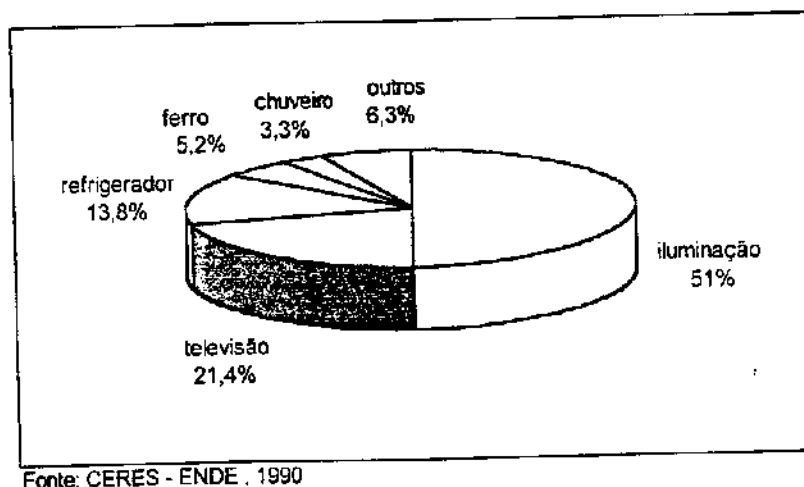
Figura 4.2 - Disponibilidade de equipamentos elétricos no setor residencial



Pode-se observar que a televisão é o eletrodoméstico mais disponível. "Outros" representa o conjunto de menor disponibilidade, contemplando bomba de água, lavadora e pequenos aparelhos elétricos.

A participação na categoria residencial dos diferentes usos finais, no horário de máxima demanda, é o seguinte:

Figura 4.3 - Participação dos Usos Finais no horário de máxima demanda



4.3 SISTEMA TARIFÁRIO BOLIVIANO

4.3.1 Aspectos Tarifários

Os preços da eletricidade têm mostrado uma forte tendência à depreciação em termos reais, permanecendo abaixo de seus níveis de eficiência e necessitando, em alguns casos de inconvenientes subsídios cruzados (isto é, fazendo com que uma categoria de consumidores pague tarifas mais elevadas e, desse modo, financie o consumo de outra categoria). As práticas tarifárias, em geral, têm dado sinais incorretas aos consumidores, promovendo o uso ineficiente da energia elétrica e causado sérios problemas financeiros às empresas de eletricidade nos países em desenvolvimento. É muito freqüente encontrar uma situação onde os clientes que mais incidem no pico do sistema, sejam os que pagam as menores tarifas. Geralmente, os preços não refletem os custos que oneram o setor elétrico (VIEIRA DE CARVALHO, 1994).

Historicamente, os países em desenvolvimento consideravam que os preços subsidiados da energia elétrica contribuíam para reduzir os problemas de equidade e para promover o desenvolvimento da indústria nacional. A experiência mostrou que os subsídios não satisfazem a nenhum dos objetivos e a sustentabilidade do setor elétrico necessita de preços "reais". Os preços subsidiados promovem a ineficiência energética ao orientar a seleção de fontes em função de critérios que não representam os custos que têm para a sociedade, além de estimular o desperdício, devido ao pouco peso relativo nos gastos familiares e nas estruturas de custos produtivos (MALDONADO, 1995).

A estrutura tarifária constitui um dos aspectos de maior importância para o sucesso dos programas de eficiência energética por promover os incentivos econômicos necessários

aos consumidores, às empresas de distribuição, às geradoras de eletricidade e à sociedade como um todo. Está claro que se os preços da eletricidade são inferiores aos custos marginais de fornecimento, o nível de consumo observado será superior ao correspondente a um direcionamento eficaz dos recursos (DUBOIS, 1994).

Particularmente, em numerosas regiões dos Estados Unidos, durante a década de 1980, os preços da eletricidade estavam baseados nos gastos, refletindo custos anteriores desgastados pela inflação, e que são inferiores aos custos associados ao desenvolvimento de novas infra-estruturas.

O sistema tarifário em vigor na Bolívia, depois da atual reforma do setor elétrico, apresenta diferenças significativas em termos de adequação dos preços aos custos. Basicamente estruturado sobre os custos marginais, o sistema tarifário permite ao consumidor diminuir seu consumo ou transferi-lo aos períodos de vale. Desta maneira, a adequação dos preços da eletricidade aos custos assegura o emprego otimizado dos recursos, tanto para a coletividade, quanto para o consumidor.

A seguir mostrar-se-ão os preços vigentes na Bolívia em 1995, os quais têm a base conceptual na teoria dos custos marginais, aplicada em vários sistemas de eletricidade da América Latina e do Mundo.

4.3.2 Preços de Geração

Com a entrada em vigor da Lei de Eletricidade e seus Regulamentos, em maio de 1996, os preços e tarifas dos Geradores aos Distribuidores e Consumidores Não Regulados⁸

⁸ Consumidores Não Regulados, são os consumidores com potência instalada mínima de 1.000 kW e com opção de comprar electricidade diretamente aos geradores.

mudaram seu conceito, já que os preços atuais são fixados com base nos Custos Marginais de Produção de Curto Prazo.

Neste contexto, o preço de uma unidade demandada deve refletir o custo de produção para satisfazer a demanda requerida. No caso da Bolívia, a nova regulação define dois preços (1) o Preço Básico da Energia e (2) o Preço Básico da Potência de Pico.

Para se ter uma idéia clara sobre este aspecto, estão mostradas na tabela a seguir as tarifas denominadas de N^o para o Sistema Interligado Nacional. Estas tarifas são aplicadas do Gerador ao Distribuidor, incluindo a remuneração à Transmissão antes da entrada em vigor da Lei da Eletricidade.

⁹ Ponto do sistema elétrico onde se retira ou se entrega a eletricidade

Tabela 4.3 - Tarifas Aplicadas até janeiro de 1995 no Sistema Interligado Nacional Boliviano

SUBESTAÇÃO	CLIENTE	ENERGIA US\$/MWh	POTENCIA US\$/kW-mês
GUARACACHI	CRE.	20.23	7.09
CORANI	POSDON	19.80	8.64
AROCAGUA	ELFEC	21.00	8.10
ALALAY	ELFEC	20.96	8.11
VALLE HERMOSO	ELFEC	20.67	8.23
CHIMORE	ELFEC	20.15	8.42
COBOCE	ELFEC	20.54	8.27
VINTO	COBEE-VINTO	22.00	11.70
KENKO	COBEE - LA PAZ	26.24	14.07
CATAVI	COBEE - CATAVI	21.75	7.96
SACACA	PUEBLO SACACA	19.14	6.00
POTOSI	SEPSA	20.50	7.98
KARACHIPAMPA	COMPLEJO METALURGICO	19.32	13.58
DON DIEGO	CABALLO BLANCO	19.68	16.37
MARIACA	YFPB	19.14	12.38
	CESSA	19.14	8.97

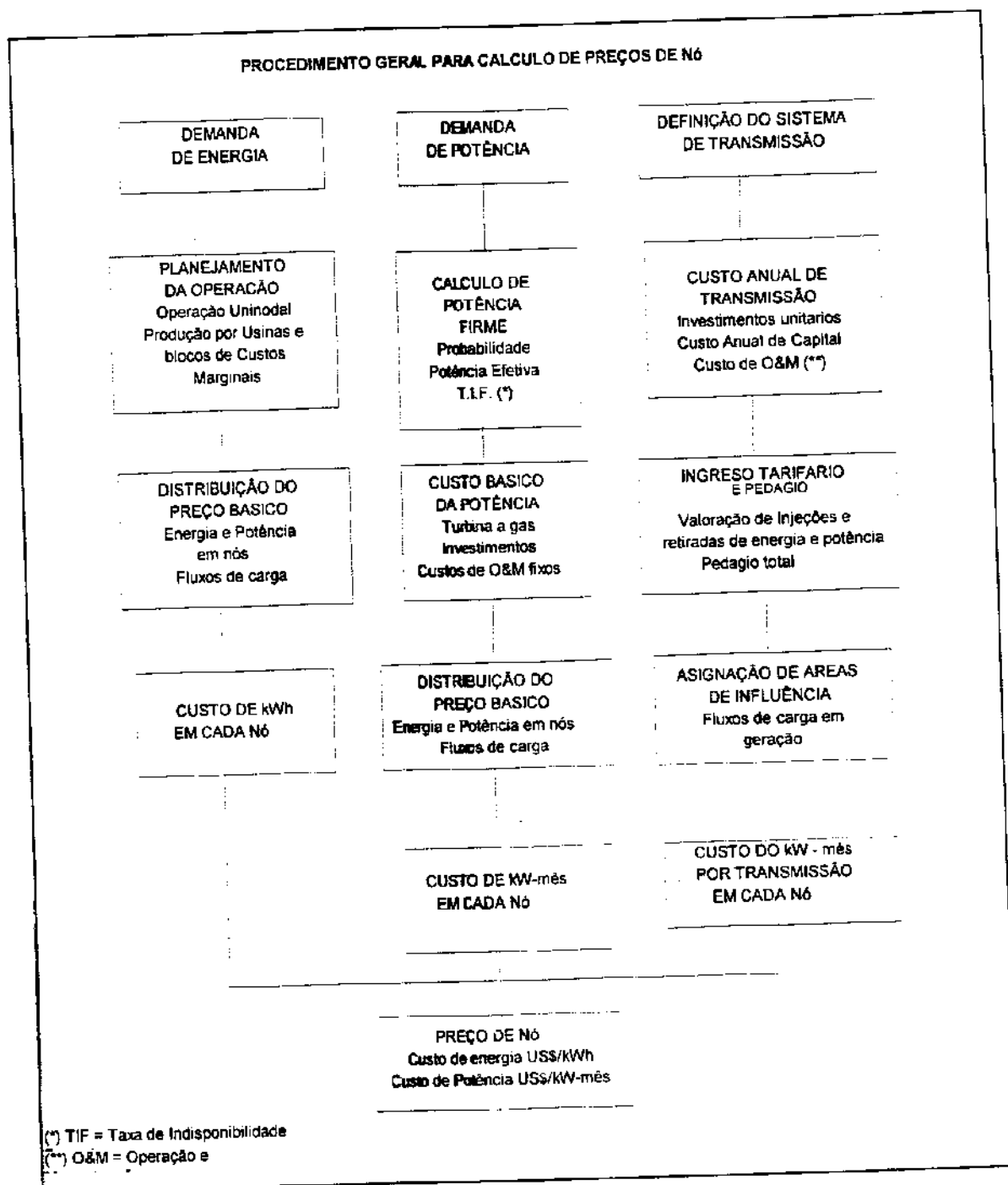
Fonte: Decreto Supremo No 24098 - Junto a Lei de Electricidade

Definições:

- CRE - Cooperativa Rural de Electrificación (SantaCruz)*
- POSDON - Complexo Turístico (Cochabamba)*
- ELFEC - Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba*
- COBEE - Companhia Boliviana de Energía Eléctrica (Oruro)*
- COBEE - Companhia Boliviana de Energía Eléctrica (La Paz)*
- COBEE - Companhia Boliviana de Energía Eléctrica (Potosí)*
- SACACA - Pequeno Povoado (Potosí)*
- SEPSA - Servicios Eléctricos Potosí SA (Potosí)*
- COMPLEJO - Complejo Metalúrgico Vinto (Oruro)*
- CABALLO - Pequeno Povoado (Potosí)*
- YFPB - Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*
- CESSA - Cooperativa Eléctrica de Sucre SA (Sucre)*

Com a entrada em vigor da Lei de Eletricidade, os preços de nó calculam-se de acordo com a metodologia esquematizada na seguinte figura:

Figura 4.4 - Procedimento para o Cálculo de Preços de Nó



Fonte: Elaboração própria

Estes preços de nó são aplicáveis em todos os pontos do Sistema Troncal de Interligação, naqueles que se efetuam transferências de eletricidade aos Distribuidores e aos Consumidores Não Regulados e são publicados semestralmente em 28 de abril e em 28 de outubro de cada ano, vigorando a partir de 1º de maio e de 1º de novembro, respectivamente. Os preços de Nó de Potência de Pico e de Energia são indexados mensalmente para atualizar os preços. As fórmulas de indexação estão em função do Preço do Dólar Norteamericano, do Preço dos Combustíveis e da evolução dos Índices de Preços ao Consumidor.

A primeira fixação de preços ocorrida na Bolívia neste esquema atual de tarifas marginais resultaram nos seguintes valores:

Tabela 4.4 - Tarifas vigentes de Maio a Outubro de 1996 no Sistema Interligado Nacional Boliviano

PREÇOS DE NÓ SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL PERIODO MAIO 1996 - OUTUBRO 1996		
NÓ (NODO) (localidade)	Pagamento por ENERGIA US\$/MWh	Pagamento por POTENCIA US\$/kW-mês
KENKO	21,19	12,34
VINTO	19,13	10,40
VALLE HERMOSO	18,61	8,57
ALALAY	18,56	8,58
AROCAGUA	18,44	8,58
CHIMORE	18,14	7,53
COBOCE	18,45	8,97
GUARACAHI	18,64	7,42
SACACA	19,22	9,30
CATAVI	18,95	10,09
OCURI	19,32	10,10
POTOSI	18,80	10,12
KARACHIPAMPA	18,41	10,00
DON DIEGO	18,29	10,00
MARIACA	18,02	9,92
ARANJUEZ	17,50	9,81

Fonte: Sistema de Regulación Sectorial, Superintendencia de Electricidad. Resolución SSDE No 017/96

O nó marginal para a energia e para a potência foi o do Guaracachi, encontrando em Santa Cruz porque neste nó ficou mais tempo, a energia marginal. Na tabela 4.5 estão os preços pelo uso das instalações de Transmissão denominados Pedágios no Sistema Interligado Nacional.

Tabela 4.5 - Tarifas por Pedágio vigentes de Maio a Outubro de 1996 no Sistema Interligado Nacional na Bolívia

PEDÁGIO POR USO DE INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO para consumos de eletricidade em nós (localidades)	
Pedágio atribuíveis aos Consumos	
NÓ	US\$/kW-mês
KENKO	1,74
VINTO	1,38
VALLE HERMOSO	0,66
ALALAY	0,66
AROCAGUA	0,66
CHIMORE	0,16
COBOCE	0,75
SACACA	0,84
CATAVI	1,37
OCURI	1,37
KARACHIPAMPA	1,37
DON DIEGO	1,37
MARIACA	1,37
ARANJUEZ	1,37
Pedágios atribuíveis a Gerador	
NÓ	US\$/kW-mês
CARRASCO	0,39
VALLE HERMOSO	0,46
SANTA ISABEL	0,39
CORANI	0,39
KARACHIPAMPA	2,13
ARANJUEZ	3,23
MIGUILLAS	0,46
ZONGO	0,46

Fonte: Sistema de Regulación Sectorial, Superintendencia de Electricidad, 1996
Resolución SSDE No 017/96

Tabela 4.6 - Comparação de Preços de Nós no SIN antes e depois da Reforma do Setor Elétrico Boliviano

Nó	Preços antes da Reforma do Setor Elétrico		Preços depois da Reforma do Setor Elétrico		Diferença em Preço Energia	Diferença em Preço Potência
	Energia US\$/MWh	Potência US\$/kW-mês	Energia US\$/MWh	Potência US\$/kW-mês	US\$/MWh	US\$/kW-mês
Kenko	26,24	14,07	21,19	14,08	5,05	-0,01
Vinto	22,00	11,70	19,13	11,78	2,87	-0,08
V.Hermoso	20,67	8,23	18,61	9,23	2,06	-1,00
Alalay	20,96	8,11	18,56	9,24	2,40	-1,13
Arocagua	21,00	8,10	18,44	9,24	2,56	-1,14
Chimoré	20,15	8,42	18,14	7,69	2,01	0,73
Coboce	20,54	8,27	18,45	9,72	2,09	-1,45
Guaracachi	20,23	7,09	18,64	7,42	1,59	-0,33
Sacaca	19,14	6,00	19,22	10,14	-0,08	-4,14
Catavi	21,75	7,96	18,95	11,46	2,80	-3,50
Potosí	20,50	7,98	18,80	11,49	1,70	-3,51
Karachi.	19,32	13,58	18,41	11,37	0,91	2,21
Don Diego	19,68	16,37	18,29	11,37	1,39	5,00
Mariaca	19,14	12,38	18,02	11,29	1,12	1,09
Aranjuez	19,14	8,97	17,50	11,18	1,64	-2,21

Fonte: Elaboração própria com dados da Superintendencia de Electricidad, 1996

Observa-se, na tabela anterior, que houve uma diminuição dos preços da energia e um aumento nos preços da potência. Antes da reforma, os preços eram fixados pelo órgão regulador com base em critérios não marginalistas, onde o proprietário da geração era o Estado. A partir da reforma do setor elétrico, os preços são fixados com base nos custos marginais de curto prazo, existindo uma competição entre as empresas geradoras para oferecer a energia e a potência a preços cada mais eficientes, explicando, assim, o aumento dos preços de potência e a diminuição dos preços da energia.

4.3.3 Preços de Distribuição

Uma das barreiras mais importantes ao uso eficiente da energia elétrica, no setor residencial da Bolívia, está no nível baixo e subsidiado da tarifa elétrica. Neste País, assim como nos demais países em desenvolvimento, os fatores político-sociais sempre têm

estado presentes na estruturação e operação do Sistema Tarifário em seus diferentes setores de consumo.

As tarifas elétricas que se aplicam em Cochabamba, Bolívia, para a categoria residencial do Sistema Urbano, encontram-se em vigor desde o mês de maio de 1995, quando foram fixadas pelo Governo, através da Secretaria Nacional de Energia (SNE) e da Dirección Nacional de Electricidad (DINE), e estão baseadas em indicadores macroeconômicos (inflação interna, taxa de câmbio, entre outros). Não foram realizado aumentos ou revisões tarifárias até a data de hoje e, mês a mês, são atualizadas em função da taxa de câmbio do dólar americano e do Índice de Preços ao Consumidor.

As tarifas que se aplicam na cidade de Cochabamba para o setor residencial vigentes no mês de maio de 1996 estão na seguinte tabela:

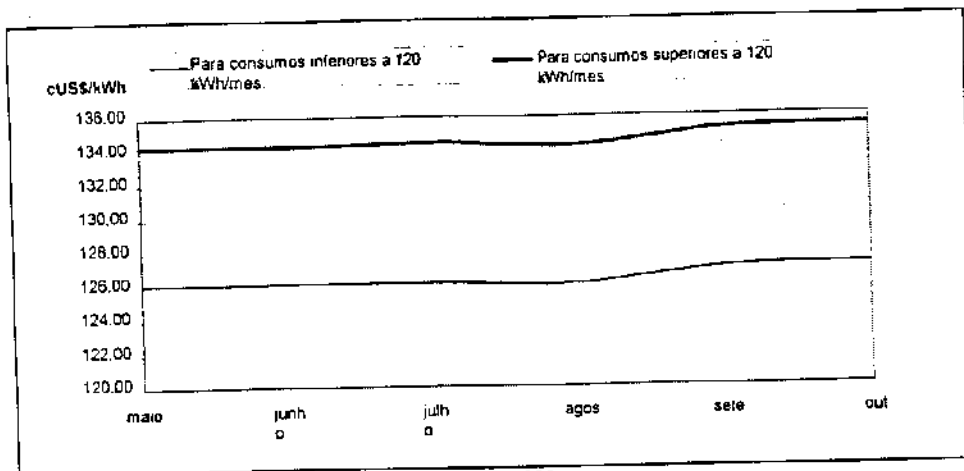
Tabela 4.7 - Estrutura Tarifária para a Empresa de Luz e Força Elétrica Cochabamba (ELFEC)

ESTRUTURA TARIFARIA PARA ELFEC SISTEMA URBANO Maio 1996	
CATEGORIA	Custo
Residencial - 1 (R1) Pagamento mínimo mensal com direito a 20 kWh/mês De 21 kWh/mês a 120 kWh/mês	US\$ 1,26 US\$ 0,045/kWh
Aplicação: ao consumidor residencial com consumo menor ou igual a 120 kWh/mês	
Residencial - 2 (R2) Pagamento mínimo mensal com direito a 20 kWh/mês De 21 kWh a 120 kWh De 121 kWh a 300 kWh Maior de 301 kWh	US\$ 1,342 US\$ 0,047/kWh US\$ 0,069/kWh US\$ 0,079/kWh
Aplicação: Ao consumidor residencial com consumo superior a 120 kWh	

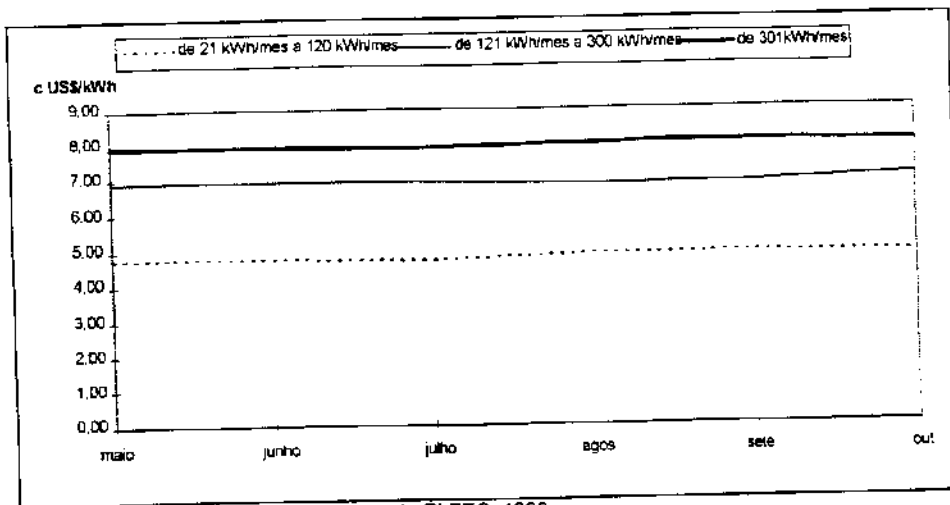
Fonte: Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba, maio de 1996

A evolução das tarifas de maio a outubro de 1996 e no período 1992-1996 para o setor residencial de Cochabamba está indicada nas seguintes figuras:

Figura 4.5 - Tarifas mínimas mensais aplicadas no setor residencial de Cochabamba (1996)

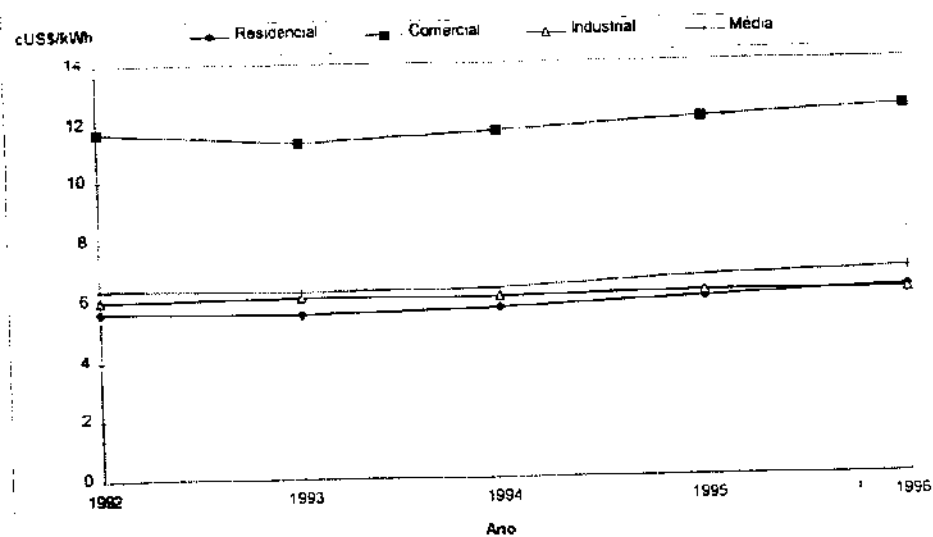


Fonte: Elaboração própria com dados de ELFEC, 1996



Fonte: Elaboração própria com dados de ELFEC, 1996

Figura 4.6 - Evolução de Tarifas aplicadas na Cochabamba (1996)



Fonte: Superintendencia de Electricidad, 1997

Esta situação deverá ser alterada em maio de 1999, quando serão fixadas as novas tarifas de distribuição, de acordo com o novo marco regulatório da Lei de Eletricidade. Estas novas tarifas darão os verdadeiros sinais para incentivar o uso eficiente da eletricidade, já que estarão muito associados aos custos reais de produção, de transmissão e de distribuição. As tarifas de distribuição terão uma vigência de quatro anos.

Desta forma, as Estruturas Tarifárias para cada empresa de Distribuição serão aprovadas pela Superintendencia de Electricidad (Ente Regulador do Setor Elétrico) em função das características do fornecimento e do consumo de eletricidade na base das seguintes pagamentos:

- pagamento por consumidor,
- pagamento por Potência de Ponta,
- pagamento por Potência Fora de Ponta e
- pagamento por Energia.

Estas tarifas base serão indexadas mensalmente com fórmulas que refletem a variação dos custos de distribuição, os acréscimos de eficiência operativa para permitir o passagem direta das variações nos custos de compras de energia e de impostos.

Para ter-se um panorama mais amplo das tarifas de Bolívia, a seguir são apresentadas as tarifas de 1996 para as três principais empresas elétricas de distribuição:

**Tabela 4.7a- Tarifas Eléctricas das três principais Empresas Distribuidoras em
Bolívia em 1996**

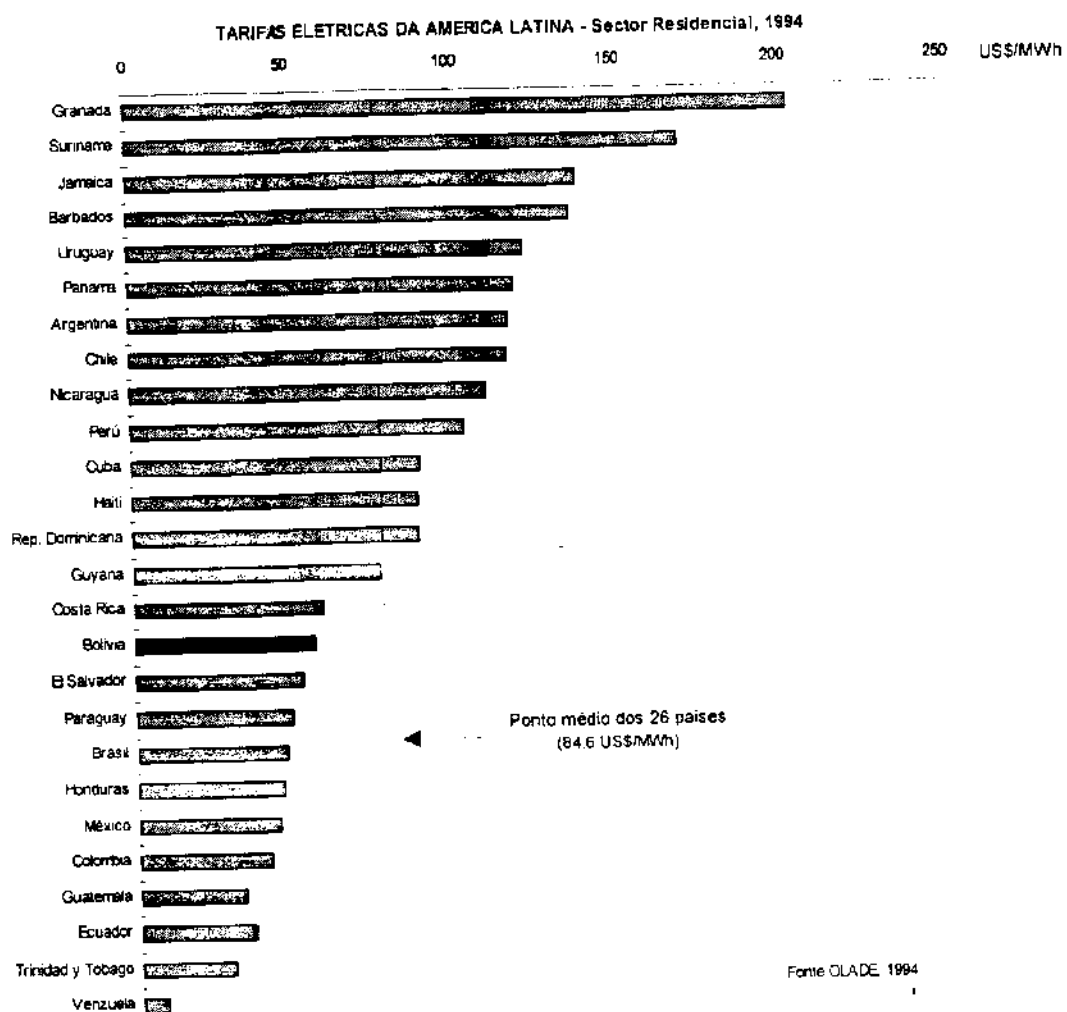
ELECTRICIDAD DE LA PAZ - ELECTROPAZ (La Paz)					
CATEGORIA	CONSUMIDORES		VENDAS DE ELETRICIDADE		TARIFA MEDIA cUS\$/kWh
	QUANTIDADE	%	MWH	%	
Residencial	203.440	85%	383.924	50%	5,0
Comercial	34.664	15%	176.333	23%	9,6
Industrial	685	0%	152.967	20%	4,9
Mineração	1	0%	1.979	0%	4,8
Iluminação Pública	1	0%	32.677	4%	5,5
Outros	3	0%	27.024	3%	3,7
TOTAL	238.794	100%	774.904	100%	6,0
Taxa do crescimento em demanda de energia= 8,3%					
COÓPERATIVA RURAL DE ELECTRIFICACION - CRE (Santa Cruz)					
CATEGORIA	CONSUMIDORES		VENDAS DE ELETRICIDADE		TARIFA MEDIA cUS\$/kWh
	QUANTIDADE	%	MWH	%	
Residencial	139.526	85%	340.158	44%	5,5
Comercial	23.577	14%	185.088	24%	10,1
Industrial	1.446	1%	213.200	28%	5,8
Mineração	0	0%	0	0%	0,0
Iluminação Pública	22	0%	35.917	5%	6,9
Outros	0	0%	0	0%	0,0
TOTAL	164.571	100%	774.363	100%	6,7
Taxa do crescimento em demanda de energia= 10,3%					
EMPRESA DE LUZ Y FUERZA ELECTRICA COCHABAMBA S.A. - ELFEC (Cochabamba)					
CATEGORIA	CONSUMIDORES		VENDAS DE ELETRICIDADE		TARIFA MEDIA cUS\$/kWh
	QUANTIDADE	%	MWH	%	
Residencial	148.623	88%	180.138	44%	6,3
Comercial	16.715	10%	43.931	11%	12,4
Industrial	3.694	2%	151.054	37%	6,2
Mineração	0	0%	0	0%	0,0
Iluminação Pública	1	0%	25.941	6%	6,2
Outros	1	0%	5.455	1%	4,2
TOTAL	169.034	100%	406.518	100%	6,9
Taxa do crescimento em demanda de energia= 9,4%					

Fonte: Superintendencia de Eletricidad, 1997

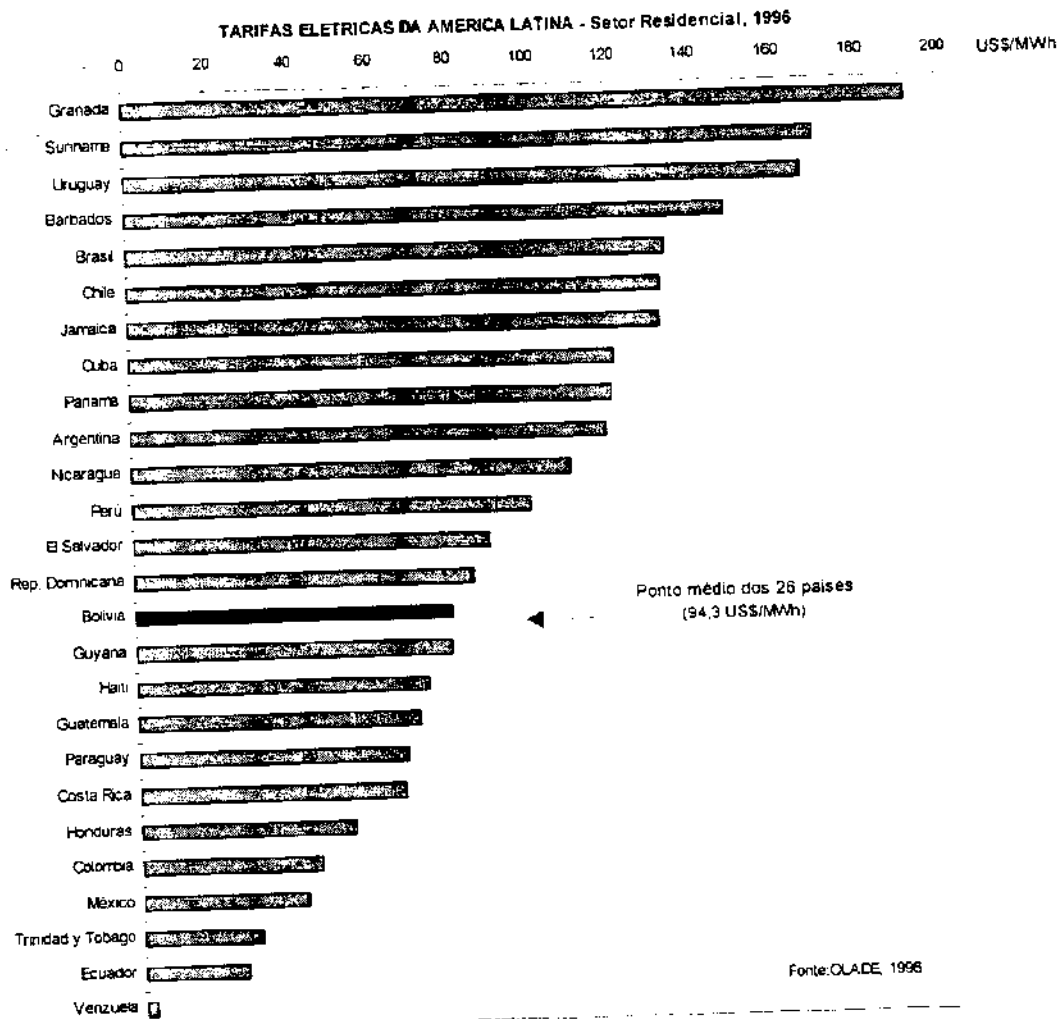
As tarifas mantidas até dezembro de 1998, que não refletem os verdadeiros custos envolvidos para o fornecimento da energia, contribuíram para o aumento do déficit público e realimentaram a inflação, levando o consumidor final ao desperdício de energia.

Na próxima figura, aprecia-se o nível tarifário de Bolívia comparado aos outros países da América Latina.

Figura 4.6a- Tarifas Elétricas no setor residencial da América Latina (1994 e 1996)



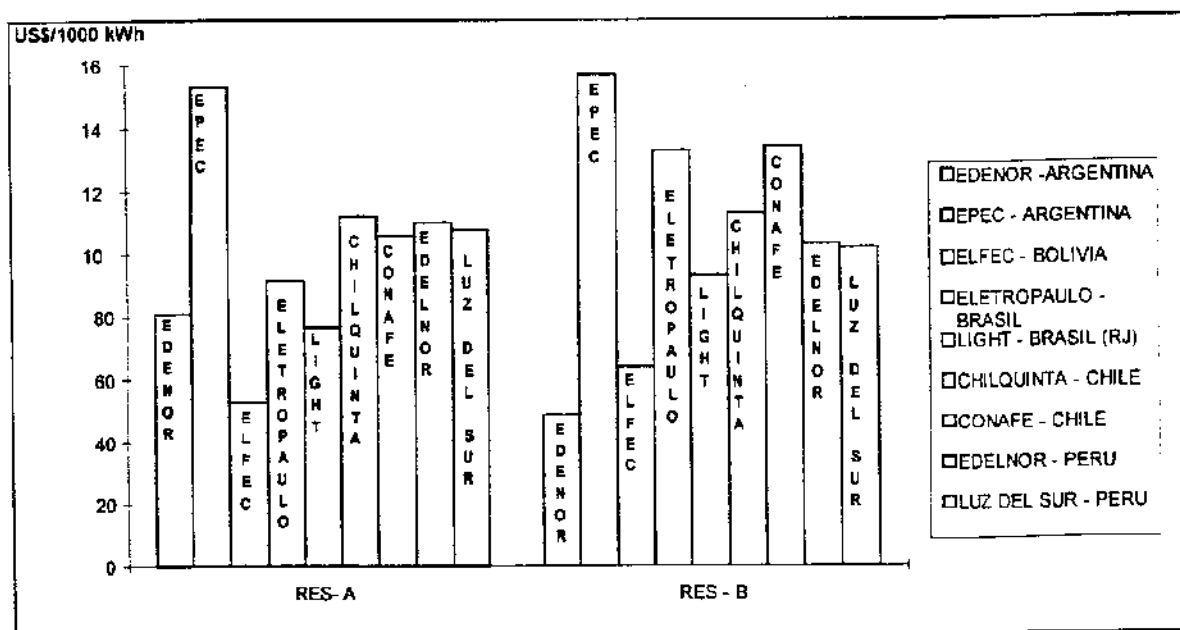
Fonte: Energia em Cifras. Sistema de Información Económica-Energética. OLADE. Versión No 6, Quito, 1994



Fonte: Energía en Cifras, Sistema de Información Económica-Energética, OLADE, Versión No 8, Quito, 1996

Na figura 4.8, mostram-se comparativamente as tarifas da concessionária de Cochabamba (ELFEC) comparada a outras empresas de distribuição da América Latina para o setor residencial.

Figura 4.8 - Tarifas do setor residencial de algumas empresa da América Latina por 1000 kWh (1995)



Fonte: Comisión de Integración Energética Regional - 1995

A figura anterior apresenta as tarifas residenciais aplicadas em Cochabamba pelo setor residencial, estando em um nível inferior à média das nove empresas pesquisadas. Esta situação mostra o quanto pode não ser econômico realizar programas de uso eficiente na Bolívia junto ao setor residencial.

4.4 POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A 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 da lâmpadas, sistemas de refrigeração, de aquecimento de água e de outros equipamentos elétricos. Existe um grande potencial de conservação de energia que pode ser alcançado por meio da

transformação de uma sociedade de desperdício em uma sociedade que utilize racionalmente e de forma mais adequada seus recursos globais, sem privar-se do conforto e dos benefícios que a energia pode proporcionar. (GOLDEMBERG, 1993).

O conhecimento por parte dos consumidores das tecnologias utilizadas no País e das tecnologias mais eficientes facilitará sua comparação para que os consumidores possam escolher entre eles (avaliações técnico - econômicas são feitas no presente capítulo). Além disso, o estudo dos méritos e imperfeições da atual Lei de Eletricidade 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 sócio-econômicas é importante, porque elas revelarão as barreiras que opõem-se ao uso eficiente da energia elétrica e identificarão os caminhos para um futuro de consumo de energia que seja sensato do ponto de vista econômico, adequado para o meio ambiente e estrategicamente seguro.

Neste tópico, são consideradas as tecnologias de uso final em iluminação, refrigeração e aquecimento de água que podem ser melhoradas para conseguir um benefício na eficiência energética. Apresentam uma comparação das tecnologias existentes nas residências com as tecnologias eficientes energeticamente e disponíveis atualmente nos mercados de outros países. Finalmente, indica-se o potencial de conservação de energia elétrica que pode ser obtido no setor residencial de Cochabamba por meio dos usos finais de iluminação, refrigeração e aquecimento de água.

4.4.1 Usos Finais Analisados

No presente trabalho, foram analisados os três usos finais mais importantes do ponto de vista de consumo energético, isto é, iluminação, refrigeração e aquecimento de água, bem como uma descrição dos equipamentos utilizados atualmente e das tecnologias eficientes que podem substituí-los.

Na próxima figura, estão esquematizados os usos finais a serem substituídos no setor residencial de Cochabamba

Figura 4.9 - Opções de substituição no setor residencial de Cochabamba

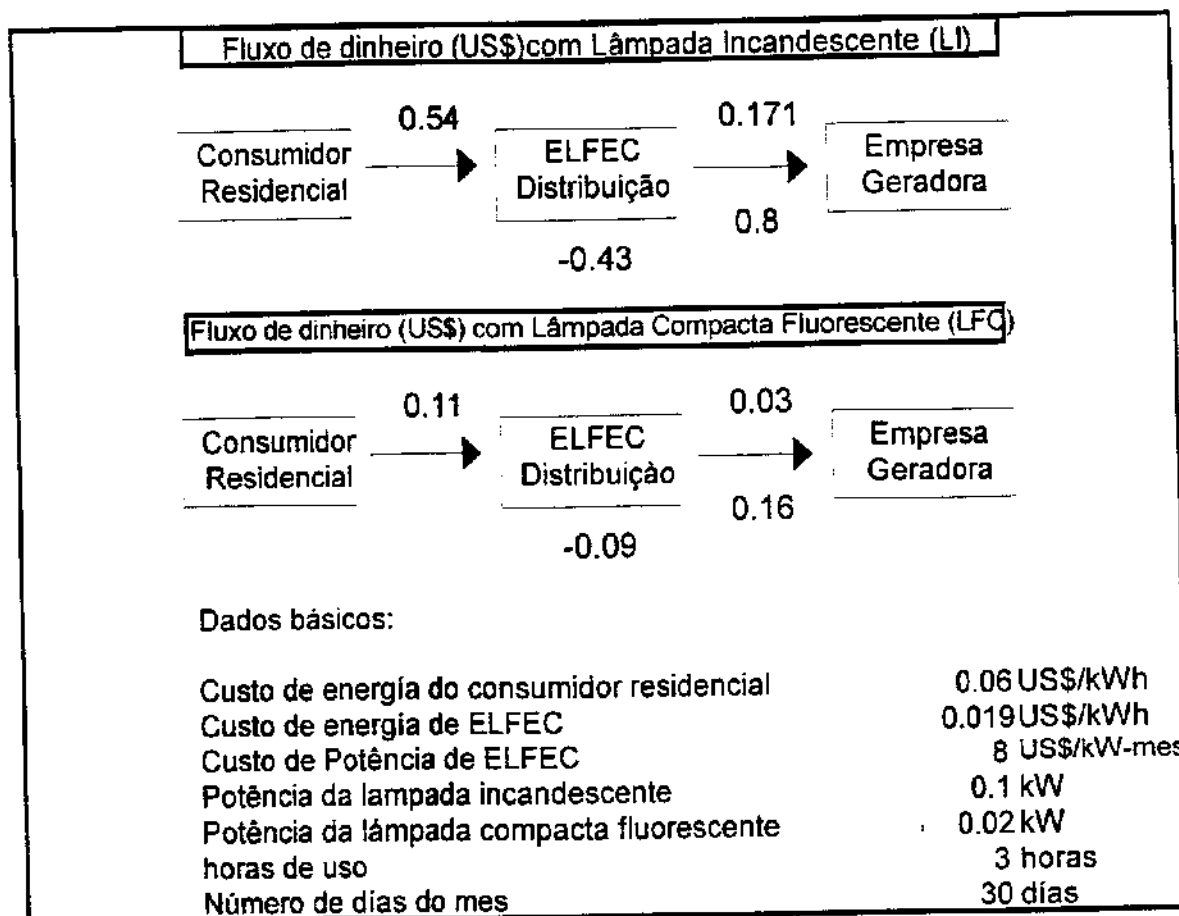
Tecnologia atualmente utilizada em Cochabamba	Tecnologia a substituir
<i>Uso Final: Iluminação</i>	
Lâmpada incandescente (LI)	Lâmpada Fluorescente Compacta
<i>Uso Final: Refrigeração</i>	
Refrigerador convencional de 12 pés cúbicos	Refrigerador com consumo energético eficiente de 12 pés cúbicos
<i>Uso Final: Aquecimento de água</i>	
Chuveiro elétrico	Aquecedor instantâneo do Gás

4.4.1.1 Iluminação

Os potenciais de economia de energia que podem ser obtidos por meio de programas de informação, de capacitação, de políticas e outros não são avaliados neste trabalho. A avaliação está orientada à substituição de tecnologias convencionais por tecnologias eficientes.

Para o caso da iluminação considerar-se-ão a substituição de lâmpadas incandescentes (LIs) por lâmpadas compactas fluorescentes (LFCs) que são mais eficientes no consumo energético. Além da economia energética, outra vantagem destas lâmpadas é possuírem uma vida útil muito maior (10.000 horas contra 1.000 horas das LIs). As lâmpadas incandescentes (LIs) e as lâmpadas fluorescentes compactas (LFCs) foram descritas com detalhe no tópico 3.4.1. O potencial de economia energética ao substituir uma lâmpada incandescentes de 100 W por uma LFC de 20 W implica em uma economia de 80% da potência, beneficiando não somente o consumidor, mas também as empresas elétricas. A figura a seguir esquematiza o fluxo de dinheiro com as atuais tarifas elétricas em Cochabamba.

Figura 4.10 - Fluxo de dinheiro entre opções de iluminação no setor residencial de Cochabamba



Fonte: Elaboração própria com informações de ELFEC, 1996

Pode observar-se, com este exemplo simples, como todos os participantes conseguem obter benefícios. O consumidor residencial diminui sua conta de luz, a Concessionária de Distribuição diminui seu déficit, a Geradora melhora o fator de uso de sua planta e a sociedade ganha como um todo.

Por exemplo, nos Estados Unidos, baseado em um preço típico de US\$ 14 por lâmpada (Michelsen L., Lonergan B., 1992) o custo da energia economizada é de 0.017 US\$/kWh para aplicações comerciais e de US\$ 0.026/ kWh para aplicações residenciais.

Entretanto, devido ao custo inicial das LFCs ser tipicamente de 10 a 20 vezes superior do custo de uma lâmpada incandescente, os custos iniciais são uma grande barreira ao crescimento do mercado das LFCs (GELLER, 1994).

Para o caso da Bolívia, a substituição de lâmpadas incandescentes convencionais por lâmpadas eficientes (LFCs), será realizado, considerando a quantidade de consumidores por estratos de consumo de energia elétrica do setor residencial da área urbana de Cochabamba.

As lâmpadas mais usadas no setor residencial são as incandescentes em aproximadamente 80% do total. As fluorescentes convencionais representam 20%. (CERES - ENDE, 1990).

A distribuição de lâmpadas incandescentes no setor residencial de Cochabamba de 100 Watts e de 75 Watts nos distintos estratos de consumo, em maio de 1990, são mostrados na próxima tabela:

Tabela 4.9 - Distribuição de Lâmpadas Incandescentes (LIs) por estrato de consumo (maio de 1990)

Estrato kWh/mês	Quantidade Clientes	Quantidade Lis 100 W	Quantidade Lis 75 W	Lis de 100 W por cliente	Lis de 75 W por cliente
1 - 30	24.532	42.931	69.916	2	3
31 - 80	25.751	65.463	79.114	3	3
81 - 120	14.902	36.215	70.352	2	5
121 - 200	15.411	44.971	75.598	3	5
> 201	10.501	41.284	60.233	4	6
TOTAL	91.097	230.864	355.213		

Fonte: CERES-ENDE, 1990

Projetadas estas quantidades de lâmpadas incandescentes em maio de 1996, no início da análise (ano base 1996), a substituição de lâmpadas, considerando os consumidores reais a esta data e a quantidade de lâmpadas incandescentes por cliente, obteve-se os seguintes valores:

Tabela 4.10 - Distribuição de Lâmpadas Incandescentes (LIs) por estrato de consumo (maio de 1996)

Estrato kWh/mês	Quantidade Clientes	Quantidade Lis 100 W	Quantidade Lis 75 W
1 - 30	12.367	21.642	35.246
31 - 80	23.914	60.793	73.470
81 - 120	19.129	46.488	90.308
121 - 200	23.479	68.514	115.175
> 201	18.817	73.978	107.933
TOTAL	97.706	271.415	422.132

Fonte: Elaboração própria

4.4.1.2 Refrigeração

O programa de refrigeradores eficientes, em termos de consumo energético, deveria incentivar os consumidores de todos os estratos de consumo a adquirir unidades eficientes quando decidam trocar de refrigerador.

A seguir, apresentam-se as características de consumo energético de alguns dos mais eficientes refrigeradores disponíveis nos mercados dos Estados Unidos e do Brasil.

Tabela 4.11 - Características de Consumo de Energia Elétrica (kWh/ano) de Refrigeradores Americanos (1994)

Marca	Modelo	Volume		Uso de Energia kWh/ano
		pés cúbicos	litros	
General Electric	TBH14*AS	14,4	408	496
Hotpoint	CTH14CYS	14,4	408	496
RCA	MTH14CYS	14,4	408	496
Hotpoint	CTH16*YS	15,6	442	515
RCA	MTH16CYS	15,6	442	515
Kenmore	334*	14,4	408	526
Roper	RT14D**A*O*	14,4	408	526
Whirlpool	ET14JK*A*O*	14,4	408	526
Estate	TT14*KA*O*	14,4	408	526
Admiral	AT17EM6*	16,5	467	566
Crosley	RBE170P*	16,5	467	566
Jenn-Air	JRTE175	16,5	467	466
Magic Chef	RBE170P*	16,5	467	566
Maytag	RT*17ECCA*	16,6	470	566
Norge	RBE170P*	16,5	467	566
General Electric	TBH18*AS	18,2	515	591
Hotpoint	CTH18EAS	18,2	515	591
Kenmore	*687	18,2	515	591
RCA	MTH18EAS	18,2	515	591

Fonte: Consumer Guide to Home Energy Savings, 1994

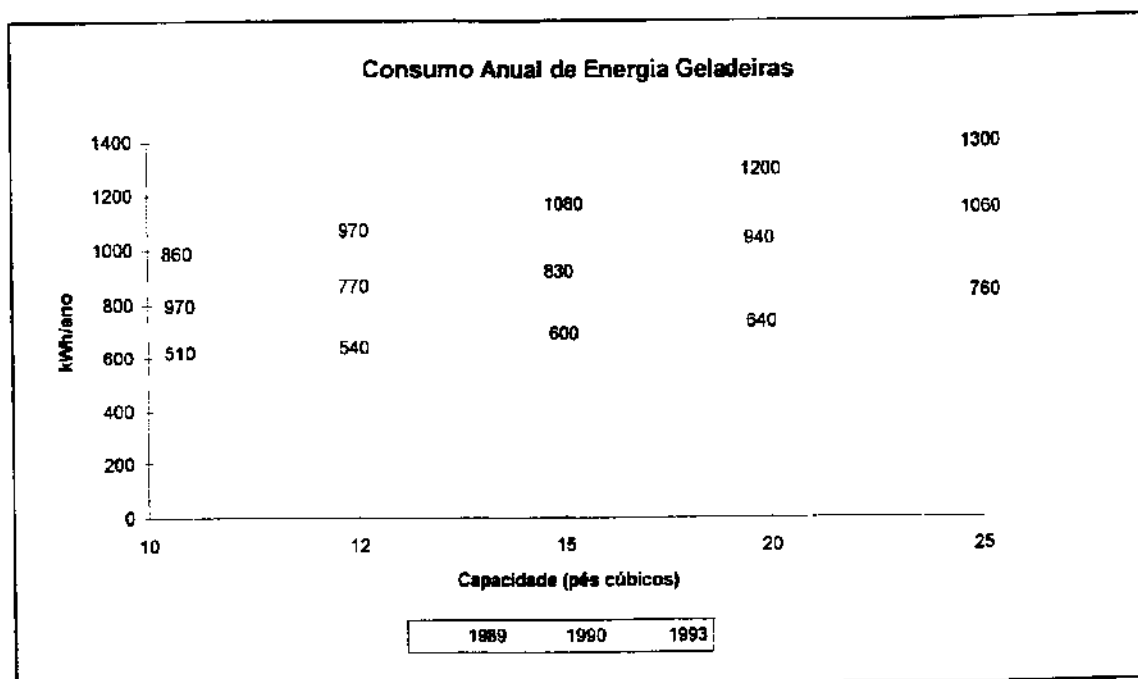
Tabela 4.12 - Características de Consumo de Energia Elétrica (kWh/ano) de Refrigeradores Brasileiros (1994)

Marca	Modelo/ Tensão (V)	Volume Interno (litros)				Temp. do Congelador °C	Consumo de Energia kWh/ano
		Refri.	Cong.	Total	Ajust		
BRASTEMP	BRA-34/127	312	30	342	354,6	-12	420
	BRA-34/220	312	30	342	354,6	-12	396
CONSUL	RA-30/127	263	30	293	306,6	-12	324
	RA-30/220	263	30	293	306,6	-12	312
	RA-34/127	312	30	342	354,6	-12	384
	RA-34/220	312	30	342	354,6	-12	372
CONTINENTAL 2001	RDC-300/127	260	25	285	295,5	-12	451,2
	RDC-300/220	260	25	285	295,5	-12	464,4
ESMALTEC	RG2801/127	203	27	230	241,3	-12	438
	RG2801/220	203	27	230	241,3	-12	375,6
PROSDOCIMO	R26/127	213,4	24,6	238	266,3	-12	525,6
	R26/220	213,4	24,6	238	266,3	-12	512,4
	R27/127	253	17	270	277,1	-12	336
	R26/220	253	17	270	277,1	-12	336
	R34/127	317	23	340	249,6	-12	516
	R34/220	317	23	340	349,6	-12	504
STEIGLEDER	SL3285/220	228,4	21,6	250	259,0	-6	531,6
	SL3320/220	264,4	21,6	286	259,0	-6	600

Fonte: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, Brasil, 1994

A seguinte Figura mostra os padrões de consumo dos refrigeradores fabricados nos Estados Unidos, no período entre 1989 a 1993, publicado pelo National Appliance Energy Conservation Act (NAECA). O modelo é o de um refrigerador com congelador na parte superior e descongelamento automático. Os padrões para 1993 são significativamente mais rigorosos que os de 1990 e os níveis de consumo de eletricidade muito inferiores aos de 1989.

Figura 4.11 - Consumo de Energia Elétrica em função da capacidade de refrigeradores com congelador e descongelamento automático nos Estados Unidos (GELLER, 1993)



De acordo com o estudo de CERES-ENDE-ELFEC sobre hábitos de consumo de energia elétrica, têm-se a seguinte disponibilidade dos refrigeradores na cidade de Cochabamba.

Tabela 4.13 - Distribuição de Refrigeradores por estrato de consumo (maio de 1990)

Estrato kWh/mês	Numero Consumidores	Quantidade de Refrigeradores
1 - 30	24.532	12.500
31 - 80	25.751	21.000
81 - 120	14.902	14.000
121 - 200	15.411	14.800
> 201	10.501	10.500
TOTAL	91.097	72.800

Fonte: CERES-ENDE, Abril 1990

Projetadas estas quantidades de refrigeradores em maio de 1996, mês de início da análise (ano base 1996) de substituição de refrigeradores, considerando os consumidores reais nesta data e a quantidade de refrigeradores por cliente, têm-se as seguintes quantidades:

Tabela 4.14 - Distribuição de Refrigeradores por estrato de consumo (maio de 1996)

Estrato kWh/mês	Quantidade Clientes	Quantidade de Refrigeradores
1 - 30	12.367	6.301
31 - 80	23.914	19.502
81 - 120	19.129	17.971
121 - 200	23.479	22.548
> 201	18.817	18.815
TOTAL	97.706	85.138

Fonte: Elaboração própria

Os padrões técnico - econômicos implementados no Brasil e nos Estados Unidos serviram de base para as tecnologias de refrigeradores que poderiam ser substituídas em termos de eficiência energética em um prazo de 10 anos.

O Department of Energy dos Estados Unidos estabelece a regulação 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.

4.4.1.3 Aquecimento de água

Nas tabelas 3.3 e 3.4 são indicados os chuveiros elétricos e aquecedores elétricos para aquecimento de água disponíveis no mercado da Bolívia e cujo consumo elétrico médio é da ordem de 25 a 91 kWh/mês e de cerca de 400 kWh/mês, respectivamente. É difícil obter economia de energia e de potência elétrica nos chuveiros elétricos que se encontram no mercado, apesar de haver três posições de aquecimento (normal, fria e quente).

Nas novas edificações e nas já existentes, é importante o uso de água quente para outros fins isto é, na cozinha, para lavar roupa, entre outros. Nesta situação, é conveniente analisar sistemas alternativos para os chuveiros elétricos fornecerem água quente para os

variados serviços da residência. Para isto, é conveniente realizar mudanças nos hábitos de consumo e que, nas horas de demanda máxima, a utilização do chuveiro elétrico seja quase nula.

Quanto aos aquecedores elétricos, foram considerados a baixa eficiência e o alto custo comparado com o chuveiro elétrico. A sua utilização com um temporizador (timer), permite controlar as horas de funcionamento fora das horas de maior demanda.

Um aquecedor elétrico que contenha termostato e temporizador (timer) é uma solução adequada para o uso eficiente de energia em aquecimento de água, entrando em funcionamento somente quando os dois dispositivos permitirem.

Os novos produtos, como os aquecedores elétricos, solicitam uma potência de 1.500 Watts a 3.000 Watts e têm uma capacidade de 65 litros a 300 litros. Estes equipamentos foram melhorados em sua eficiência elétrica (apresentam fatores de eficiência entre 0,96 e 0,97) e térmica (isolamento compacto de lã de vidro ou de poliuretano expandido). Os preços oscilam entre US\$ 150 e US\$ 300 por cada unidade.

A disponibilidade de chuveiros elétricos por estrato do consumo para o setor residencial de Cochabamba em maio de 1990 mostra-se na tabela a seguir.

Tabela 4.15 - Disponibilidade de Chuveiros Elétricos por estrato do consumo (maio de 1990)

Estrato kWh/mês	Quantidade de Clientes	Quantidade de Chuveiros
1 - 30	24.532	8.000
31 - 80	25.751	10.500
81 - 120	14.902	13.500
121 - 200	15.411	14.500
> 201	10.501	10.200
TOTAL	91.097	56.700

Fonte: CERES-ENDE, abril 1990

Projetadas estas quantidades de chuveiros elétricos em maio de 1996, início da análise (ano-base 1996) de substituição dos chuveiros elétricos, considerando os consumidores até essa data e a quantidade de chuveiros elétricos por cliente, obtém-se as seguintes quantidades:

Tabela 4.16 - Disponibilidade de Chuveiros Elétricos por estrato do consumo (maio de 1996)

Estrato kWh/mês	Quantidade de Clientes	Quantidade de Chuveiros
1 - 30	12.367	4.033
31 - 80	23.914	9.751
81 - 120	19.129	17.329
121 - 200	23.479	22.091
> 201	18.817	18.278
TOTAL	97.706	71.482

Fonte: Elaboração própria

4.4.2 Cenários

Os cenários estudados para conhecer o potencial de conservação de energia elétrica existentes no setor residencial da cidade de Cochabamba são: (1) cenário de eficiência congelada, (2) eficiente e (3) tendencial, tendo sido aplicados aos usos finais de iluminação, refrigeração e aquecimento de água.

4.4.2.1 Ano Base (1996)

O ano base para realizar as projeções de consumo de energia elétrica foi 1996, com as seguintes considerações:

- O número de consumidores do setor residencial de Cochabamba corresponde a maio de 1996, repartido por estratos de consumo, de acordo com os registros da ELFEC. (97.706 consumidores)

- O número de habitantes por família é 4,5 de acordo com os informes do Instituto Nacional de Estatística (INE-1995). Os habitantes considerados, em 1996, em Cochabamba, são 439.677
- A demanda de energia elétrica devido aos usos finais de iluminação, refrigeração e aquecimento de água alcança 158.054 MWh, em 1996.

No ano base (1996), as demandas de energia elétrica por usos finais analisados são as seguintes:

<i>Uso Final</i>	<i>Demanda (MWh)</i>
Iluminação	106.084
Refrigeração	41.429
Aquecimento de água	<u>10.541</u>
<i>Total</i>	<i>158.054</i>

Iluminação

Para o ano 1996, devido à iluminação, a demanda de energia elétrica atingiu 106.084 MWh, de acordo com a seguinte tabela:

Estrato Consumo KWh/mês	Cenário Ano Base MWh
0-30	3,531
31-80	12,517
81-120	18,646
121-200	36,717
SUP 200	34,674
TOTAL	106,084

Fonte: Elaboração própria

Refrigeração

Para o ano 1996, devido à refrigeração, a demanda de energia elétrica foi de 41.429 MWh, de acordo com a próxima tabela:

Estrato Consumo kWh/mês	Cenário Ano Base MWh
0-30	466
31-80	1,600
81-120	4,425
121-200	18,505
SUP 200	16,433
TOTAL	41,429

Fonte: Elaboração própria

Aquecimento da Água

Para o ano 2006, devido ao aquecimento de água, a demanda de energia elétrica deverá ser de 10.541 MWh, de acordo com a seguinte tabela:

Estrato Consumo kWh/mês	Cenário Ano Base MWh
0-30	63
31-80	341
81-120	1,211
121-200	3,087
SUP 200	5,840
TOTAL	10,541

Fonte: Elaboração própria

Os resultados das projeções de consumo são apresentados no anexo D.

4.4.2.2 Cenário de Eficiência Congelada

O Cenário de Eficiência Congelada (Frozen Efficiency) apresenta a projeção do consumo de energia elétrica para o ano 2006, 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 dos consumidores e, portanto, o número de equipamentos usados. O grau de utilização dos vários tipos de equipamentos

foi definido de acordo com atual penetração média de equipamentos de uso final nos diversos estratos do setor residencial.

As demandas de energia elétrica por usos finais neste cenário são as seguintes:

<i>Uso Final</i>	<i>Demanda (MWh)</i>
Iluminação	320.063
Refrigeração	77.270
Aquecimento de água	38.438
<i>Total</i>	<i>435.771</i>

Iluminação

Para o ano 2006, devido à iluminação, a demanda de energia elétrica deverá atingir 320.063 MWh, de acordo com a seguinte tabela:

Estrato Consumo kWh/mês	Cenário Eficiência Congelada MWh
0-30	12,043
31-80	42,792
81-120	63,225
121-200	93,367
SUP 200	108,636
TOTAL	320,063

Fonte: Elaboração própria

Refrigeração

Para o ano 2006, devido à refrigeração, a demanda de energia elétrica deverá ser de 77.270 MWh, de acordo com a próxima tabela:

Estrato Consumo kWh/mês	Cenário Eficiência Congelada MWh
0-30	3,337
31-80	14,196
81-120	15,283
121-200	19,166
SUP 200	25,289
TOTAL	77,270

Fonte: Elaboração própria

Aquecimento de Água

Para o ano 2006, devido ao aquecimento de água, a demanda de energia elétrica deve ser de 38.438 MWh, de acordo com a seguinte tabela:

Estrato Consumo kWh/mês	Cenário Eficiência Congelada MWh
0-30	516
31-80	3.445
81-120	6.956
121-200	9.328
SUP 200	18.194
TOTAL	38.438

Fonte: Elaboração própria

No anexo D, estão apresentadas as projeções de demanda de energia elétrica para este cenário.

4.4.2.3 Cenário Eficiente

Este cenário implica em uma intervenção na evolução da demanda de energia elétrica por meio da introdução das tecnologias energeticamente eficientes e que sejam economicamente viáveis. A substituição das tecnologias convencionais por eficientes permite nos permite conhecer o potencial técnico econômico de conservação de energia.

Desta maneira, este cenário é definido pela evolução da demanda, considerando a substituição das tecnologias convencionais pelas eficientes nos diferentes usos finais

Iluminação

As hipóteses do programa de substituição de lâmpadas incandescentes (LIs) por lâmpadas compactas fluorescentes (LFCs) estão apresentadas a seguir:

Todos os consumidores residenciais (100 %) participariam do programa ao final de 10 anos (165.226 consumidores, no ano 2006). O programa consiste na substituição de lâmpadas incandescentes de 100 Watts e de 75 Watts com 4 horas diárias de uso (em

média) na residência de cada consumidor. As características das lâmpadas fluorescentes compactas (LFCs) são 20 Watts e 11 Watts de potência com 10.000 horas de vida média ambas.

a) estrato de 1 - 30 kWh/mês

Todo o conjunto substitui 2 lâmpadas incandescentes de 100 Watts por lâmpadas compactas fluorescentes de 20 Watts e 3 lâmpadas incandescentes de 75 Watts por lâmpadas compactas fluorescentes de 11 Watts.

b) estrato de 31 - 80 kWh/mês

São substituídas 3 lâmpadas incandescentes de 100 W por lâmpadas compactas fluorescentes de 20 W e 3 lâmpadas incandescentes de 75 W por lâmpadas compactas fluorescentes de 11 W.

c) estrato de 81 - 120 kWh/mês

Substituem-se 2 lâmpadas incandescentes de 100 W por lâmpadas compactas fluorescentes de 20 W e 5 lâmpadas incandescentes de 75 W por lâmpadas compactas fluorescentes de 11 W.

d) estrato de 121 - 200 kWh/mês

Todo o conjunto substitui 3 lâmpadas incandescentes de 100 W por lâmpadas compactas fluorescentes de 20 W e 5 lâmpadas incandescentes de 75 W por lâmpadas compactas fluorescentes de 11 W.

e) estrato de 201 kWh/mês

Substituem-se 2 lâmpadas incandescentes de 100 W por lâmpadas compactas fluorescentes de 20 W e 6 lâmpadas incandescentes de 75 W por lâmpadas compactas fluorescentes de 11 W.

Refrigeração

Para conhecer o potencial de energia consumida são assumidas as seguintes hipóteses

- Participação de todos os consumidores residenciais que possuam os refrigeradores até o ano 2006.
- Os refrigeradores mais comuns nas casas bolivianas (de Cochabamba) são de 10 pés cúbicos de capacidade (283 litros) de uma porta e de 12 pés cúbicos de capacidade (340 litros)
- Substituição dos refrigeradores atuais que se encontram no mercado boliviano, de acordo ao indicado no tópico 3.4.2, por refrigeradores de consumo mais eficiente de energia elétrica, de acordo com os padrões de consumo dos refrigeradores que existem no Brasil e nos Estados Unidos.

O Departamento de Energia (DoE) dos Estados Unidos estabeleceu padrões de consumo dos refrigeradores à venda naquele país a partir de 1993 (NADEL, 1992). Esses valores, junto com os valores de consumo energético indicados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial de Brasil para os refrigeradores, são transformados como referência para calcular o consumo de energia dos refrigeradores eficientes que devem substituir os refrigeradores convencionais.

Aquecimento de água

Para o caso de aquecimento da água, o programa de uso eficiente de energia elétrica será avaliado para os consumidores residências pela substituição de chuveiros elétricos por aquecedores instantâneos a gás em todos os estratos. Então, a hipótese e substituição de todos os chuveiros no setor residencial por aquecedores a gás natural.

Desta maneira, para o ano projetado (2006) as demandas de energia elétrica pelos usos finais analisados são as seguintes:

<i>Uso Final</i>	<i>Demanda (MWh)</i>
Iluminação	53.187
Refrigeração	39.083
Aquecimento de água	0
<i>Total</i>	<i>92.270</i>

O caso de aquecimento de água é substituído por outro energético e, portanto, deixa-se de usar a eletricidade para este uso final.

Iluminação

Para o ano 2006, devido à iluminação, a demanda de energia elétrica deverá ser de 53.187 MWh, de acordo com a seguinte tabela:

Estrato Consumo kWh/mês	Cenário Eficiente MWh
0-30	3,011
31-80	8,558
81-120	10,537
121-200	15,561
SUP 200	15,519
TOTAL	53,187

Fonte: Elaboração própria

Refrigeração

Para o ano 2006, devido à refrigeração, a demanda de energia elétrica deverá ser de 39.083 MWh, de acordo com a próxima tabela:

Estrato Consumo kWh/mês	Cenário Eficiente MWh
0-30	2,502
31-80	8,518
81-120	7,642
121-200	9,583
SUP 200	10,838
TOTAL	39,083

Fonte: Elaboração própria

No anexo D, estão apresentadas as projeções de demanda de energia elétrica para este cenário.

4.4.2.4 Cenário Tendencial

Nesta situação, a evolução da demanda possui uma tendência natural em aumentar a eficiência, encontrando-se entre o cenário eficiente e o cenário de eficiência congelada. Assim, a evolução da demanda tende a ir para o cenário eficiente, na medida em que os programas de uso eficiente de energia tenham sucesso.

Desta maneira, para o ano projetado (2006) as demandas de energia elétrica pelos usos finais analisados são as seguintes:

<i>Uso Final</i>	<i>Demanda (MWh)</i>
Iluminação	210.340
Refrigeração	61.731
Aquecimento de água	<u>24.421</u>
<i>Total</i>	<i>296.492</i>

Iluminação

Para o ano 2006, por causa da iluminação, a demanda de energia elétrica deverá ser de 210.340 MWh, de acordo com a seguinte tabela:

Estrato Consumo kWh/mês	Cenário Tendencial MWh
0-30	9,634
31-80	34,234
81-120	42,150
121-200	62,244
SUP 200	62,078
TOTAL	210,340

Fonte: Elaboração própria

Refrigeração

Para o ano 2006, por causa da refrigeração, a demanda de energia elétrica deverá ser de 61.731 MWh, de acordo com a próxima tabela:

Estrato Consumo kWh/mês	Cenário Tendencial MWh
0-30	3,203
31-80	13,628
81-120	12,227
121-200	15,332
SUP 200	17,341
TOTAL	61,731

Fonte: Elaboração própria

Aquecimento de Água

Para o ano 2006, devido ao aquecimento da água, a demanda da energia elétrica deverá ser de 24.421 MWh, de acordo com a seguinte tabela:

Estrato Consumo kWh/mês	Cenário Tendencial MWh
0-30	413
31-80	2,756
81-120	4,637
121-200	6,219
SUP 200	10,396
TOTAL	24,421

Fonte: Elaboração própria

No anexo D, estão apresentadas as projeções de demanda de energia elétrica para este cenário.

4.4.3 Economia de Energia

As economias de energia que podem ser obtidas pela substituição de equipamentos elétricos eficientes em iluminação, refrigeração e aquecimento de água de acordo com os cenários anteriormente descritos estão mostrados nas seguintes tabelas e figuras:

Tabela 4.17 Economia de Energia Elétrica (MWh) - Iluminação

Economia de Energia Elétrica (MWh) Setor Residencial de Cochabamba Ano 2006 Uso Final : Iluminação							
Estrato Consumo kWh/mês	Eficiência Congelada MWh	Cenário Tendencial			Cenário Tecnologias Eficientes		
		Consumo MWh	Economia de Energia		Consumo MWh	Economia de Energia	
MWh	MWh		%	MWh		MWh	%
0-30	12,043	9,634	2,409	20%	3,011	9,032	75%
31-80	42,792	34,234	8,558	20%	8,558	34,234	80%
81-120	63,225	42,150	21,075	33%	10,537	52,687	83%
121-200	93,367	62,244	31,122	33%	15,561	77,805	83%
SUP 200	108,636	62,078	46,558	43%	15,519	93,117	86%
TOTAL	320,063	210,340	109,723	34%	53,187	266,876	83%

Fonte: Elaboração própria

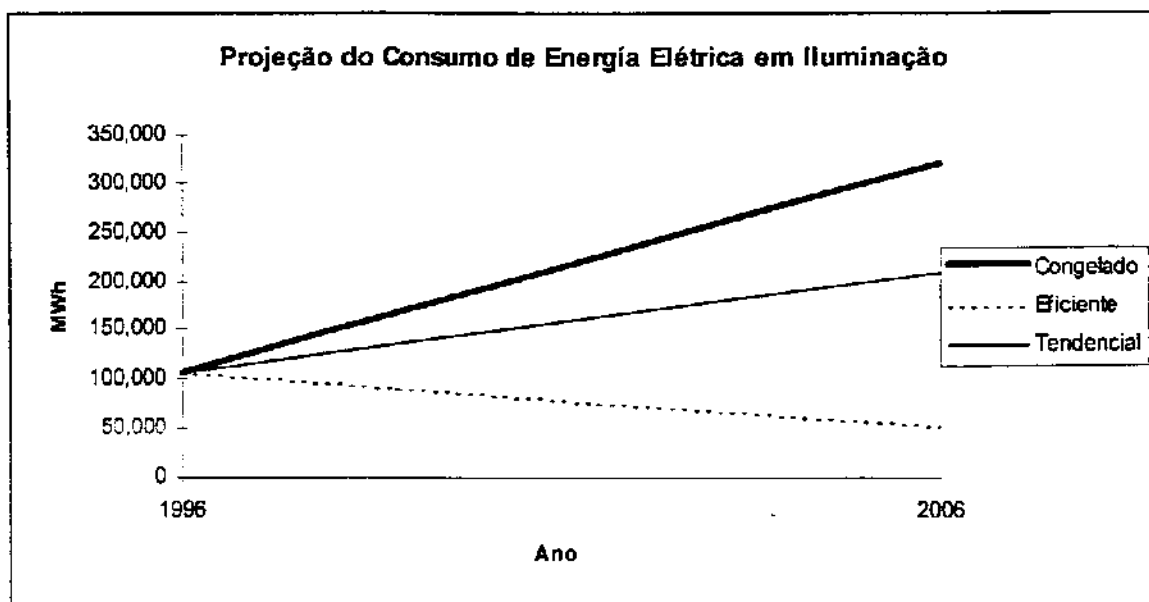


Tabela 4.18 - Economia de Energia Elétrica (MWh) - Refrigeração

Economia de Energia Elétrica (MWh) Setor Residencial de Cochabamba Ano 2006 Uso Final : Refrigeração							
Estrato Consumo kWh/mês	Eficiência Congelada MWh	Cenário Tendencial			Cenário Tecnologias Eficientes		
		Consumo MWh	Economia de Energia		Consumo MWh	Economia de Energia	
MWh	MWh		%	MWh		MWh	%
0-30	3,337	3,203	133	4%	2,502	834	25%
31-80	14,196	13,628	568	4%	8,518	5,678	40%
81-120	15,283	12,227	3,057	20%	7,642	7,642	50%
121-200	19,166	15,332	3,833	20%	9,583	9,583	50%
SUP 200	25,289	17,341	7,948	31%	10,838	14,451	57%
TOTAL	77,270	61,731	15,539	20%	39,083	38,188	49%

Fonte: Elaboração própria

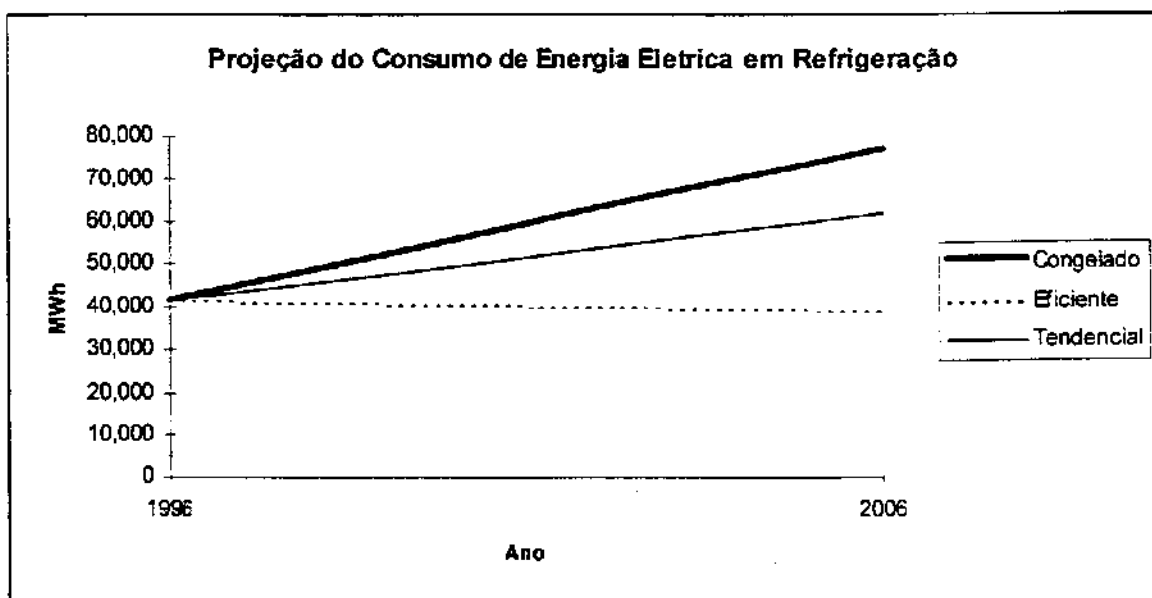


Tabela 4.19 - Economia de Energia Elétrica (MWh) - Aquecimento de Água

Economia de Energia Elétrica (MWh) Setor Residencial de Cochabamba Ano 2006 Uso Final : Aquecimento de Água							
Estrato Consumo kWh/mês	Eficiência Congelada MWh	Cenário Tendencial			Cenário Tecnologias Eficientes		
		Consumo MWh	Economia de Energia		Consumo MWh	Economia de Energia	
MWh	MWh		%	MWh		MWh	%
0-30	516	413	103	20%	0	516	100%
31-80	3,445	2,756	689	20%	0	3,445	100%
81-120	6,956	4,637	2,319	33%	0	6,956	100%
121-200	9,328	6,219	3,109	33%	0	9,328	100%
SUP 200	18,194	10,396	7,797	43%	0	18,194	100%
TOTAL	38,438	24,421	14,017	36%	0	38,438	100%

Fonte: Elaboração própria

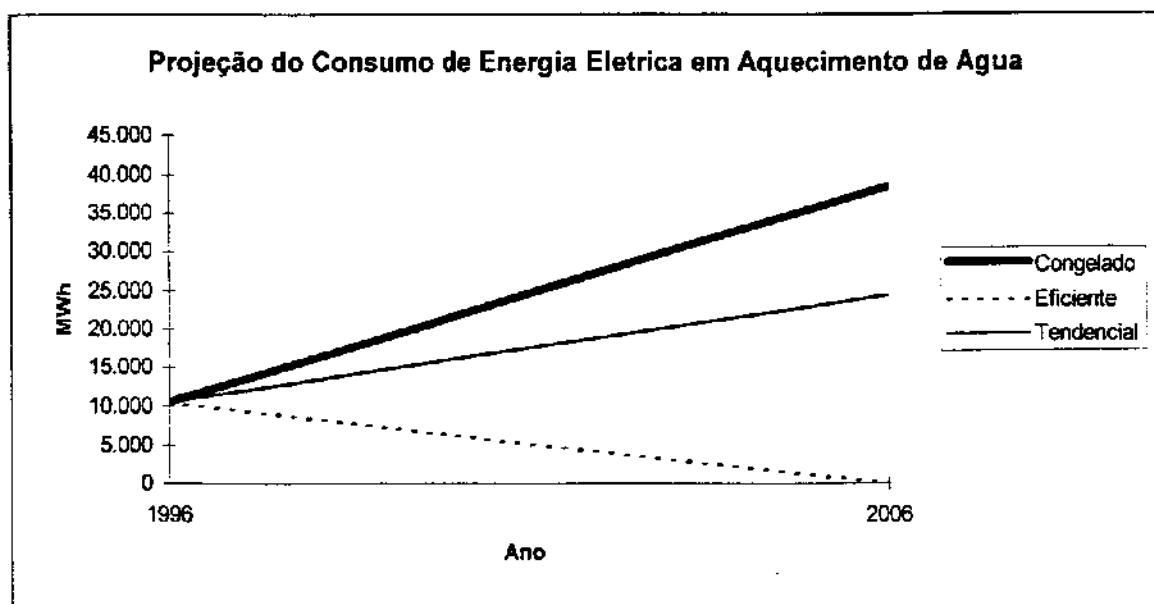
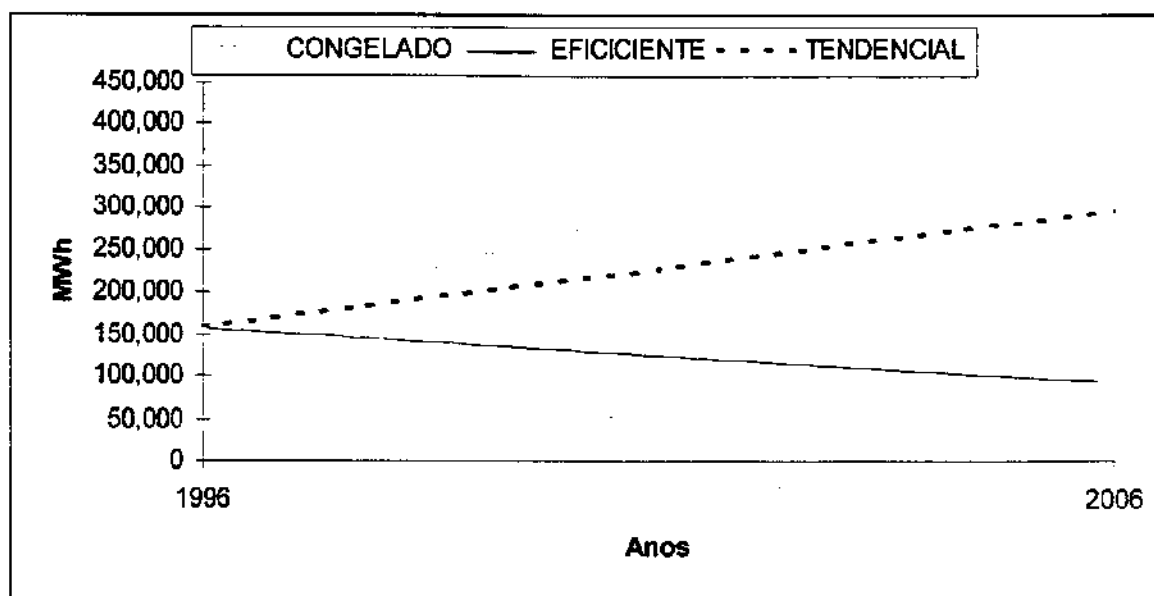


Tabela 4.20 - Economia de Energia Elétrica (MWh) - Iluminação, Refrigeração e Aquecimento de Água

Economia de Energia Elétrica (MWh) Setor Residencial de Cochabamba Ano 2006 Uso Finais : Refrigeração, Aquecimento de Água e Iluminação							
Estrato Consumo kWh/mês	Eficiência Congelada MWh	Cenário Tendencial			Cenário Tecnologias Eficientes		
		Consumo MWh	Economia de Energia		Consumo MWh	Economia de Energia	
			MWh	%		MWh	%
0-30	15,895	13,250	2,645	17%	5,513	10,382	65%
31-80	60,434	50,618	9,815	16%	17,076	43,358	72%
81-120	85,464	59,014	26,450	31%	18,179	67,285	79%
121-200	121,860	83,795	38,065	31%	25,144	96,716	79%
SUP 200	152,118	89,815	62,303	41%	26,357	125,761	83%
TOTAL	435,771	296,492	139,279	32%	92,270	343,501	79%

Fonte: Elaboração própria

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



4.4 AVALIAÇÃO ECONÓMICO - FINANCEIRA

Na maioria dos casos, uma tecnologia eficiente requer um investimento maior de capital. Torna-se necessário, portanto, uma metodologia que avalie a efetividade de custo do investimento adicional. Tal efetividade depende de vários fatores, tais como, a quantia adicional do investimento, a magnitude da economia, o valor da unidade de energia conservada, a vida útil do equipamento e um fator que relacione os benefícios futuros com os investimentos presentes.

Têm sido desenvolvidos métodos para determinar a eficiência econômica dos investimentos em conservação. Um deles é a técnica de análise da energia por usos finais para provisão de energia ao custo mínimo, isto é, comparar os custos e benefícios produzidos pela implementação de programas de uso eficiente de energia. Muitas alternativas propostas reduzem o consumo de energia e proporcionam iguais características de conforto em relação à tecnologia convencional. Isto se chama medida de conservação de energia ao nível de uso final (DUTT, 1993).

A conservação de energia e o gerenciamento da demanda podem ter diferentes impactos econômicos na sociedade, dependendo somente da perspectiva em que sejam vistos, pelo consumidor, pela concessionária ou pela sociedade.

Não se acredita que melhorias de eficiência energética ocorram espontaneamente a partir de iniciativas dos consumidores. A grande experiência internacional na questão mostra que, sem a participação das concessionárias, do governo e das próprias indústrias de equipamentos, a criação de um mercado para esse produtos mais eficientes não pode ser viabilizada de maneira significativa.

4.4.1 Hipóteses

Antes de iniciar a análise é preciso fazer algumas hipóteses sobre os parâmetros a serem utilizados.

Tarifa de eletricidade para o consumidor residencial (TE)

As tarifas de eletricidade cobradas para o consumidor residencial obedecem uma estrutura de blocos crescentes. Quanto maior o consumo, maior é o valor de tarifa paga. A tabela 4.6 mostra a evolução das tarifas conforme o incremento do consumo.

Custos de geração, transmissão e distribuição de energia para o concessionária (PE)

Para fazer uma avaliação financeira do investimento em tecnologia eficiente pela concessionária de energia deve-se estimar seu dispêndio total para geração, transmissão e distribuição da energia para a população. Cada kWh conservado evita ou, ao menos, posterga investimentos em crescimento da geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

A avaliação financeira deve estimar os custos totais da concessionária de energia na geração, transmissão e distribuição da energia. Estes custos são traduzidos em termos de obras civis, maquinaria, custos de operação, manutenção, administrativo e pessoal, entre outros. As tarifas remuneram os investimentos em infra-estrutura e demais gastos. Para o caso da Bolívia, segundo a ENDE, o custo marginal de longo prazo para a geração de eletricidade é estimado em cerca de US\$34/MWh.

Preços dos equipamentos

Nas tabelas 3.1, 3.2 e 3.3 apresenta-se os preços de equipamentos utilizados em usos finais de iluminação, refrigeração e aquecimento de água. A fonte dos dados são as pesquisas feitas pelo autor.

Os preços dos equipamentos eficientes considerados são os seguintes: (1) para iluminação considera-se o preço de US\$ 13 por uma Lâmpada Fluorescente Compacta (LFC) e (2) para o caso de refrigeração considera-se 25% acima do preço do equipamento convencional.

Taxa de Desconto

A análise econômica da eficiência energética requereria uma taxa para avaliar as alternativas energéticas no presente e determinar os benefícios no futuro. Portanto, o valor que permite trazer os valores (investimentos) futuros até o presente chama-se taxa de desconto. A taxa de desconto toma a forma de uma taxa de juros, expressa como fração e não como porcentagem. A taxa de desconto depende da taxa da inflação e, na prática, também da taxa de juros. O setor elétrico usa taxas de desconto baixas, por exemplo, 6% no Estados Unidos, 12% na Suécia, 12% na Tailândia, Brasil e Jamaica.

Neste trabalho, a avaliação econômica e financeira é feita como uma taxa de desconto de 12%, sendo um dos motivos o fato de os projetos de conservação de energia na Bolívia serem feitos com o concurso externo de recursos, fundamentalmente pelo alto montante do investimento inicial. Também a taxa de captação de recursos externos pela ENDE para empreendimentos é igual ao valor proposto.

4.4.2 Figuras de Mérito (Resumo Metodológico)

As avaliações financeiras foram realizadas a partir das ferramentas tradicionais que a engenharia econômica utiliza para o “valor do dinheiro” no decorrer do tempo.

Estes mecanismos se traduzem em figuras de mérito que avaliam os investimentos realizados e suas conseqüências no tempo.

Todas as figuras de mérito econômico de investimentos serão analisadas conforme três pontos de vista: (1) do consumidor, (2) da sociedade e (3) da concessionária de energia elétrica. O consumidor que investiu na troca do equipamento obtém o retorno de seu investimento a partir da economia de energia, assinalada na conta de energia. A concessionária de energia reduz seus custos operacionais e de volume de energia fornecida, aliviando as instalações, adia investimentos de expansão do sistema, reduz o uso de recursos naturais. Os impactos mencionados são contabilizados no termos do custo de produção de energia, já que a energia não utilizada pode ser encarada como um recurso para a concessionária, isto é, a economia reflete o custo de produção que foi poupado. Finalmente, a sociedade, como um todo recebe os benefícios da conservação da energia.

Fator de Recuperação do Capital (FRC)

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

O FRC é dado pela seguinte expressão:

$$\text{FRC}(d,n) = \frac{1}{\sum_{n=1}^n (1+d)^{-n}} = \frac{d}{1 - (1+d)^{-n}} \quad (4.1)$$

$$A = P \times FRC(d,n) \quad (4.2)$$

onde:

d = taxa de desconto (decimal)

n = número de períodos

A = valor anualizado dos investimentos

P = valor presente dos investimentos

Tempo de Retorno Simples (TRS)

O tempo de retorno simples ou "Simple Payback" é a mais simples figura de mérito econômico usada para avaliar a efetividade de custo de um investimento em eficiência energética. Este tipo de avaliação não considera o valor temporal do dinheiro e é válida para períodos curtos, porém, pode conduzir a enganos. Não obstante, no estudo é considerada por ser muito utilizada nos processos de avaliação.

Por definição, o tempo de retorno simples é o seguinte:

$$SP = \frac{I}{G} \quad (4.3)$$

onde:

I = Investimento inicial

G = Ganhos anuais

Considerando um consumidor residencial, tem-se:

$$TRS = \frac{CE - CC}{PE \times (EC - EE)} \quad (4.4)$$

onde:

CE é o custo da tecnologia eficiente (investimento inicial)

CC é o custo da tecnologia convencional

PE é o preço de energia elétrica praticada para o consumidor

EE é o consumo anual de energia com tecnologia eficiente

EC é o consumo anual de energia com tecnologia convencional

Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR)¹⁰ define-se como a taxa de desconto na qual dois investimentos têm o mesmo Valor Presente. Assim, no caso da possibilidade de investimento de um consumidor residencial entre uma alternativa convencional e outra eficiente, o valor da taxa interna de retorno (d) é tal que torna a seguinte equação válida:

$$CC + PE \times EC \sum_{k=1}^n \frac{1}{(1+d)^k} = CE + PE \times EE \sum_{k=1}^n \frac{1}{(1+d)^k} \quad (4.5)$$

Isto é, equivalente à igualdade entre o valor presente da economia de energia e a diferença do investimento inicial.

$$PE \times (EC - EE) \sum_{k=1}^n \frac{1}{(1+d)^k} = CE - CC$$

¹⁰ O cálculo da taxa interna de retorno é feito com base no fluxo de caixa dos investimentos durante a vida útil do mesmo. No ano 0 o único dispêndio realizado é a compra do equipamento. Nos anos seguintes, os equipamentos convencionais e eficientes apresentam dispêndios diferentes, conforme o consumo do recurso.

Adicionando a definição de fator de recuperação de capital pode-se escrever a equação anterior na forma:

$$(CE - CC) \times FRC(d, n) = PE \times (EC - EE) \quad (4.6)$$

onde "d" é a taxa interna de retorno (TIR) do investimento adicional em eficiência energética. Esta equação é não-linear e sua solução é mais facilmente resolvida por um método iterativo. A equação anterior é a mesma que a seguinte:

$$FRC(d, n) = \frac{PE \times (EC - EE)}{CE - CC} \quad (4.7)$$

Uma vantagem do método TIR é que a taxa de desconto não precisa ser especificada e o resultado é equivalente à taxa de retorno deste investimento. Entretanto, uma limitação é a comparação de alternativas com diferente vida útil. Isso pode ser contornado comparando tantos investimentos, de alternativa de menor vida útil, quantos forem necessários para igualar a vida da alternativa de vida mais longa. No caso da taxa interna de retorno, deve-se procurar os investimentos que forneçam um retorno maior que a taxa de desconto do mercado, aqui adotado como 12% ao ano.

Custo de Energia Conservada (CEC)

O custo de Energia Conservada (CEC) é um indicador desenvolvido especialmente para análise de investimentos em conservação de energia. O CEC define-se como o custo efetivo do investimento sendo expresso como o custo equivalente desse investimento por unidades de energia conservada. O CEC leva em conta a taxa de desconto e a vida útil do equipamento (investimento). Assim, é calculado dividindo o custo adicional inicial da

alternativa eficiente pela economia de energia anual. O custo da energia conservada é dado em US\$/kWh. Portanto para o consumidor residencial, tem-se:

$$CEC = FRC(d, n) \times \frac{CE - CC}{EC - EE} \quad (4.8)$$

onde:

FRC (d, n) é o fator de recuperação de capital para taxa de desconto “d” de número de anos “n”.

Custo do Ciclo de Vida (CCV)

O custo do ciclo de vida (life-cycle cost) de uma alternativa energética de investimento é o valor presente de todas as despesas relativas à alternativa. Este indicador possibilita que mais de um par de alternativas sejam comparadas diretamente. O custo do ciclo de vida de cada alternativa, com a mesma vida útil, é calculado e a opção de menor custo do ciclo de vida é a mais efetiva.

$$CCV = C + \frac{PE \times E}{FRC(d, n)} \quad (4.9)$$

onde:

C é o custo de investimento inicial da alternativa

E é o consumo anual de energia para a alternativa

PE é o preço de energia elétrica praticada para o consumidor

FRC (d, n) é o fator de recuperação de capital para taxa de desconto “d” de número de anos “n”.

Custo do Ciclo de Vida Anualizado (CCVA)

O custo de ciclo de vida anualizado é a soma anualizada do valor inicial do investimento e do custo anual da energia..

$$CCVA = C \times FRC(d, n) + PE \times E \quad (4.10)$$

ou também

$$CCVA = CCV \times FRC(d, n) \quad (4.11)$$

4.4.3 Resultados da Análise Financeira

As alternativas de troca propostas foram analisadas sob a ótica das principais técnicas de usos finais utilizadas na determinação das vantagens em uso eficiente e conservação de energia. Estes critérios foram expressos como figuras de mérito.

Tempo de Retorno Simples (TRS)

Observa-se na tabela seguinte os tempos de retorno para a troca dos diferentes equipamentos elétricos de uso final

Tabela 4.21 - Tempo de Retorno Simples (TRS)

Uso Final	Equipo Atual	Equipo Proposto	TRS (anos)
Refrigeração	Refrigerador de 10 pés	Refrigerador de 10 pés	4,81
	Refrigerador de 12 pés	Refrigerador de 12 pés	5,70
Iluminação	Lamp. Incan. de 100 W	LFCs de 20 W	1,53
	Lamp. Incan. de 75 W	LFCs de 11 W	1,91

Fonte: Elaboração própria

Taxa Interna de Retorno (TIR)

Observa-se na tabela a seguir os percentagens da Taxa Interna de Retorno para a troca dos diferentes equipamentos elétricos de uso final

Tabela 4.22 - Taxa Interna de Retorno (TIR)

Uso Final	Equipamento Atual	Equipamento Proposto	TIR (%)
Refrigeração	Refrigerador de 10 pés	Refrigerador de 10 pés	20,00
	Refrigerador de 12 pés	Refrigerador de 12 pés	17,00
Iluminação	Lâmp. Incan. de 100 W	LFCs de 20 W	68,02
	Lâmp. Incan. de 75 W	LFCs de 11 W	53,81

Fonte: Elaboração própria

Custo de Energia Conservada (CEC)

O custo de Energia Conservada (CEC) é comparada com o custo de energia produzida na geração. Neste estudo de caso, o custo marginal de energia ao nível de rede de distribuição é US\$80/MWh. Observa-se, na tabela a seguir, os custos de energia conservada para a troca dos diferentes equipamentos elétricos de uso final

Tabela 4.23 - Custo de Energia Conservada (CEC)

Uso Final	Equipamento Atual	Equipamento Proposto	CEC (US\$/kWh)
Refrigeração	Refrigerador de 10 pés	Refrigerador de 10 pés	0,06
	Refrigerador de 12 pés	Refrigerador de 12 pés	0,06
Iluminação	Lâmp. Incan. de 100 W	LFCs de 20 W	0,03
	Lâmp. Incan. de 75 W	LFCs de 11 W	0,03

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que todos os valores de CEC são inferiores a US\$80/MWh. Isto quer dizer que as alternativas de substituição são convenientes porque o custo de conservar energia é mais barato do que o custo de geração.

Custo do Ciclo de Vida (CCV)

Observa-se, na tabela a seguir, os custos de ciclo de vida para diferentes equipamentos elétricos de uso final.

Tabela 4.24 - Custo de Ciclo de Vida (CCV)

Uso Final	Equipamento Atual	CCV (US\$)	Equipamento Proposto	CCV (US\$)
Refrigeração	Refrigerador de 10 pés	738	Refrigerador de 10 pés	672
	Refrigerador de 12 pés	841	Refrigerador de 12 pés	794
Iluminação	Lámp. Incan. de 100 W	62,28	LFCs de 20 W	27,88
	Lámp. Incan. de 75 W	47,84	LFCs de 11 W	22,68

Fonte: Elaboração própria

Custo do Ciclo de Vida Anualizado (CCVA)

Na tabela a seguir mostra-se os custos de ciclo de vida anualizado para os diferentes equipamentos elétricos de uso final.

Tabela 4.25 - Custo de Ciclo de Vida Anualizado (CCVA)

Uso Final	Equipamento Atual	CCVA (US\$)	Equipamento Proposto	CCVA (US\$)
Refrigeração	Refrigerador de 10 pés	94	Refrigerador de 10 pés	86
	Refrigerador de 12 pés	107	Refrigerador de 12 pés	101
Iluminação	Lámp. Incan. de 100 W	11,02	CFL's de 20 W	4,93
	Lámp. Incan. de 75 W	8,47	CFL's de 11 W	4,01

Fonte: Elaboração própria

Os fluxos de caixa, cálculo e considerações feitas para os cálculos das figuras de mérito estão descritos no Anexo D.

CAPÍTULO 5

O MERCADO DE EFICIÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA: PRINCIPAIS ATORES ENVOLVIDOS

Nesta seção o objetivo é apresentar uma visão geral do conceito de mercado e identificar os principais protagonistas do mesmo no atual contexto boliviano, os quais participam ativamente no desenvolvimento e na consolidação de um mercado de eficiência de energia elétrica.

5.1 CONCEITO DE MERCADO

Ao longo do tempo este conceito tem evoluído. Assim, um dos primeiros conceitos de mercado é que este é um lugar físico, onde se reúnem compradores e vendedores para o intercâmbio de bens e serviços. A população medieval costumava ter praças de mercado onde os vendedores traziam as suas mercadorias e os compradores procuravam os artigos

que necessitavam. A maior parte das cidades bolivianas possuíam os chamados mercados livres, onde os donos de mercadorias paravam os seus caminhões e os compradores vinham de várias partes da cidade à procura de ofertas. Atualmente, as transações têm lugar em todas partes da cidade, desde o tradicional “mercado” até os centros de compra ou “shopping centres”.

Para os economistas, um mercado é descrito em termos de compradores e vendedores envolvidos em transações reais ou potenciais sobre alguns artigos ou serviços. Deste modo, o mercado de lâmpadas incandescentes consiste nos grandes vendedores como a Philips, Osram e General Electric e todos os consumidores que compram lâmpadas incandescentes. Os economistas estão interessados em descrever e avaliar a estrutura, conduta e desempenho do mercado. A estrutura de mercado descreve o número e tamanho da distribuição de compradores e vendedores, o grau de diferenciação de produtos e as barreiras que existem para o ingresso dos mesmos. A conduta do mercado descreve a forma como as empresas fixam suas políticas respeito da criação de produtos, preços, venda e publicidade. O desempenho do mercado descreve o nível de eficiência e inovação no funcionamento de uma empresa, assim como os maiores resultados que se conseguem nas vendas e nas utilidades (SELDON, 1980).

Para os comerciantes, um mercado é o conjunto de todos os indivíduos e organizações que são compradores reais ou potenciais de um produto ou serviço. Desse modo, o comércio limita o mercado pelo lado da compra. isto é, diferente do conceito de mercado, onde o lado da venda se conhece como a indústria e a competição. O comerciante quer conhecer várias coisas respeito do mercado, tais como sua dimensão, poder de compra, necessidades e preferências (KOTLER, 1992).

Adotam-se estas definições, conceituando o mercado como um grupo populacional vivendo dentro de um espaço geográfico (neste caso, a Bolívia) com certo poder aquisitivo (o consumidor) e com um esquema de necessidades, desejos e preferências que devem ser satisfeitos.

Desta maneira, um comprador é aquele que poderia comprar um determinado produto, isto quer dizer, alguém (uma pessoa ou organização) que (1) poderia ter um interesse latente no produto e (2) tem os meios para adquiri-lo. Um comprador é alguém que, potencialmente está “disposto e em atitude de compra”. Vamos aplicar o exemplo ao mercado de refrigeradores eficientes. Este mercado compreende tanto residências como a empresas. Em relação aos consumidores residenciais, reconhece-se que nem todos eles se encontram em um mercado. Alguns consumidores não têm interesse. Sua ignorância sobre a eficiência tem um papel importante e, entre os consumidores interessados, muitos não têm condições ou não estão com disposição de pagar o preço, o que é mais elevado para estes equipamentos. Isto significa que o tamanho de um mercado em determinado momento é função dos parâmetros existentes, como crenças do consumidor e preços do produto. (KOTLER, 1992)

Há um mercado para a eficiência energética na Bolívia, e isto pode verificar-se com a ajuda do seguinte relato feito por uma empresa de calçados, que enviou um vendedor a uma grande ilha dos Mares do Sul, para ver se existia mercado para os seus sapatos. Este senhor voltou completamente desiludido e disse: “As pessoas não usam sapatos; não há mercado”. Entretanto, o chefe executivo decidiu confirmar a informação e enviou o seu melhor vendedor para a ilha. Um dia depois da sua chegada, o vendedor telegrafou: “As pessoas não usam sapatos; existe um tremendo mercado”. O primeiro vendedor pensou que um mercado consiste em usuários atuais de um produto, enquanto que o segundo

acreditava que um mercado consistia em todos aqueles com dois pés, cujo interesse em sapatos poderia ser despertado. O verdadeiro mercado se realiza entre estes dois extremos.

Desta forma, pode-se observar que o mercado para a eficiência energética na Bolívia existe e os protagonistas que o influenciam são os seguintes:

Os Consumidores

Os Comerciantes de equipamentos elétricos

As Empresas Elétricas

O Estado Regulador

Não incluímos os fabricantes, pois pesquisas realizadas na Câmara de Indústria em Cochabamba concluíram que não existe na Bolívia fabricantes de equipamentos de uso final analisados neste trabalho. Assim, no presente capítulo, descreveremos a atuação de cada um deles no mercado atual em relação à nova situação nacional de abertura econômica e mudança nos regulamentos do setor elétrico. Mesmo em uma situação de livre comércio, os fabricantes de equipamentos eficientes de outros países poderiam ser motivados pelas oportunidades que ofereceria o mercado de eficiência energética na Bolívia.

5.2 OS CONSUMIDORES

Os consumidores são todos os indivíduos e residências que compram ou adquirem bens e serviços para consumo pessoal. Desta maneira, o mercado consumidor boliviano consiste em aproximadamente sete milhões de pessoas que anualmente consomem produtos e

serviços elétricos. Cada ano este mercado cresce em uma taxa de 8.6% de pessoas (INE, 1995).

Os consumidores variam tremendamente quanto a idade, salário, nível de educação, padrões de mobilidade e gostos. Os comerciantes têm visto que vale a pena distinguir entre grupos diferentes e criar produtos e serviços desenhados para suas necessidades particulares. (KOTLER, 1992)

Para conhecer o mercado visto do lado dos consumidores, temos que observar não somente quem são os consumidores, mas também conhecer onde e como vivem. Os sete milhões de bolivianos estão espalhados de maneira desigual sobre uma superfície de 1.098.581 km²

Pelo tamanho do grupo de consumidores bolivianos, e por não ter regulamentos de consumo energético para a importação de equipamentos de uso final elétricos, existe no mercado boliviano uma grande variedade de produtos de uso final de eletricidade com eficiência e procedência variadas.

Para o mercado de eficiência de energia elétrica de Bolívia, podem ser distinguidas duas categorias de artigos:

1. *Artigos de uso final.* Os equipamentos elétricos de uso final como refrigeradores, lâmpadas incandescentes, chuveiros elétricos e eletrodomésticos em geral, são conhecidos como artigos duráveis por que são tangíveis e sobrevivem a muitos usos. Esta classe de produtos necessita uma venda mais pessoal e serviço, necessitam uma margem mais elevada e requerem mais garantias por parte do vendedor.
2. *Serviços energéticos.* São as atividades, benefícios ou satisfações que são oferecidos à venda para melhorar a eficiência dos artigos de uso final. Geralmente estas atividades desenvolvem as Empresas de Serviços Energéticos (ESCOs). Os serviços

que estas empresas fornecem ao consumidor têm a característica de serem intangíveis, parciais e variáveis. Como resultado, é provável que seja requerido um maior controle de qualidade, confiança do provedor e contínua disponibilidade.

Uma tarefa-chave para introduzir equipamentos eficientes de uso final no setor residencial da Bolívia é conhecer quem é a pessoa que toma a decisão de comprar um produto ou serviço (que membro da família).

Existem diferentes papéis que uma pessoa da família pode desempenhar na decisão de compra de eletrodomésticos, sendo importante conhecer para focalizar as ações e as informações a estas pessoas e, assim, manipular a compra dos equipamentos eficientes.

Dentro do grupo familiar existe:

- ◆ um *iniciador*, que é quem pensa ou sugere por primeira vez a compra do produto,
- ◆ um *influenciador*, que é quem explícita ou implicitamente exerce certa influência na decisão final,
- ◆ um *tomador de decisão*, que é quem finalmente toma a decisão de comprar ou não e quando se pode comprar,
- ◆ um *comprador*, que faz a compra real, e
- ◆ um *usuário*, isto é a pessoa ou pessoas que consomem ou usam o produto ou serviço.

Por exemplo, na decisão de comprar um novo refrigerador que seja eficiente em consumo energético ou não, a sugestão poderia vir do filho mais velho. Cada membro da família pode exercer alguma influência na decisão. O marido e a esposa podem tomar a decisão final e atuar como unidade de compra. A esposa talvez seja a usuária final do aparelho. Para o mercado que estamos analisando, é importante estudar os papéis que jogam os diferentes participantes em cada etapa da decisão de compras e o critério que cada um

deles tipicamente aplica ao seu papel, para que as campanhas informativas de eficiência energética possam ser dirigidas a estas pessoas ou segmentos do mercado consumidor que tomam as decisões de compra.

Por outra parte, é necessário conhecer o que buscam os consumidores. Em geral, dizemos que os consumidores são maximizadores de utilidade, quer dizer, que usarão seus recursos limitados para adquirir um pouco de artigos que lhes coloquem em uma curva mais elevada de utilidade, por exemplo, entre a que se encontram os equipamentos eficientes em consumo energético porque lhes fornecem economia monetária na conta de energia elétrica. Ao analisar um artigo em particular, o consumidor verá um conjunto de atributos, entre os quais deve se encontrar a eficiência energética. Deste modo, um refrigerador oferece uma combinação de estética, tamanho e consumo de energia. Cada marca de refrigerador combina estes atributos em diferentes proporções. Além do que o consumidor final concede valores distintos aos vários atributos. Assim, o consumidor escolherá a marca que maximize a relação valor e custo.

5.3 OS COMERCIANTES

As características que mostra o País, com escassa população, instabilidade política e econômica na década de 1980, não permitiu que o mesmo fosse visualizado como um lugar ótimo pelos investidores para a instalação de fábricas de refrigeradores, lâmpadas incandescentes e outros equipamentos de uso final.

Em conseqüência, não se pode falar sobre os produtores de equipamentos elétricos nacionais além dos que fracassaram pela grande competição dos equipamentos importados provenientes de outros países, sobretudo a respeito dos produtores de equipamentos de alta eficiência. Neste contexto, deve-se considerar como protagonistas

do mercado de eficiência de energia elétrica os comerciantes ou distribuidores de artigos elétricos de uso final e, também, os fabricantes de eletrodomésticos de outros países que podem ver a Bolívia como um bom lugar para expandir os seus mercados, uma vez desenvolvido o mercado de eficiência energética.

Para o caso de Cochabamba, existem lugares formais de distribuição de equipamentos elétricos de uso final como refrigeradores, lâmpadas incandescentes, chuveiros elétricos, entre outros. Na sua maioria, as transações de compra e venda de refrigeradores, chuveiros elétricos e lâmpadas incandescentes são realizadas de maneira informal no denominado mercado, que é o lugar físico onde se vende de forma direta aos consumidores e têm uma característica importante: estas transações não estão sujeitas ao pagamento de impostos e, portanto, não existe controle algum sobre a classe e o tipo de produto que se comercializa, falando em termos de eficiência.

De acordo com as investigações realizadas pelo autor (ver capítulo 3), o mercado de Cochabamba não oferece produtos eficientes de nenhuma espécie, razão pela qual os consumidores desconhecem a existência de tais equipamentos.

Devido a estas características, é importante considerar o comerciante como um protagonista potencial no mercado de eficiência energética, porque oferece o que o consumidor procura, sem incidir em custos de tecnologia, produção e outros custos que afetam os produtores.

5.4 AS EMPRESAS ELÉTRICAS

Antes da reforma do setor elétrico, o Estado participava ativamente nas funções empresariais da eletricidade, e não se considerava a eficiência energética nas principais empresas elétricas como uma estratégia para o fornecimento de energia elétrica ao

mínimo custo, exceto no ano 1991, quando ocorreu uma seca no País que restringiu a geração hidráulica e foram comercializadas pelas distribuidoras de energia ao consumidor final lâmpadas de alta eficiência como uma medida para atenuar o déficit de energia elétrica existente em horas de máxima demanda.

No ano de 1993, quando iniciou-se o estudo da reforma do setor elétrico boliviano com a participação de representantes do governo, Banco Mundial e Empresas Elétricas, se considerou incluir na nova legislação a eficiência energética, mas ao promulgar-se a Lei de Eletricidade esta não apareceu como tal (BANCO MUNDIAL, 1993).

Atualmente, as Empresas de Geração e Distribuição de Energia não levam em conta como parte da sua planificação estratégica, a introdução da eficiência energética. As explicações neste sentido são atribuídas ao contexto legal atual, que não premia nem incentiva esta prática¹. Portanto, o objetivo das empresas elétricas é incrementar as vendas de eletricidade sem limites, já que esta prática traduz-se em uma maior rentabilidade. No entanto, este fato não é totalmente correto, já que, a diminuição da demanda nas horas de ponta é benefício para as empresas elétricas (NRECA, 1993).

5.5 O ESTADO REGULADOR

Quando a Bolívia encontrou o caminho do crescimento econômico com a implantação do plano de estabilização iniciado em 1985, a política governamental orientou-se a reduzir a participação do Estado nas atividades produtivas e designar-lhe um outro papel. Esta política traduziu-se na promulgação da Lei de Privatização que permitiu ao governo

¹ Conversações realizadas pelo autor com representantes das Empresas de Distribuição e Geração ao Comitê Nacional de Despacho de Carga

transferir as empresas públicas ao setor privado. No entanto, esta não teve repercussões no setor elétrico, que permaneceu tal qual até 1994.

A política governamental no setor elétrico mudou radicalmente a partir de 1994, ano em que foi promulgada a nova Lei de Eletricidade e a Lei de Capitalização, ambas definindo a orientação do Estado neste campo.

Neste sentido, um ator muito importante para o desenvolvimento do mercado de eficiência energética na Bolívia é o Estado Regulador, e sob a ótica das mudanças estruturais que ocorreram no País, é necessário analisar as diferentes políticas que estão ligadas ao uso eficiente de energia elétrica. Entre estas temos:

- A Lei de Capitalização
- A Lei do SIRESE
- A Lei de Eletricidade
- A Lei do Meio Ambiente
- A Estratégia de Eficiência Energética na Bolívia

A seguir, apresentam-se de maneira resumida estas leis e suas implicações com o uso eficiente da eletricidade.

5.5.1 A Lei de Capitalização

Esta lei, promulgada em 22 de março de 1994, converte em sociedade de economia mista a principal empresa elétrica de Bolívia (Geração e Transmissão), a Empresa Nacional de Electricidad (ENDE), com o objetivo de capitalizá-la pelo incremento do seu capital, através de novos aportes de investidores privados, nacionais e/ou estrangeiros. As ações destes aportes não excedem 50% do total das ações emitidas pelas sociedades de economia mista objeto da capitalização. Adicionalmente, autoriza transferir em benefício

dos cidadãos bolivianos residentes no País e que em 31 de dezembro de 1995, tivessem alcançado maioridade (21 anos), as ações de propriedade do Estado nas sociedades de economia mista, sob mecanismos transparentes e apropriados, para fundos de pensões de capitalização individual a serem estabelecidos com a lei.

Como resultado da capitalização, surgiram três empresas de geração e uma de transmissão.

Tabela 5.1 - Empresas Elétricas Capitalizadas

Sócio Estratégico	Empresa Capitalizada	Centrais Elétricas	Potência Instalada (MW)
Dominion Energy	Corani	Corani (Hidroelétrica)	54,0
		Santa Isabel (Hidroelétrica)	72,0
Energy Initiatives	Guaracachi	Guaracachi (Termelétrica)	186,5
		Karachipampa (Termelétrica)	15,5
		Aranjuez (Termelétrica)	50,2
Constellation Energy	Valle Hermoso	Valle Hermoso (Termelétrica)	87,2

Fonte: Ministério de Capitalização. ENDE - 1997

Sob esta perspectiva, as empresas resultantes passaram a ser administradas com uma visão empresarial privada e de economia aberta e, em conseqüência, passaram a buscar a eficiência em todos seus processos e níveis. Esta situação poderia ocasionar dificuldades à introdução de melhoras de eficiência energética no País, devido à visão empresarial privada, sem resultar na busca da eficiência energética. No atual contexto legal regulatório, a filosofia empresarial privada de minimizar custos para incrementar ganhos pode ser dificultada pela busca da eficiência energética. Por exemplo, um programa de eficiência energética pode ocasionar a redução das vendas de eletricidade e, se não houver um mecanismo regulatório de compensação, poderia ocasionar uma redução nos ganhos das empresas de distribuição.

5.5.2 A Lei do SIRESE

Com a Lei No 1600, de 28 de outubro de 1994, acredita-se o Sistema de Regulação Setorial (SIRESE) como parte do Poder Executivo, sob autoridade do Ministério de Fazenda e Desenvolvimento Econômico, cujo objetivo é regular, controlar e supervisionar as atividades dos setores das telecomunicações, *eletricidade*, hidrocarburos, transportes, águas e dos setores que mediante lei sejam incorporados ao Sistema e que se encontrem submetidos a regulação, de acordo as respectivas normas legais setoriais assegurando que:

- a) As atividades sob sua jurisdição operem eficientemente, contribuindo ao desenvolvimento da economia nacional e facilitando a que todos os habitantes da República possam obter os serviços;
- b) Tanto os interesses dos usuários, as empresas e demais entidades reguladas, quaisquer que sejam sua forma e lugar de organização ou constituição, (como os do Estado) recebam a proteção prevista por lei em forma efetiva; e
- c) O poder da regulação estadual seja exercido estritamente de acordo com a lei.

O SIRESE está regido pela Superintendencia General e as Superintendencias Sectoriales (como a Superintendencia de Electricidad), e suas atividades se financiam através de taxas especificadas nas normas legais setoriais respectivas.

O Superintendente General e o Superintendente Sectorial de Electricidad são nomeados pelo Presidente da República, a partir de uma lista proposta por dois terços dos votos dos membros presentes na Câmara de Senadores. O Superintendente General tem um período

de funções de sete anos, não podendo ser reeleito senão passado um tempo igual ao que tenha exercido seu mandato.

Esta lei não faz menção específica à eficiência energética, mas é favorável a que medidas de uso eficiente sejam introduzidas na Bolívia, para que as atividades da indústria elétrica operem eficientemente e se desenvolva a economia nacional, outorgando a todos os habitantes do País livre acesso à energia elétrica.

A Lei do SIRESE, em seu título III, outorga às Superintendências Setoriais (entre as que se encontra a Superintendencia de Electricidad) atribuições específicas estabelecidas em normas legais setoriais. As principais são:

- Cumprir e fazer cumprir a lei do SIRESE e as normas legais setoriais;
- Promover no marco da lei, a livre competição e “*eficiência*” nas atividades dos setores e pesquisar possíveis condutas monopolistas e anticompetitivas.
- Aprovar e publicar preços e tarifas de acordo com as normas legais setoriais.

Dessa maneira, observa-se situações favoráveis à introdução de medidas de eficiência energética, mesmo sem ser de forma explícita, quando indica que assegurará o desenvolvimento da economia nacional e promoverá a eficiência em todas as atividades e os setores.

Esta lei deveria contemplar de maneira contundente, entre suas atividades, a promoção da eficiência energética como uma política energética nacional, fornecendo a orientação geral para alcançar o desenvolvimento sustentável que pretende atingir o País.

5.5.3 A Lei de Eletricidade

O novo marco regulatório legal do setor elétrico é constituído pela Lei de Eletricidade, que foi promulgada no 21 de dezembro de 1994 (Lei N° 1604), e seus regulamentos, que

se aprovaram através do Decreto Supremo N° 24043, em 28 de junho de 1995. Os regulamentos que especificam com detalhe a aplicação da Lei para o funcionamento do setor elétrico são seis:

1. Regulamento de Operação do Mercado Elétrico
2. Regulamento de Concessões, Licenças e Licenças Provisórias
3. Regulamento de Uso de Bens de Domínio Público e Constituição de Servidões
4. Regulamento de Preços e Tarifas
5. Regulamento de Qualidade de Distribuição
6. Regulamento de Infrações e Sanções.

A Lei determina normas para as atividades da Indústria Elétrica e estabelece os princípios para a fixação de preços e tarifas de eletricidade em todo o território nacional. Estão submetidas a esta lei todas as pessoas individuais e coletivas dedicadas à Indústria Elétrica, quaisquer que sejam a forma e lugar de constituição.

Um dos princípios da Lei de Eletricidade é o *Princípio de Eficiência*, que obriga a correta e ótima alocação dos recursos no fornecimento de eletricidade ao mínimo custo. Este princípio é muito importante para beneficiar o desenvolvimento do mercado de eficiência energética, porque o uso eficiente consegue-se com a correta e ótima alocação dos recursos no fornecimento de eletricidade a mínimo custo.

Com a nova regulação, a Bolívia ingressou no esquema de livre competição, onde o exercício da Indústria Elétrica está sujeita à legislação relacionada com a conservação do meio ambiente, o qual é um elemento favorável para a introdução ao mercado de equipamentos menos poluentes e mais eficientes em consumo energético.

A nova legislação estabelece que os Agentes do Mercado que operarão no setor compreendem as empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras. Também

consideram-se como Agentes, os Consumidores Não Regulados, os quais por ter uma demanda superior a certo limite (1.000 kW) têm a liberdade para escolher o seu fornecedor. Esta situação é favorável à eficiência energética, porque os Consumidores Não Regulados, na procura de otimização de custos, podem otimizar o consumo energético sem prejuízo da sua produtividade e, conseqüentemente, a eficiência energética oferece oportunidades de benefícios econômicos para estes consumidores que, em geral, são indústrias e centros comerciais entre outros.

Outro aspecto favorável da Lei de Eletricidade à introdução de medidas de melhora na eficiência energética é a modalidade de fixação de preços de geração, transmissão e distribuição, que são estabelecidos sobre as seguintes bases:

- ◆ Os preços de nó de geração (limite superior para preços dos contratos de fornecimento a distribuidores) são calculados cada seis meses, baseados no custo marginal esperado de curto prazo durante os seguintes 48 meses, corrigidos pelos fatores de perdas correspondentes aos nós. Estes preços são reajustados mensalmente por meio de fórmulas de indexação.
- ◆ Os preços de transmissão são fixados de forma a cobrir os custos de capital, operação, manutenção e administração de um sistema de transmissão economicamente adaptado.¹² Estes preços são fixados a cada seis meses e reajustados mensalmente através de fórmulas de indexação.
- ◆ Os preços máximos para as vendas de energia das empresas de distribuição a consumidores regulados são calculados de forma a cobrir o custo de compra de energia (limitado ao preço de nó), gastos de operação, manutenção e administração,

¹² Sistema Economicamente Adaptado é o sistema eléctrico dimensionado de forma tal que permite o equilíbrio entre a oferta e a demanda de electricidade, procurando o custo mínimo e mantendo a qualidade de fornecimento.

taxas legais, depreciação de ativos tangíveis e amortização de ativos intangíveis, e o retorno sobre o patrimônio estabelecido na Lei. Estes preços têm validade de quatro anos e serão reajustados mensalmente através de fórmulas de indexação.

Esta nova modalidade de fixação de preços de eletricidade implantada na Bolívia contribuirá ao melhoramento da eficiência energética, porque considera-se que a primeira condição para desenvolver um mercado de eficiência energética é que os preços, reflitam os custos de produção e distribuição reais.

A Lei de Eletricidade permite que as empresas de Distribuição possam ser proprietárias diretas de instalações de geração, que utilizem e aproveitem recursos naturais renováveis, sempre que esta capacidade não exceda 15% do total da sua demanda máxima. Esta situação é um mecanismo do mercado que estimula as empresas distribuidoras a gerar eletricidade, aproveitando as vantagens da concentração vertical. Em um panorama futuro, visualiza-se que as empresas distribuidoras possam realizar alianças estratégicas para gerar eletricidade com recursos naturais (hidroeletricidade) e, desta maneira, tornar a situação favorável para a implantação de melhoras na eficiência energética do País.

Os regulamentos que têm relação para promover um entorno favorável para o mercado de eficiência energética no novo contexto legal elétrico são (1) Regulamento de Operação de Mercado e (2) o Regulamento de Preços e Tarifas, porque mostram a participação das empresas elétricas no mercado e a política de fixação de preços.

Regulamento de Operação do Mercado Elétrico

A seguir, apresenta-se brevemente este regulamento porque nos serve para entender como opera o mercado elétrico e como pode operar um mercado de eficiência energética entre os atores envolvidos no setor elétrico (empresas elétricas).

Os participantes e integrantes do Mercado Elétrico Atacadista são os Distribuidores, Geradores, Transmissores e Consumidores Não Regulados que operam no SIN, os quais efetuam operações de compra venda e transporte de eletricidade. O Mercado Elétrico Atacadista boliviano é formado pelo Mercado de Contratos e pelo Mercado Spot. Os Geradores, Distribuidores e Consumidores Não Regulados podem optar entre vender e comprar eletricidade em qualquer um destes Mercados. O Mercado de Contratos permite que os contratos sejam livres quanto à duração, condições e preços. O Mercado Spot é o mercado de transações de compra venda de eletricidade de curto prazo, não levadas em conta em contratos de fornecimento.

Os contratos dos Geradores estabelecem compromissos de fornecer energia e potência a Distribuidores, a Consumidores Não-Regulados e a outros Geradores contra uma remuneração resultante da aplicação de preços livremente acordados. Um Gerador pode comprometer em contratos, a venda da soma de sua potência firme da contratada com outros Geradores e da que adquira no Mercado Spot.

Um Distribuidor deve contratar com os Geradores o abastecimento de sua demanda em um ou mais nós de fornecimento, pactuando livremente quanto a quantidades de energia e Potência de Ponta contratadas com cada Gerador, devendo comprar por meio de contratos, pelo menos 80% da Potência de Ponta sob sua responsabilidade na sua Zona de Concessão, enquanto o resto da sua demanda pode comprar no Mercado Spot.

Os Consumidores Não Regulados podem contratar o abastecimento de toda ou parte da sua demanda em cada um de seus nós, através de Contratos de Abastecimento com Geradores ou Distribuidores. Estes Contratos podem ser pactuados livremente quanto a preços e quantidades de energia e Potência de Ponta. Estes contratos, em geral, ocorrem entre Indústrias e geradores e, pelas características de consumo das indústrias, prevê-se

que medidas de eficiência energética possam ser introduzidas nas indústrias com o conseqüente benefício econômico para os participantes.

O Comitê Nacional de Despacho de Carga administra o Mercado Elétrico Atacadista, ditando normas operativas obrigatórias aos Agentes, determinando procedimentos e metodologias para operar o Mercado e Administrar as transações do Mercado Spot.

Neste regulamento, poderiam introduzir-se mecanismos para gerar outro tipo de mercado onde ocorram transações de “negawatts”, o que se explica no próximo capítulo. Desta maneira, estaria se gerando um entorno de condições favoráveis para o desenvolvimento de um mercado de eficiência energética.

Regulamento de Preços e Tarifas

Neste regulamento, apresenta-se a modalidade de fixação de preços de eletricidade no mercado elétrico boliviano com critérios de custos marginais. Esta aplicação é considerada uma primeira condição para introduzir medidas de eficiência energética, porque a energia elétrica terá preços reais de fornecimento.

Para poder oferecer um panorama sobre a fixação de preços, a seguir apresenta-se brevemente alguns conceitos utilizados no mercado elétrico boliviano:

Custo Marginal de Curto Prazo de Energia: é o custo do Sistema Elétrico para fornecer um kilowatt-hora (kWh) adicional de energia, em um determinado nível de demanda de potência considerando fixo o parque de geração e transmissão. Este valor é aplicável em um nó do Sistema Elétrico no qual localiza-se a Unidade Geradora marginal.

Custo Marginal de Potência de Ponta: é o custo unitário de incrementar a capacidade instalada de geração de potência de ponta; o nó de aplicação é aquele para o qual obtém-se o menor custo de incremento de capacidade instalada de geração de Potência de Ponta por kilowatt de potência injetada à rede.

Preços de Geradores a Distribuidores: Os preços máximos de nó para o fornecimento às empresas de Distribuição são aprovados semestralmente pelo Órgão Regulador (Superintendencia de Electricidad) e baseiam-se em custos marginais de curto prazo. Estes preços reajustam-se mensalmente, aplicando fórmulas de indexação que basicamente estão compostas por Preço do Dólar, Preço do Combustível e Índices de Preços ao Consumidor.

Preços Máximos de Transmissão: O preço máximo da transmissão pago pelos Geradores conectados cobre o custo total da Transmissão de um Sistema Economicamente Adaptado, que compreende: a) O custo anual de investimento, que é igual à anualidade do investimento das instalações de transmissão. Calcula-se multiplicando o valor indicado do investimento pelo Fator de Recuperação de Capital com uma taxa de atualização do 10% e uma vida útil de 30 anos. b) Os custos anuais de operação, manutenção e administração, que correspondem no máximo a 2% do investimento indicado no item anterior. Semestralmente, aprovam-se os preços máximos de Transmissão e as fórmulas de indexação.

Preços Máximos de Distribuição: Os preços máximos de Distribuição calculam-se para cada nível de tensão e estão compostos pelas tarifas base e fórmulas de indexação. A tarifa base para cada nível de tensão está formada por:

- Pagamento por Consumidor
- Pagamento por Potência de Ponta
- Pagamento por Potência Excedente Fora de Ponta
- Pagamento por Energia

e se calculam levando em conta o seguinte:

- a) custos de fornecimento: custos de compras de eletricidade, custos de comercialização, impostos e taxas, custos de operação, custos de manutenção, custos de administração, depreciação, custos de amortização e custos financeiros.
- b) as previsões de vendas de eletricidade aos seus consumidores
- c) as receitas previstas por conceito de venda e transporte de eletricidade, utilização e conservação de elementos do serviço e retribuições que, por qualquer outro conceito, obtenha a empresa dos bens vinculados à Concessão.

As fórmulas de indexação mensal estão compostas de (1) ajuste por variações nos custos da empresa em função dos índices de preços e (2) as variações nos preços de compra de eletricidade. Cada quatro anos, a Superintendencia aprova os preços máximos de fornecimento de eletricidade para os consumidores regulados de cada empresa de distribuição.

Observa-se na fixação de preços de distribuição, um estímulo para as empresas elétricas não se interessarem na implantação de programas de eficiência energética, porque esta situação lhes ocasionaria uma redução de suas receitas. Desta maneira, para gerar um mercado de eficiência energética, é necessário realizar modificações neste regulamento e que as vendas de eletricidade não estejam associadas à rentabilidade das empresas elétricas de distribuição. No próximo capítulo, apresentam-se sugestões para alcançar este objetivo.

Por outra parte, os preços fixados com esta nova regulamentação, ao serem preços reais e diferenciados por blocos horários, fornecem sinais econômicos aos consumidores e promoverão um uso mais racional e eficiente da eletricidade, que é um incentivo para um mercado de uso eficiente de energia elétrica por parte dos consumidores.

5.5.4 A Lei do Meio Ambiente

A regulamentação da Lei do Meio Ambiente de No 1333, aprovada mediante Decreto Supremo em 1995, tem por objetivo proteger e conservar o meio ambiente e os recursos naturais, regulando as ações do homem em relação à natureza e promovendo o desenvolvimento sustentável, com a finalidade de melhorar a qualidade de vida da população.

O desenvolvimento do mercado eficiente de eletricidade no País, com a Lei do Meio Ambiente, vê-se totalmente favorecido já que o uso eficiente tem os mesmos objetivos que o desenvolvimento sustentável. Desta maneira, ponderai-se realizar uma integração em conjunto para procurar um desenvolvimento social e econômico na utilização dos recursos naturais e conservação do meio ambiente, assim como planejar estratégias e políticas setoriais no marco do desenvolvimento sustentável.

5.5.5 Estratégia de Eficiência Energética em Bolívia

Considerando que o uso da energia elétrica constitui um dos principais fatores para o desenvolvimento do País, assim como sua utilização eficiente contribui decisivamente ao fortalecimento da economia nacional permitindo acrescentar a competitividade da economia do País, a Secretaria Nacional de Energia, em colaboração com o Banco Mundial, no junho de 1996 apresentou os primeiros desenhos de políticas e ações concretas destinadas a lograr níveis de eficiência no uso de nossos recursos energéticos.

Neste sentido, procura-se a participação dos diferentes setores econômicos do País e outras organizações envolvidas no tema. Entre as mais importantes deve-se citar à

Câmara Nacional de Indústrias e Comércio, Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento, Empresas Geradoras e Distribuidoras de energia elétrica, o setor transporte e as entidades de cooperação internacional. De esta maneira, o Governo elaborou uma proposta sobre a Estratégia de Eficiência Energética.

O Governo de Bolívia, no Plano General de Desenvolvimento Econômico e Social tem estabelecido entre os seus objetivos: 1) o aproveitamento racional dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente, que pretende evitar o gasto desmedido dos recursos naturais elevando seu rendimento conseguir lograr o desenvolvimento sustentável, 2) a transformação produtiva, que procura incrementar e diversificar a produção e conseguir maiores níveis de produtividade e competitividade internacional.

Os princípios que orientam a estratégia de eficiência energética são:

- a) o princípio de equilíbrio, que busca uma harmonização entre o potencial energético do País e o seu aproveitamento.
- b) o princípio de sustentabilidade, que procura o melhor balance entre a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento energético
- c) o princípio de transparência e neutralidade, que busca o estabelecimento de normas e regras do jogo claras para a gestão energética.
- d) o princípio de competitividade que busca ajudar à introdução adequada dos setores produtivos na globalização da economia.

O objetivo geral é “Promover a utilização eficiente da energia e participar na preservação do meio ambiente”; este objetivo está orientado a otimizar o uso dos recursos econômicos e financeiros em geração/produção e consumo de energia. Também requer-se a

participação ativa dos atores envolvidos no setor energético tanto a nível do estado, como do setor privado e da cooperação internacional.

Do ponto de vista do desenvolvimento sustentável e cuidado ao meio ambiente, é um imperativo tender a diminuir ou, pelo menos, conseguir que as emissões de CO₂ mantenham-se em níveis permissíveis. Não se-deve perder de vista neste campo, que a Bolívia tem assumido compromissos em distintos foros internacionais, entre eles a subscrição das resoluções da Conferência do Rio em 1992 e os do Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas, que deverão ser cumpridos por meio de ações concretas.

Neste contexto, o governo de Bolívia está empenhado em desenvolver um processo de longo alcance que permita ao País usar eficientemente seus recursos energéticos, assim como o estímulo para o desenvolvimento e usos de fontes alternativas de energia, mitigando, desta maneira, os efeitos sobre o meio ambiente, fazendo mais racional o uso dos recursos de investimento destinados ao setor energia e promovendo uma maior competitividade da indústria nacional. Este processo é parte do conjunto de reformas estruturais que estão sendo implementadas no País.

Os objetivos da estratégia proposta pelo Governo boliviano são as de promover a utilização da energia e participar na preservação do meio ambiente. Os objetivos e ações a curto prazo são (1) estabelecer ao interior do Estado boliviano, uma base institucional mínima para o desenvolvimento de políticas de Eficiência Energética, no setor privado, e (2) estabelecer uma base institucional destinada a cumprir ações operativas dentro do campo da eficiência energética. A médio prazo, estabelecer pelo Estado uma política de eficiência energética e uma base normativa e reguladora que permita identificar, orientar e promover o desenvolvimento de ações de eficiência energética. No longo prazo, melhorar os níveis de eficiência energética e estabelecer condições de funcionamento racional dos

distintos setores com relação ao consumo de energia e otimizar o uso dos recursos econômicos e financeiros na geração e uso da energia.

Até o momento, os avanços obtidos na eficiência energética no País depois de ter-se proposto a estratégia são basicamente os dirigidos ao setor industrial, onde se realizaram atividades de auditorias energéticas para estimar o potencial de conservação da energia elétrica. Estas atividades, realizaram-se com o apoio do Banco Mundial, (Programa ESMAP) nas principais indústrias das cidades de Santa Cruz, La Paz, Cochabamba e Sucre (Indústrias de cimento e bebidas entre outras). No setor residencial, realizou-se um estudo preliminar efetuado por consultores do Banco Mundial, para estimar o potencial de conservação de energia na cidade de Sucre, que apresenta características de população basicamente residencial. O objetivo é realizar um projeto piloto de administração de demanda, que atualmente (novembro de 1998) encontra-se na fase de conseguir o financiamento. É importante observar que as empresas elétricas não estão de acordo em implantar programas de eficiência energética, por não dispor de mecanismos regulatórios que premiam estas atividades. É por este motivo que a Secretaria Nacional de Energia deveria realizar propostas para modificar os regulamentos da Lei de Eletricidade visando promover o uso eficiente de energia elétrica.

Finalmente, pode-se afirmar que a estratégia do uso eficiente de energia na Bolívia é um primeiro e importante passo para desenvolver um mercado eficiente de energia elétrica.

CAPÍTULO 6

CONDIÇÕES OPERACIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM MERCADO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA

Os aspectos considerados para o desenvolvimento de um mercado eficiente de energia elétrica estão centrados no estudo econômico e administrativo (com enfoque no marketing), havendo importantes atores participantes que viabilizam o mercado eficiente de energia elétrica.

Desta forma, é necessário identificar conceitualmente que a economia é uma ciência social que trata dos meios pelos quais torna-se possível, com recursos escassos, satisfazer objetivos alternativos. Esta definição tradicional não ilustra totalmente a amplitude real do seu campo. A idéia da dotação de recursos limitados para satisfazer os fins competitivos parece familiar quando observamos uma família decidindo a distribuição dos seus ingressos na compra de um refrigerador, de roupa e de outros bens e serviços. Este

conceito pode ser compreendido também quando as empresas precisam tomar decisões de alocação. Por exemplo, a General Electric deve decidir sobre a aplicação de seus recursos produtivos na produção de refrigeradores convencionais, refrigeradores eficientes em consumo energético, televisores, entre outros. Além disso, os fabricantes de refrigeradores devem decidir sobre a diferenciação dos seus produtos, reconhecendo que existe um mercado para os refrigeradores eficientes. As universidades devem estabelecer que parte de seus recursos serão encaminhados para a construção de edifícios, ao invés de comprar livros para a biblioteca ou contratar mais professores. Os estudantes devem repartir seu tempo de estudo entre os diversos cursos que assistem e devem decidir, também, a porção do tempo que dedicarão estudando ou fazendo outras atividades. Os que recebem algum tipo de receita devem decidir como aplicá-la no consumo de produtos para satisfazer suas necessidades ou em investimentos que transfiram uma melhor remuneração desse capital para um futuro consumo. Quando um recurso aparentemente é abundante como o ar e a água tem-se a falsa idéia de que seu uso torna-se irrestrito para satisfazer todas as necessidades possíveis. Mesmo assim, alguns critérios de seleção devem ser tomados em consideração. Por exemplo, em atividades que venham a contaminar ambos elementos. Ao se produzir mais energia elétrica por termelétricas ou condução de mais automóveis, teremos ar e água contaminados além de menos recursos energéticos (FERGUSON, 1980). Então, é importante estabelecer a importância do desenvolvimento dos mercados eficientes de energia para um desenvolvimento sustentável.

O mercado boliviano de equipamentos elétricos de uso residencial como refrigeração, aquecimento de água e iluminação, até o momento, não dispõe de equipamentos

energeticamente eficientes, talvez por não existir um mercado propício para isso. Portanto, deve-se analisar a viabilidade da “transformação do mercado”.

6.1 A TRANSFORMAÇÃO DO MERCADO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA

A “Transformação do Mercado” é um tema muito discutido na década de 1990 por diversos estudiosos da eficiência energética e envolve muitos significados. Robert Wirtshafter e Angela Sorrentino da Universidade de Pennsilvanya indicam que a transformação do mercado é um conjunto de atividades dirigidas ao fabricante, ao distribuidor, ao mercado varejista e ao consumidor, que mudam permanentemente o mercado para bens ou serviços de energia eficientes (WIRTSHAFTER, 1994).

Por outro lado, Hans Nilsson indica que a Transformação do Mercado é um método conduzido ou manejado pelo mercado para alcançar, pelo menos, a melhora no funcionamento de segmentos da economia, como os sistemas de energia. Trabalha para acelerar a assimilação dos avanços tecnológicos pelo mercado e é colocado em funcionamento por intervenção, conforme o mercado, designando os recursos do consumidor (NILSSON, 1995).

Steve Nadel e Howard Geller consideram que a Transformação do Mercado é um processo onde as inovações em eficiência energética são introduzidas no próprio mercado e extraordinariamente penetram em uma grande porção do mercado escolhido (NADEL e GELLER, 1994).

Para Shel Feldman, do “Wisconsin Center for Demand-Side Research”, a Transformação de Mercado é qualquer mudança que ocorra no mercado, como: (FELDMAN, 1994)

- * modificação no conjunto de indivíduos ou grupos na sua natureza ou tamanho: quer dizer que novos compradores ou vendedores podem entrar no mercado.
- * alteração da combinação de bens econômicos e serviços pela introdução de novas tecnologias e da retirada de produtos ineficientes.
- * reconstrução das regras de intercâmbio: quando os consumidores perguntam aos fornecedores acerca da eficiência de energia e das tecnologias oferecidas para a venda. Quando os preços dos produtos eficientes caem.

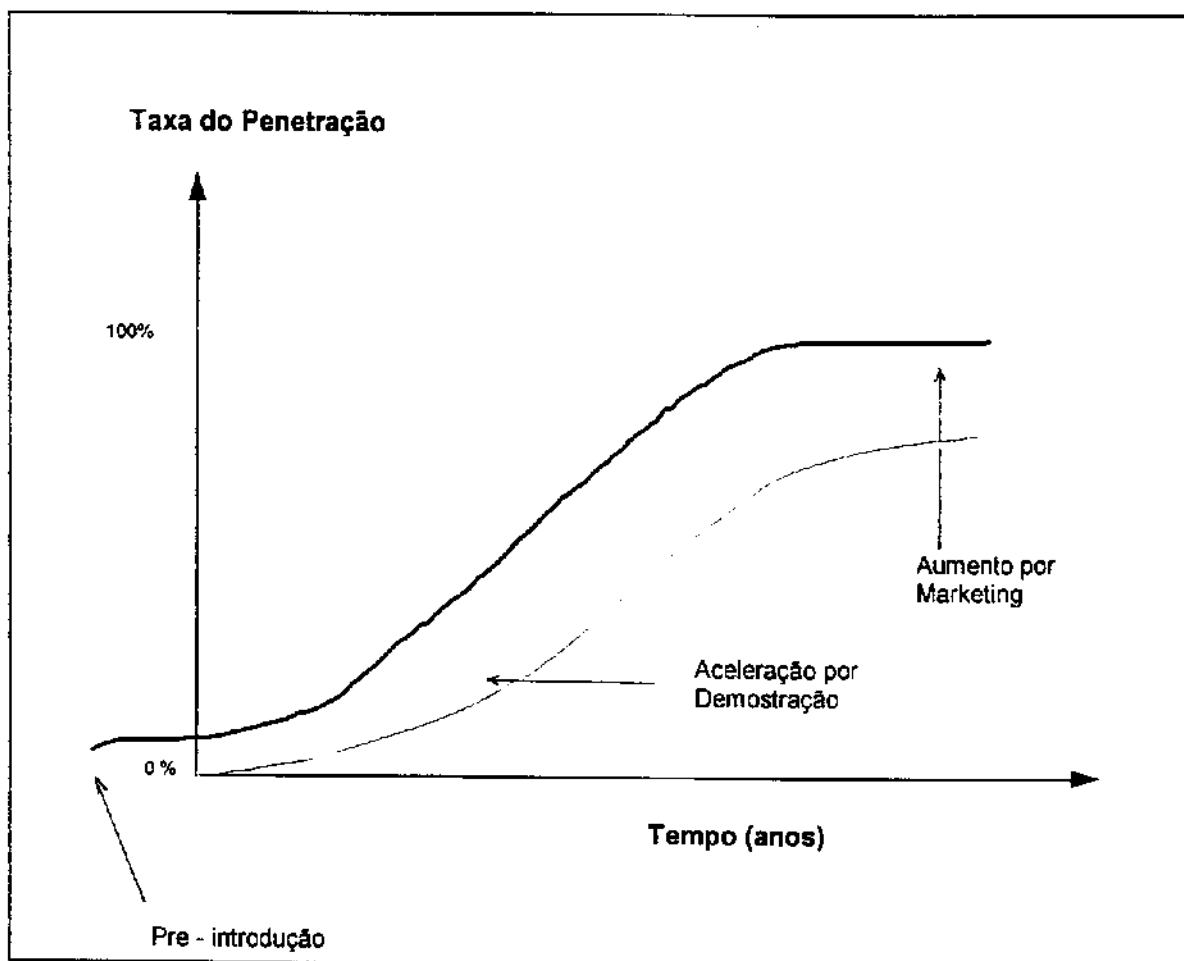
Para o presente trabalho, adotamos uma definição mais ampla de Transformação de Mercado, que está definida como as atividades dirigidas ao fabricante, ao distribuidor, ao varejo, ao consumidor e ao Estado (Regulador das atividades da Indústria Elétrica, da importação, fabricação e comercialização de equipamentos elétricos, da normalização, da imposição de taxas, recolhimento fiscal e impostos dos equipamentos elétricos de uso residencial e da legislação do meio ambiente, entre outros), que são identificados como atores ativos do mercado, tendo a possibilidade de atuar e influenciar o mercado de bens e serviços de energia eficientes.

Desta maneira, entende-se que a Transformação de Mercado é um processo dinâmico, contínuo no tempo, havendo uma introdução permanente de tecnologias energeticamente eficientes e em constante evolução, no mercado no qual estão participando ativamente e conscientemente os atores envolvidos. As atividades que são o eixo para a Transformação de Mercado são variadas e podem estar dirigidas a qualquer dos atores envolvidos na fabricação, venda ou compra do produto.

A Transformação do Mercado, no entanto, necessita usualmente da liderança do governo para permitir o funcionamento de eficiência energética.

Entretanto, a maioria das mudanças levam tempo, pois dependem em grande parte da mudança das características e das condições reinantes. Conseqüentemente, pode-se dizer que o futuro não está determinado, mas vai se formando, sendo necessário planejar o futuro a partir das decisões feitas hoje. Aumentar a eficiência energética ocasiona elevação contínua de custos e esta é alcançada através de preços elevados. Para conseguir melhorias, tem que pagar-se um custo extra e “motivar” tanto aos consumidores para comprar equipamentos eficientes, como as empresas para produzir produtos energeticamente eficientes. Esta análise é estática e não leva em consideração a dinâmica dos mercados onde a aprendizagem, volume e renovação industrial fazem diminuir os custos. Um estudo recente feito pelo Worldwatch Institute menciona que a “curva de aprendizagem” geralmente mostra que os preços por unidade, em média, caem cerca de 20% ou 30% cada vez que a produção cumulativa é dobrada. (FLAVIN e LESSEN, 1994). As mudanças no custo e no volume requerem uma relação na penetração do mercado, que pode ser alcançado através da Transformação do Mercado. Esta Transformação pode ser visualizada pela curva de Difusão de Produtos no Mercado, podendo ser vista na seguinte Figura:

Figura 6.1 - Curva de difusão de um produto no mercado em um período desde a introdução até a saturação do mercado (com medidas que incrementam a penetração)



Fonte: Hans Nilsson - Energy for Sustainable Development, 1995

Esta figura mostra as medidas que incrementam a penetração da eficiência energética no mercado:

- pré-introdução de produtos no mercado
- aceleração de sua penetração no mercado (pode ser mediante demonstrações)
- incremento do mercado e sua penetração geral (pode ser por marketing)

A pré-introdução significa que o produto foi enviado ao mercado antecipadamente. A aceleração da penetração significa que o produto foi distribuído mais rapidamente do que

se ocorresse de outra forma, além de o mercado alcançar a saturação mais rapidamente. O incremento significa que a penetração do produto faz com que o produto alcance um nível mais alto de saturação. Esta etapa, na Bolívia, poderia ser realizada mediante acordos entre os que comercializam e as concessionárias de distribuição de energia elétrica, sob o apoio do governo central e local, para que todos os participantes obtenham benefícios econômicos.

A pré-introdução e a aceleração podem ser assistidos significativamente por programas de governo para a procura e a demonstração tecnológica. No entanto, o incremento é considerado, principalmente, um tema para as campanhas no mercado, a partir do momento em que tenham uma melhor posição e possam atuar a favor de seu próprio interesse. A Transformação do Mercado envolve uma mudança progressiva e atual, permitindo que o mercado não regreda a níveis mais baixos de eficiência depois de um certo tempo. A aceleração no País pode ser viabilizada através dos Programas de uso eficiente que a Secretaria de Energia pretende realizar mediante sua política de uso eficiente considerada na Estratégia de Eficiência Energética.

A adoção e difusão de medidas de eficiência energética é um fenômeno complexo e dinâmico, que envolve interações entre tecnologia, comportamento, condições do mercado e da política pública. As decisões que afetam a eficiência energética são feitas pelos fabricantes, vendedores, instaladores, contratistas e consumidores já que novos modelos de aparelhos elétricos são introduzidos a cada ano. De acordo com as pesquisas de mercado realizadas pelo autor, não há equipamentos energeticamente eficientes no mercado boliviano em termos de uso final de refrigeração. Entretanto, foram encontradas lâmpadas fluorescentes compactas de variada procedência no comércio formal e informal.

O comportamento do empresário e do consumidor é afetado pelo preço do energético ou das condições ambientais. Os mercados variam em termos de preço, taxas de crescimento, competitividade e outros fatores, além de uma ampla faixa de políticas ou programas, incluindo os esforços educacionais na eficiência energética, incentivos financeiros ou regulações que são possíveis realizar no País graças à vontade do governo neste assunto.

A razão fundamental para a Transformação do Mercado é a mesma para as melhorias da eficiência energética: o custo efetivo no aumento da eficiência energética é alcançado em todos os usos finais através das vantagens tecnológicas e o preço da energia que foi incrementado nestes últimos 20 anos. Fazendo uma observação superficial, em geral, custa menos economizar energia que fornecer energia. Além disso, a produtividade econômica e a eficiência econômica, aumenta à medida que cresce a eficiência energética.

Se as medidas de eficiência energética são efetivas na contabilidade dos custos, é razoável tentar saber porque não estão implementadas amplamente no mercado, mesmo sem haver uma política concreta ou a intervenção de um programa. Em outras palavras, o que torna as estratégias de Transformação de Mercado necessárias? A resposta pode ser a existência de barreiras ou imperfeições do mercado existente atualmente no País, tais como, a falta de conhecimento ou de informação, disponibilidade limitada do produto, riscos, diferentes grupos de compra de equipamentos e pagamento de operação de custos, distorção do preço do energético e acesso limitado ao capital.

A Transformação do Mercado vai mais além da simples consideração da eficiência energética de novos produtos, incluindo, também, o pessoal técnico que instala e utiliza estas tecnologias. Em alguns casos, a própria instalação e o uso estão em condições críticas que possam assegurar que as tecnologias eficientes sejam implantadas e

executados até alcançar seu potencial total. O governo e as empresas poderão ter um papel importante no treinamento, na inspeção e na segurança da qualidade dos serviços.

A Transformação de Mercado, que pode ocorrer na Bolívia, deve combinar a política individual das empresas e os programas de iniciativas de uso eficiente em uma estratégia coerente para elevar a curva de difusão rapidamente e incrementar medidas da penetração de eficiência energética no mercado boliviano (ver fig. 6.1).

6.1.1 Exemplos de Transformação do Mercado

Há vários exemplos de Transformação do Mercado de usos finais onde as melhorias substanciais na eficiência energética têm ocorrido nos últimos 15 anos e a transformação tem ocupado um lugar de importância. Os seguintes exemplos acontecidos nos Estados Unidos podem-se aplicar na Bolívia, descobrindo condições chave do mercado, isto é (1) as medidas aplicáveis de eficiência energética e sua viabilidade econômica, (2) o papel em que várias políticas ou programas têm jogado e (3) os passos que foram seguidos para complementar a Transformação de Mercado. Os exemplos ilustram que os produtos e mercados perfeitos são resistentes à Transformação do Mercado.

Refrigeradores

Nos Estados Unidos, os refrigeradores de uso residencial consumiram cerca de 146 bilhões de kWh, em 1990, aproximadamente 16% do total do uso da eletricidade residencial e mais de 5% do uso da eletricidade do País. Os refrigeradores foram, neste ano, um dos maiores usos finais de eletricidade de acordo com a estimativa que foi feita pela Administração de Energia (EIA, 1993).

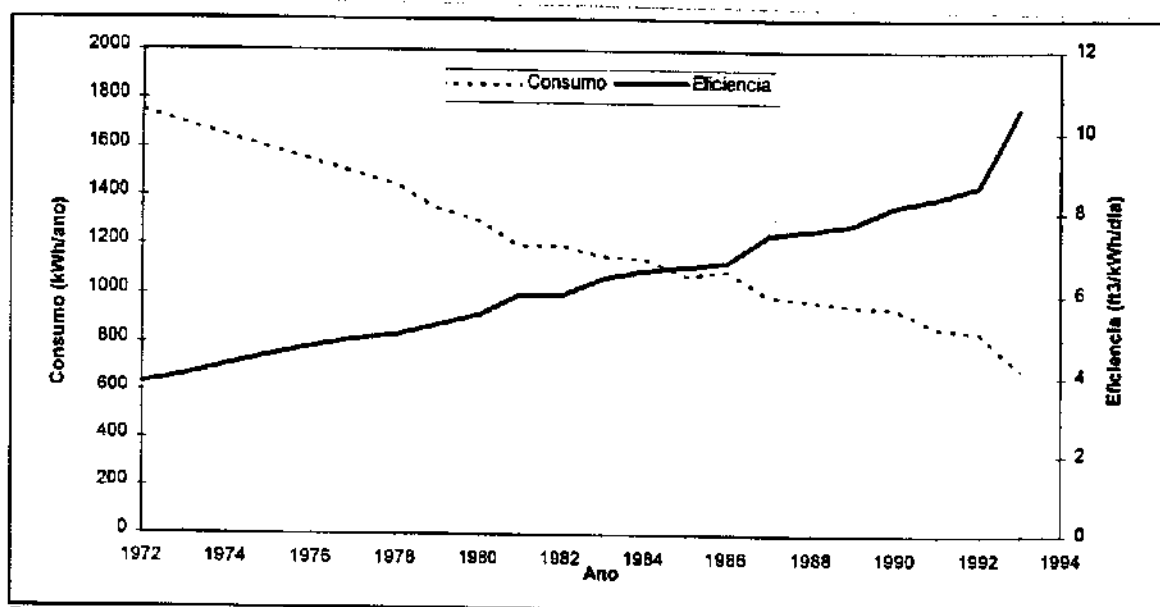
O refrigerador é um exemplo de tecnologia de uso final, onde a eficiência energética é um atributo relativamente oculto. Por exemplo, os consumidores bolivianos não sabem

quanto de energia elétrica consome um refrigerador quando opera, apesar das Empresas de Distribuição como a Empresa de Luz e Fuerza Eléctrica de Cochabamba permitirem a seus consumidores conhecer, através de publicidade, o consumo energético de uma variedade de eletrodomésticos entre os quais encontram-se os refrigeradores. Sem dúvida, a melhora da eficiência energética neste uso final geralmente traz como benefício um consumo de energia mais baixo para os consumidores bolivianos que atualmente não conhecem esta vantagem.

Nos Estados Unidos, a colocação de etiquetas de consumo energético, realizada desde 1980 nos novos refrigeradores à venda nas lojas, tem mostrado sob a avaliação do programa de etiquetagem, um impacto limitado sobre as decisões de compra (McMahon J., 1991) e os consumidores colocam a eficiência energética como uma característica secundária entre os atributos que são considerados quando estão escolhendo os aparelhos (GELLER, 1983).

Apesar destas limitações de mercado, a eficiência dos novos refrigeradores foi dramaticamente transformada durante os últimos 20 anos (ver figura 6.2). A média de consumo de eletricidade dos novos refrigeradores caiu de cerca de 1.725 kWh/ano em 1972 para 685 kWh/ano em 1993. Esta diminuição no uso da energia foi acompanhada por um incremento de cerca de 10% no tamanho médio do refrigerador e uma penetração maior das características, tais como descongelamento automático. Conseqüentemente, a média do "fator de energia", uma medida da eficiência dos novos refrigeradores, aumentou cerca de 175 % entre o período de 1972 e 1993 (ver figura 6.2).

Figura 6.2 - Tendências da média de consumo de eletricidade e a eficiência energética dos novos refrigeradores de carga pesada. A eficiência está medida em termos de volume refrigerado por uso de eletricidade por dia



Fonte: Howard Geller, 1994

As tecnologias utilizadas para incrementar a eficiência dos refrigeradores, durante os últimos 20 anos, incluem a mudança da fibra de vidro, o isolamento do poliuretano, uso de isolamento mais grosso, motores e compressores mais eficientes, trocadores de calor maiores, ciclos de descongelamento mais eficientes, melhores junções de portas e outras mudanças menores de desenho. O benefício da eficiência ocorreu sem uma inovação tecnológica dramática ou redesenhos de produtos (GELLER, 1988).

A simplicidade e baixo custo das melhoras da eficiência contribuíram para sua aceitação geral pelas empresas e consumidores. Mas, as iniciativas da política, incluindo os padrões mínimos de eficiência e a utilidade dos programas de desconto, tiveram um papel crítico na transformação do mercado que ocorreu durante o período de 1972 a 1993. Em resumo, os programas mais novos, como o "Golden Carrot", estão orientando o aumento da eficiência e acabarão influenciando o funcionamento do mercado no futuro. Estes tipos de programas não podem ser aplicados na Bolívia, porque não existem

fabricantes locais de refrigeradores. Entretanto, pode ser feita uma regulamentação sobre a importação e a comercialização dos equipamentos em função do consumo energético.

Uma estratégia aplicada nos Estados Unidos para promover os refrigeradores mais eficientes energeticamente são os incentivos das empresas. Em uma pesquisa da utilidade dos programas Gerenciamento pelo lado de Demanda (GLD) conduzidos em 1986 e 1987, foi observado que 127 empresas ofereceram descontos aos compradores de refrigeradores altamente eficientes (BERMAN, COOPER, GELLER, 1987). A utilidade dos programas de desconto ajudam a incrementar o mercado para os modelos altamente eficientes, dada a faixa de eficiências disponíveis no próprio mercado a qualquer momento. Este tipo de estratégia também pode ser aplicada na Bolívia, oferecendo incentivos fiscais à sua comercialização.

Na estratégia complementar “Golden Carrot”, utilizou-se incentivos para estimular o desenvolvimento e a comercialização de tecnologias avançadas e níveis de eficiência superior. O primeiro programa “Golden Carrot” foi uma competição entre os fabricantes de refrigeradores. O ganhador anunciou, em junho de 1993, planos para introduzir um ou mais modelos de refrigeradores que consomem cerca de 30% menos de eletricidade que as unidades comparadas com os padrões federais de 1993. (TREECE, 1993).

Baseando-se no programa “Golden Carrot”, a Transformação do Mercado eficiente deste uso final continuará por muitos anos, porque os refrigeradores com padrões mínimos de eficiência serão consolidados de maneira significativa, através da existência do avanço tecnológico, tal como o isolamento a vácuo e novos ciclos de refrigeração. Outras iniciativas que poderiam ajudar a facilitar esta transformação progressiva incluem os incentivos para promover as tecnologias mais disponíveis e desenvolver novos avanços, assim como estimular a sua comercialização.

Lâmpadas Fluorescentes Compactas (LFCs)

Nos Estados Unidos, as lâmpadas incandescentes são responsáveis aproximadamente por 30% da eletricidade demandada. Em muitos casos, as lâmpadas fluorescentes compactas (LFCs) podem ser utilizadas, alcançando uma economia energética de 66 a 78%. (ATKINSON, McMAHON, MILLS, CHAN., 1992)

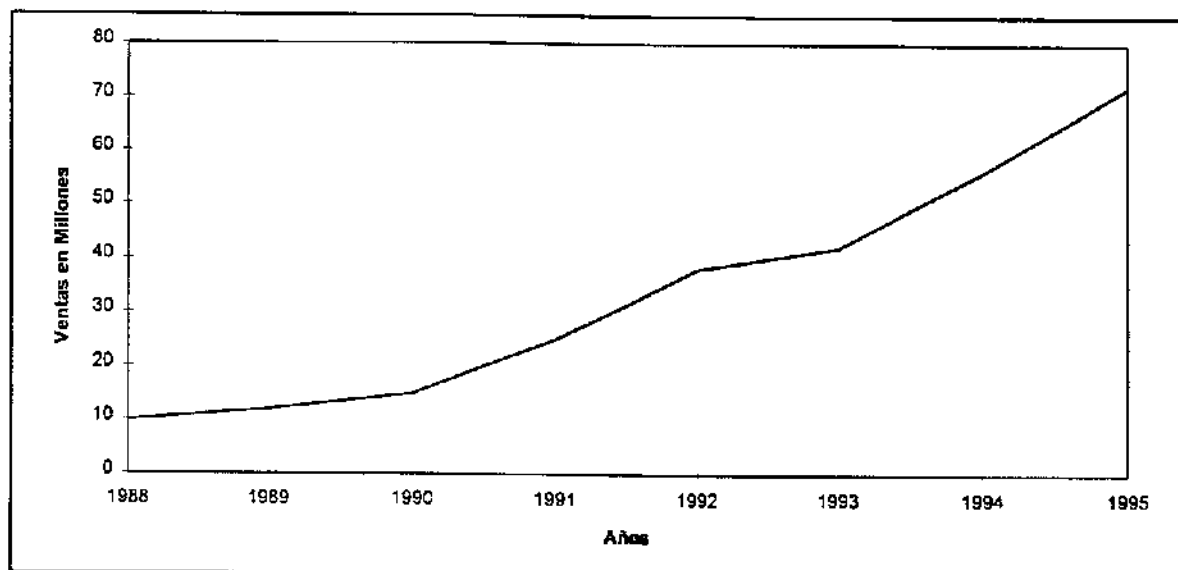
O custo das LFCs nos Estados Unidos assim como na Bolívia, depende do tipo de lâmpada e da quantidade de compra. Os preços nos EUA podem variar de 7 US\$/unidade a 8 US\$/unidade no atacado, e de 12 US\$/unidade a 25 US\$/unidade no varejo, que em geral são os mesmos preços disponíveis no mercado boliviano. Pode-se observar que o custo inicial das LFCs é tipicamente 10 a 20 vezes o custo de uma lâmpada incandescente, tornando-se uma barreira para a penetração das LFCs.

Outras barreiras significativas que impedem a rápida penetração das LFCs no mercado boliviano são:

- 1) Seu tamanho e sua forma, comparado-os com as lâmpadas incandescentes, geram desconfiança nos consumidores. Em um estudo realizado nos Estados Unidos, em 1991, observou-se que as limitações físicas evitaram que as LFCs fossem instaladas em muitas residências (MANCLARCK, 1991);
- 2) A incapacidade das LFCs em oferecer maior iluminação. Pesquisas realizadas pelo autor entre alguns consumidores bolivianos mostraram que as LFCs não oferecem um bom nível de iluminação e
- 3) A disponibilidade limitada de LFCs, no caso particular da Bolívia, não se encontram em qualquer loja de comércio de venda de lâmpadas e muito menos em pontos de venda de artigos comestíveis, casa de ferragem e farmácias, onde a maioria dos consumidores compram lâmpadas incandescentes.

As LFCs foram desenvolvidas em 1970 e introduzidas primeiramente no mercado em 1978 (McCULLY, 1990). Em 1988, cerca de 10 milhões de LFCs foram vendidas nos EUA, representando, aproximadamente, 1% do mercado combinado LFCs e lâmpadas incandescentes de serviço geral. Já em 1992, as vendas de LFCs alcançaram aproximadamente 35 a 40 milhões de unidades e havia projeções para 72 milhões de unidades em 1995 (ver Figura 6.3).

Figura 6.3 - Vendas estimadas por ano das Lâmpadas compactas Fluorescentes (EUA)



Fonte: Howard Geller, 1994

O êxito de penetração das LFCs, que pode se notar pela figura anterior, deve provavelmente ser atribuído a alguns fatores tais como adequação do produto, reduções de custo, incentivos da empresa, economia de custo energético e ampla utilização pelo setor comercial. Pode-se utilizar a experiência americana, adequando-se ao contexto boliviano e tentar aplicar estes fatores para conseguir a introdução das LFCs no mercado.

Os incentivos das empresas nos EUA têm sido uma importante contribuição para as vendas de LFCs, particularmente entre os produtos vendidos com todos os acessórios necessários para sua instalação, sendo bem populares entre os consumidores residenciais. Nos EUA, há uma estimativa que o incentivo dado pelas empresas norte-americanas foi responsável pela metade das vendas de LFCs com todos seus acessórios em 1991 (Gough A., Blevins R., 1992). Com o incentivo empresarial, o comércio varejista dispõe-se a estocar as LFCs (MICHELSEN, LOMERGAN, 1992). Na Bolívia, as empresas de eletricidade também poderiam adotar alguns incentivos desta natureza para aumentar o consumo de LFCs, caso se tenha um marco regulatório que promova a eficiência energética.

6.2 BARREIRAS PARA O MERCADO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA

Em geral, os equipamentos eficientes elétricos de uso residencial são adotados pelos consumidores inovadores que implementam as novidades tecnológicas, mas, em geral, a atitude de adotar equipamentos energeticamente eficientes tem vários obstáculos diferentes. Por um lado, o consumidor é vítima de uma nova situação, sentindo a falta de experiência prévia, dúvida da eficácia funcional e dos benefícios econômicos, sofre de ansiedade sobre os aspectos técnicos e identifica, como um dos maiores obstáculos, a ameaça da perda do conforto. (CARDIA, 1986)

Ainda que os economistas clássicos e neoclássicos tendam a rejeitar a existência de barreiras que impeçam o pleno funcionamento do mercado na assignação de recursos destinados ao uso eficiente da energia elétrica, praticamente existe um consenso, a nível mundial entre os analistas energéticos e as autoridades responsáveis das políticas energéticas, de que existem barreiras institucionais, técnicas e de mercado que freiam

significativamente a difusão e massificação das tecnologias energeticamente eficientes (ver quadro Barreiras ao Uso Eficiente da Energia no setor residencial).

Esta situação explica a intervenção dos governos dos Estados Unidos, Europa e Japão neste mercado, introduzindo normas, códigos de construção, incentivos tributários e creditícios, selos de qualidade e impostos às emissões, entre outros. Os esforços assinalados tem-se traduzido no desembolso de enormes quantidades de dinheiro por parte dos Governos, das agências especializadas e das empresas de energia, sejam públicas ou privadas.

As barreiras são gerais e específicas para os distintos setores e do tipo:

- i) micro e macroeconômicas, e
- ii) não econômicas.

Sectariamente, as barreiras são similares em alguns casos e específicas em outros (CEPAL, 1995).

Barreiras ao Uso eficiente da Energia Elétrica no Setor Residencial da Bolívia

As barreiras que impedem a melhora da eficiência com que se usa a energia elétrica no setor residencial são as seguintes:

- Os sistemas de tarifas não refletem os custos que tem para a sociedade a produção e uso da energia elétrica. As tarifas de distribuição ao consumidor final ainda mantêm os "subsídios cruzados" e portanto, os benefícios são para os consumidores do setor residencial. Mas, a partir de 1999, deve iniciar-se a implementação de novas tarifas ao consumidor final, eliminando os subsídios atuais. Por outra parte, no País existem energéticos com preços subsidiados, por exemplo o Kerosene (uso vinculado aos setores de baixa renda) que é utilizado em algumas áreas para iluminação e cocção (o que desmotiva a utilização eficiente de energia elétrica) e o diesel que é utilizado por pequenas cooperativas de eletrificação para gerar eletricidade. Esta barreira também atualmente está sendo superada devido à recente reforma do setor energético, já que os preços estão sendo fixados com critérios tais que refletem os verdadeiros custos além do que estão se eliminando os subsídios.

Estes fatos, frente à luz da experiência, demonstraram que os subsídios favoreceram aos setores de alta renda, no caso da kerosene e do diesel, em geral, promovem o desperdício mais do que os objetivos previstos ao fixar subsídios.

- Para os consumidores de maior renda, a conta de energia elétrica é irrelevante na seleção de opções energéticas, e menos ainda para os projetistas e construtores dos edifícios, que não pagam a fatura quando entregam o edifício. Para estes últimos é mais importante reduzir os custos de investimento.
- Existe uma distorção dos compradores ao adquirirem os equipamentos segundo o menor custo inicial (preço de compra), sem considerar os gastos de operação e manutenção ao longo da vida útil do equipamento.
- A eficiência energética está equivocadamente associada à falta de conforto e ao sacrifício.
- Os reduzidos ingressos de uma grande porcentagem da população impedem a aquisição de equipamentos de maior custo inicial ou a substituição de equipamentos de elevados custos operacionais.
- Ausência de informação acerca da confiabilidade e dos custos associados aos equipamentos energeticamente eficientes e rendimentos e à vida útil dos equipamentos convencionais.
- Não existe uma oferta adequada de equipamentos eficientes ao nível da importação, muito menos de produção.
- Lenta rotação de equipamentos domésticos.

Por outra parte, experiências de outros países identificam barreiras ao uso eficiente de energia, as quais são as mesmas para o caso boliviano. Por exemplo, Shel Feldman de Wisconsin Center for Demand-Side Research indica que barreiras têm limitado o sucesso do mercado livre para a eficiência de energia e surgiram afetando tanto ao mercado como aos consumidores. Estas são as seguintes:

- * Ausência de conhecimentos para referir-se ao problema da energia elétrica.
- * Falta de conhecimento das opções de eficiência energética, produtos e serviços padrões.
- * Falta de acesso à tecnologias eficientes.
- * Alto custo das tecnologias eficientes.
- * Desconfiança de novos produtos.

Agravar estas barreiras é causa para falhar os organismos reguladores e as empresas, para incorporar o custo de produção e uso da energia, o que resulta em preço ineficaz. Ao mesmo tempo, os produtores e distribuidores das opções de eficiência de energia encontram barreiras no mercado, o que se complica com a atitude dos consumidores. Como resultado, a faixa de compra e venda entre atores de eficiência de energia é limitado, assim como os produtos e serviços envolvidos.

Dessa maneira, adotar equipamentos eficientes e a existência de um mercado são função de vários atores que atuam interativamente. A implementação de melhoras na eficiência energética que desenvolve o mercado eficiente, compreende os seguintes atores que operacionalizam o mercado de diversas maneiras (REDDY, 1991)

- ◊ Os Consumidores de Energia Elétrica ;
- ◊ Os Distribuidores de equipamentos de Uso Final Elétrico;
- ◊ As Empresas de Energia Elétrica;
- ◊ Instituições Financeiras Locais, Nacionais e Internacionais;

- ⇒ O Governo, e
- ⇒ Agências de Cooperação ou Organizações Internacionais e Multilaterais de países industrializados

Em continuação, apresenta-se o modo pelo qual estes atores se desenvolvem no contexto boliviano.

6.2.1 Os consumidores de Energia Elétrica

De acordo com pesquisas de opinião realizadas em Cochabamba, existe um desconhecimento geral dos consumidores de energia elétrica do setor residencial em relação à existência de tecnologias eficientes energeticamente. A falta de informação é grande e a generalidade dos consumidores desconhece tecnologias de conservação de energia. Ainda que pessoas tenham escutado falar de algumas tecnologias em particular, não possuem informação confiável sobre seu desempenho e custo. Neste caso, as medidas de difusão das melhoras tecnológicas devem contar com uma forte participação de entidades do governo, distribuidores dos produtos de uso final e das empresas elétricas.

Supondo que os consumidores bolivianos estejam bem informados acerca de tecnologias eficientes tecnologicamente, não significa que estes farão necessariamente os investimentos em dispositivos eficientes ou equipamentos associados devido a que a grande maioria da população tem baixa renda e que, quanto maiores forem os benefícios em eficiência, maiores serão os custos de investimento associados. Desta forma, é natural que os consumidores residenciais se perguntem se as alternativas de melhora da eficiência e outros benefícios associados justificam o incremento dos investimentos para adquirir equipamentos energeticamente eficientes.

Existem outros consumidores do setor residencial de Cochabamba, a minoria, que conhecem e estão conscientes dos benefícios das melhoras em eficiência energética e, tendo a capacidade de pagar os altos custos iniciais, são simplesmente indiferentes. Com certeza este fato deve-se a que neste tipo de consumidores, os gastos por consumo de energia elétrica não são geralmente representativos em relação ao total de seus gastos para motivar o ingresso de tecnologias eficientes. Além disso, as decisões dos consumidores na aquisição de um equipamento estão baseadas em vários fatores, um dos quais é a eficiência.

Também existem consumidores que compreendem os benefícios que oferecem as melhoras de eficiência e que, portanto, estão motivados para as mudanças, mas estão desorientados frente aos problemas que devem superar na identificação, obtenção, instalação, operação e manutenção dos dispositivos e equipamentos eficientes associados. A maior parte das vezes é mais simples adquirir equipamentos convencionais que se encontram facilmente em qualquer posto de venda. Em geral, encontrar equipamentos eficientes como as LFCs em Cochabamba é difícil, já que os lugares de venda destes produtos são especializados e não são de conhecimento de todos os consumidores.

Desta maneira, existe incerteza nos consumidores, porque as inovações em equipamentos eficientes, é afetada pela própria percepção dos consumidores de energia elétrica nos seguintes aspectos (DARLEY 1981):

- a) vantagem relativa dos equipamentos que fossem adotar, isto é, se a implementação dos equipamentos eficientes podem reduzir o conforto e permitir um retorno financeiro imediato do investimento;

- b) compatibilidade de valores, quando a inovação não é contrária à experiência anterior e se adequa às necessidades do consumidor potencial;
- c) complexidade de compreensão e uso;
- d) possibilidades de provar o uso antes da adoção; e
- e) visibilidade dos resultados.

Somam-se a estas incertezas, relacionadas à percepção, outras do tipo econômico. Então, os custos e benefícios da implementação de equipamentos eficientes dependem dos preços da energia elétrica e dos equipamentos. Existindo uma incerteza nestes preços, os consumidores têm tendência de postergar seus investimentos, adotando uma postura mais segura (REDDY, 1991)

Também existem consumidores que são herdeiros de equipamentos ineficientes, que encontram-se informados, motivados, e economicamente capacitados para implementar melhoras na eficiência elétrica, mas estão incapacitados para fazer melhoras devido a que não podem tomar decisões para estes fins. Por exemplo, este é o caso que das pessoas que alugam casas ou apartamentos com equipamentos elétricos existentes convencionais.

6.2.2 Os Fabricantes e Distribuidores de equipamentos de Uso Final Elétrico

Na Bolívia, não existem fabricantes de equipamentos de uso final, mas de acordo a experiências de outros países, os fabricantes deste tipo de tecnologias, ao perceberem que estes equipamentos têm reduzido nível de vendas, preferem manter uma maior oferta de produtos que representem um menor custo de investimento inicial e que são os equipamentos menos eficientes (REDDY, 1991).

Os distribuidores de equipamentos de uso final na Bolívia tratam de minimizar os custos iniciais dos investimentos, independente dos custos de operação. Deste modo, os distribuidores e comercializadores tendem a responder à sensibilidade ao custo inicial dos consumidores com equipamentos economicamente baratos e ineficientes. O resultado é que nem sempre os equipamentos eficientes estão disponíveis no mercado. Assim, os consumidores são vítimas de decisões de compra forçada e só podem comprar equipamentos convencionais. Na Bolívia, existe uma falta no mercado de equipamentos eficientes em consumo de energia. (por exemplo refrigeradores e LFCs entre outros)

6.2.3 As Empresas de Energia Elétrica

De acordo com a nova legislação vigente no setor elétrico boliviano, a eficiência energética não é fomentada, motivo pelo qual os produtores e distribuidores de energia elétrica estão orientados à produção e distribuição de energia sem se importar com o modo pelo qual a energia está sendo utilizada pelo consumidor final, principalmente, em relação à eficiência de utilização, o que pode levar a ineficiências de caráter produtivo e distributivo. Além disso, a estrutura tarifária aplicada pelas empresas elétricas, tem como característica que os incrementos de rentabilidade são proporcionais aos incrementos das vendas, de modo que:

- Os ganhos por eletricidade incrementam-se com cada kWh adicional vendido;
- Os ganhos por eletricidade decrescem a cada kWh adicional conservado; e
- É comum nas empresas de distribuição de energia elétrica a seguinte afirmação “Nosso negócio é vender energia elétrica, Não é negócio não vender energia elétrica”

Desta maneira, qualquer ação destinada a reduzir a venda do produto por parte das empresas de distribuição de energia elétrica é uma ação que vai contra os interesses das próprias empresas. Por exemplo, se uma empresa investe em programas de conservação de energia, esta não só perde receita devido à diminuição das vendas, senão também, o retorno dos investimentos.

Por outra parte, a desintegração vertical das empresas elétricas de acordo com o novo marco regulatório (onde as empresas de geração, transmissão e distribuição são exercidas por empresas privadas independentes) oferece panorama menos atrativo para os programas de conservação de energia, já que o objetivo primordial destas empresas é a maximização dos ganhos dentro dos limites da regulação.

6.2.4 As Instituições Financeiras Locais, Nacionais e Internacionais

A orientação das Empresas Elétricas pela oferta de energia elétrica, muitas vezes é transmitida às entidades financeiras como preconceito. A origem desta barreira está no enfoque tradicional seguido por estas instituições. Este enfoque está baseado no incremento de consumo. Portanto, faz-se ênfase na produção e oferta de energia elétrica, promovendo projetos relacionados com a geração de energia elétrica. A melhora da eficiência energética é tratada como um tema separado, e portanto, é um item que é ignorado sistematicamente devido a que não incrementa a oferta e o consumo (REDDY, 1991).

Por outra parte, existe uma injustiça nas “regras do jogo” para atender opções de incremento de oferta e medidas de conservação para atender a demanda. Estas não são iguais e as instituições financeiras tendem a favorecer projetos de incremento de oferta, em lugar daqueles que promovem a melhora na eficiência de utilização.

6.2.5 O Governo

Até pouco tempo atrás, os países em desenvolvimento, como é o caso da Bolívia, tinham desinteresse em obter níveis de eficiência energéticos maiores, por acreditar que a mesma trazia como consequência uma diminuição no nível de conforto dos consumidores (REDDY, 1991).

Por outra parte, atualmente existe uma falta de capacidade técnica na administração do governo para a formulação e implementação de programas de eficiência energética, devido à instabilidade para o pessoal qualificado por motivos econômicos ou políticos, além de o treinamento dos recursos humanos, tanto técnica como administrativamente, ser muito lento.

Além destes problemas, vê-se que não há mecanismos de informação atualizada no que se refere a desenvolvimentos técnicos em “hardware”. Este processo, não requer simplesmente transferência de informação, senão também, a obtenção do “know-how” da operação, manutenção, construção e desenho.

Uma importante barreira por parte do Governo boliviano, além das mencionadas, é a relacionada com a falta de capital e a deficiência de infra-estrutura no País, o que se traduz em meios de comunicação deficientes e na existência de incapacidade de sustentar programas de melhor utilização dos recursos.

Quanto à regulação, o setor elétrico boliviano está regulado pelo Estado através da Superintendencia de Eletricidad que zela pelo cumprimento da Lei de Eletricidade, a qual não contempla nenhum incentivo específico à eficiência energética. Soma-se a isto que as empresas elétricas privadas estão sempre procurando melhorar a sua rentabilidade,

sem importar-se com a forma pela qual a energia elétrica é utilizada pelo consumidor final.

Finalmente, uma barreira importante, encontra-se nas pessoas que tomam decisões, já que estas preocupam-se, geralmente, pelos aspectos políticos das suas decisões, tendendo a estimar o retorno político de suas seleções tecnológicas..

6.3 ESTRATEGIAS PARA TRANSFORMAR O MERCADO E PROMOVER A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM USOS FINAIS NA BOLÍVIA

No caso da Bolívia, podem aplicar-se várias políticas e programas de iniciativas que contribuam à Transformação do Mercado. Cada tipo de iniciativa, influirá na curva de difusão do mercado de forma diferente (Figura 6.1). Muitas destas iniciativas podem ser complementares, através do desenho ou da oportunidade para formar uma estratégia de transformação de mercado completa. O seguinte quadro apresenta, como sugestão, algumas estratégias para a Transformação do Mercado na Bolívia.

Estratégias para a Transformação do Mercado na Bolívia

Marco Jurídico

- regulação
- normalização de equipamentos
- imposição de taxas, alfandegárias, etc.

Desenvolvimento

- demonstrações e provas de campo

Informação e Educação

- educação ao consumidor, distribuidor e produtor
- revistas informativas
- treinamento de instaladores
- etiquetagem de equipamentos mostrando a eficiência energética
- provas de rendimento de eletrodomésticos
- auditorias energéticas
- capacitação do pessoal profissional e técnico

Incentivos

- de tipo financeiro
- por compras em grande volume
- por parte das empresas elétricas (tarifas e penalização entre outros)
- penalização e/o prêmios nas tarifas
- aluguéis de eletrodomésticos eficientes como alternativa de compra
- vendas com desconto
- fiscais: isenção de impostos, de tarifas alfandegárias, etc.

Planejamento ao mínimo custo e Planejamento Integrado de Recursos

A seguir, abordam-se as estratégias que podem ser utilizadas na Bolívia

6.3.1 Marco Jurídico

A Lei de Eletricidade e seus regulamentos são o marco legal do setor elétrico. Eles propiciam a eficiência econômica (lado da oferta), mas não consideram a eficiência energética nos usos finais (lado da demanda). Em consequência, é necessário complementar esta lei incorporando o uso eficiente da energia elétrica. (que na regulação se motive através da eficiência energética).

Desta maneira, uma estratégia muito importante para conseguir a asignação ótima dos recursos deve ser a incorporação da eficiência energética na regulação do setor elétrico, isto é, deve-se elaborar um regulamento específico para o tema e modificar os regulamentos existentes que estão em vigência. Para isto, o Estado procurará a eficiência do setor em todas suas dimensões, ou seja, tanto na oferta como na demanda.

Quanto à normalização de equipamentos, atualmente não existem normas sobre eficiência energética no País. Portanto, é necessário elaborar normas de eficiência energética para usos finais de energia elétrica e, assim, estabelecer um nível mínimo de eficiência energética para os equipamentos. Esta estratégia permitirá remover os produtos ineficientes do mercado e obrigará a venda ampla das tecnologias mais eficientes disponíveis, ou seja, através das normas procura-se eliminar os produtos indesejáveis do mercado.

Em relação à importação de equipamentos de uso final na Bolívia, não existem disposições legais sobre o tema e, portanto, não existe diferença entre importar equipamentos eficientes e não eficientes em termos de taxas ou tarifas alfandegárias. Para corrigir esta situação, uma vez estabelecidas as normas, a importação de

equipamentos que não cumpram o nível mínimo de eficiência energética deveria ser proibida ou pagar altas taxas de impostos de importação.

6.3.2 Desenvolvimento

Antes que um mercado possa ser transformado, um produto pode ser desenvolvido através de um processo de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Seria muito interessante que no País se realizem atividades de P&D através da indústria privada ou outras instituições, tais como, agências governamentais, universidades, laboratórios nacionais, centros estatais de P&D. Para obter este objetivo, é necessário que o governo apoie estas atividades.

Uma vez que se disponha de tecnologia, os projetos de demonstração e as provas de campo devem ser empregadas para demonstrar os benefícios da tecnologia. Estas iniciativas podem ajudar a acelerar a introdução no mercado, das tecnologias ou medidas de eficiência energética. Estes esforços devem constituir um compromisso da indústria privada e do setor público. Por exemplo, nos EUA, uma vez que desenvolveu-se o protótipo dos reatores eletrônicos, o Departamento de Energia apoiou o fundo de projetos de demonstrações, tanto nos escritórios das empresas elétricas, como nos escritórios do governo.

Este tipo de atividades já se realizaram na Bolívia, ainda que de maneira muito isolada. Por exemplo, a Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica de Cochabamba fazia demonstrações de desempenho energético das lâmpadas fluorescentes compactas em comparação com as lâmpadas incandescentes.

6.3.3 Informação e Educação

Tradicionalmente, o alcance da difusão de produtos no mercado faz-se promovendo produtos para os consumidores através da publicidade, exposições de produtos e materiais educacionais e informativos. Estes esforços levam em conta desde promoções de produtos específicos até esforços educacionais externos que compreendem uma ampla faixa de produtos. A maior parte do marketing nas atividades educacionais do consumidor estão garantidas pelas companhias que vendem produtos, mas as empresas e o governo podem desempenhar um papel de apoio. Por exemplo, em outros países (EUA) muitas empresas elétricas tem programas informativos para promover refrigeradores altamente eficientes. Os programas combinam etiquetas, materiais de informação de compra, folhetos de informação de correio, lista de produtos de alta eficiência e campanhas de publicidade.

Todas estas atividades e a educação do consumidor final servem para aumentar a penetração de tecnologias eficientes no mercado. Os especialistas em transformação de mercado afirmam que deve-se enfatizar a educação e reduzir os programas de incentivo financeiro (PRAHL, 1994). Portanto, no País, é preciso uma boa formulação na educação do consumidor.

6.3.4 Incentivos de Comercialização

Segundo provas de campo bem sucedidas, as companhias devem decidir a comercialização de um determinado produto. A comercialização tem tipicamente um fluxo de efetivo negativo nos primeiros anos devido aos gastos de capital e vendas limitadas. Para ajudar a vencer estes problemas incipientes, as empresas e agências governamentais podem prover incentivos financeiros para incrementar as vendas iniciais.

Outro tipo de incentivo de comercialização, é a realização de programas especiais desenhados por meio de incentivos financeiros para dar força à introdução de novos produtos de alta eficiência. Estes programas devem coordenar os incentivos, nos quais os comercializadores anunciem vender produtos de alta eficiência demonstrando aos comercializadores que haverá um mercado para que estes produtos sejam comercializados.

Uma forma de comercializar e difundir uma tecnologia é comprar o equipamento em grande quantidade, o que pode ser feito por meio de um comprador ou através de uma compra coordenada por várias partes. As compras em grande quantidade, podem também ajudar a reduzir o custo das medidas de eficiência energética, através do incremento da escala de produção e pela redução dos custos de distribuição e mercado. As demandas de volume podem ser feitas através de agências governamentais, empresas e/ou grupos de companhias privadas. Por exemplo, esse mecanismo tem sido usado pela Agência Sueca NUTEK para que as fábricas possam desenvolver e comercializar refrigeradores altamente eficientes, reatores eletrônicos, janelas de vidro e telas de computador com administração de energia.

6.3.5 Padrões de Eficiência

É recomendável para o governo adotar padrões de eficiência dos equipamentos para a variedade de eletrodomésticos no mercado (lâmpadas, motores elétricos, boilers e equipamentos de refrigeração entre outros). Os padrões em geral devem proibir a fabricação ou importação de produtos que não alcancem níveis de eficiência mínimos específicos. Esta estratégia remove (relocaliza) produtos ineficientes do mercado e força à venda de melhores tecnologias já disponíveis.

De acordo com Ralph Prahl e Jeff Schlegel, as estratégias de transformação do mercado podem ser classificadas em duas dimensões:

- 1) Pelos grupos de atores do mercado afetados e
- 2) Pelos mecanismos pelos quais eles mudam o comportamento dos indivíduos ou organizações em longos períodos.

A Tabela a seguir apresenta resultados típicos destas estratégias para transformar o mercado. Representa um sistema dinâmico, onde as mudanças do mercado apresentadas em cada linha ou coluna, podem levar mudanças do mercado em outras linhas ou colunas. Por exemplo, mudanças de atitudes de um cliente podem mudar as alternativas de compra de outros clientes, que pela sua vez, podem realizar mudanças de longo prazo no estoque do comerciante.

Tabela 6.1 - Exemplos de Estratégias para Transformar o Mercado

<i>Exemplos de Estratégias para a Transformação do Mercado</i>			
Como muda	De quem é a mudança de comportamento?		
A reação	Consumidores	Comércio	Fabricantes
Mudança de opinião nos atores	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementando a disponibilidade de equipamentos eficientes • Introduzindo novas tecnologias ao mercado • Códigos e normas 	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementando a disponibilidade de equipamentos eficientes • Introduzindo novas tecnologias ao mercado • Códigos e normas 	<ul style="list-style-type: none"> • Códigos e normas
Mudança dos incentivos nos atores	<ul style="list-style-type: none"> • Mudando a disponibilidade de equipamentos no mercado • Incentivo financeiro permanente 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudando o estoque dos comerciantes de acordo com a mudança da sua percepção de preferência dos consumidores • Construindo a infraestrutura do mercado, direta o indiretamente de acordo com o incremento da demanda. • Forçando aos novos participantes a mudança de comportamento para permanecer na competição • Mudando o pedido dos distribuidores ou promover de acordo a percepção da demanda • Outorgando um título "comerciante eficiente" 	<ul style="list-style-type: none"> • Aproximação a programas como o Golden Carrot • Mudando a eficiência segundo mudanças perceptíveis da demanda • Rápida transição a novas normas
Mudanças no conhecimento (educação)	<ul style="list-style-type: none"> • Fazendo o consumidor dar o "primeiro passo" com a possibilidade de seguir com passos seguintes. • Mostrando ao consumidor que a experiência satisfatória é devido à nova compra de tecnologia. • Fazendo os consumidores mais conscientes da existência de ineficiências fora da faixa das opções eficientes • Mudando a percepção do consumidor sobre os custos da eficiência 	<ul style="list-style-type: none"> • Fazendo que o comerciante conheça as preferências dos consumidores • Informando aos comerciantes das características dos equipamentos eficientes e opções de serviços de energia 	<ul style="list-style-type: none"> • Fazendo dar conta aos fabricantes que estes produtos são necessários no mercado
Mudanças de normas, valor e atitudes	<ul style="list-style-type: none"> • Mudando o comportamento "normal" que percebe dos consumidores • Incrementando a veracidade das opções de eficiência, demonstrando que se mantém a utilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudando as atitudes e valores dos donos do negócio • Mudando o comportamento "normal" de comercializar • Indicando ao comércio que serão observados em forma negativa se não mudam as opções de eficiência 	

Fonte: DSM Resource Acquisition and Market Transformation: Two Inconsistent policy Objectives?

Ralph Prael, Public Service Commission of Wisconsin. Jeff Schlegel, Wisconsin Energy Conservation Corporation(1995)

6.4 POSSIBILIDADES DE TRANSFORMAR O MERCADO NA BOLÍVIA

O problema energético na Bolívia desde a perspectiva do desenvolvimento sustentável com equidade, não tem sido abordado na sua integridade nem tem sido tratada com a importância que corresponde, apesar de a energia ser um componente fundamental em qualquer estratégia de desenvolvimento.

A opção de ter um mercado eficiente de energia elétrica no País é única, é uma opção de muita importância que seleciona o conjunto de instrumentos que dispõe a política energética para contribuir, desde sua perspectiva, ao desenvolvimento sustentável do País. Mas, para que um programa de transformação de mercado seja bem sucedido, deve-se ter uma mudança no comportamento do consumidor e uma mudança na comercialização.

As influências que poderiam redefinir o mercado nacional são (1) o incremento nas tarifas elétricas ao consumidor final ou (2) um salto tecnológico significativo (por exemplo a introdução de refrigeradores eficientes) ou (3) objetivos de eficiência para produtos comercializáveis da “próxima geração” em códigos ou padrões (exemplo: padrões para refrigeradores). Podem-se aplicar mecanismos que influenciem no mercado e que forneçam como resultado mudanças incrementais, tais como: implementação de regulações que afetem o uso de equipamentos ou a sua venda, incentivos econômicos para incrementar a manufatura, distribuição, venda ou comercialização de equipamentos ou instrumentos de energia eficiente, inclusão dos requerimentos de eficiência de energia em padrões de vendas e incremento do conhecimento público e acesso à informação acerca dos equipamentos e instrumentos de energia eficientes.

Portanto transformar completamente o mercado na Bolívia para introduzir equipamentos eficientes, significa intervir no mercado para cobrir as falhas atuais que apresenta. No

caso boliviano, é necessário a intervenção estratégica do governo no sistema de mercado com objetivos de minimizar custos, o que é uma condição necessária para uma distribuição dos recursos economicamente eficientes.

Sendo necessário realizar as seguintes atividades:

- * Identificar as falhas que limitam a introdução da eficiência energética no mercado.
- * Construir programas para retirar as falhas identificadas.
- * Permitir ao mercado transformado operar livremente.

A seguir, apresentam-se sugestões de ações para vencer as falhas (barreiras) do mercado identificadas anteriormente, que podem ser exercidas pelos principais atores envolvidos no mercado de eficiência de energia elétrica na Bolívia. Basicamente, são experiências de outros países nos quais ocorreu um processo de “Transformação do Mercado”.

6.4.1 O Estado Regulador

Devido a que o mercado de eficiência energética na Bolívia não se desenvolve de maneira espontânea, é necessário a intervenção no mercado liderada pelo governo e com a participação de todos os atores envolvidos. No atual contexto nacional, portanto, outorga-se um acentuado apoio e fomento à sustentabilidade do desenvolvimento. Compete ao governo central levar à frente um desenvolvimento com uma política energética que inclua a eficiência tanto do lado da oferta, como do lado da demanda.

O governo, até o momento, não realizou nenhum esforço explícito para transformar o mercado, a pesar de haver realizado recentemente a reforma do setor elétrico e elaborado um novo marco regulador. Por este motivo, as empresas elétricas frente à inexistência de incentivos por parte do governo para introduzir a eficiência energética, não realizam

nenhum esforço, já que não têm compensação pelas perdas nos ganhos que podem resultar destas iniciativas da transformação de mercado.

Entretanto, o governo deu o primeiro passo importante no País para transformar o mercado com a promulgação da Lei de Eletricidade, que introduz uma filosofia tarifária baseada nos custos marginais. Esta é considerada uma primeira condição, mas não suficiente. Portanto, visualiza-se como um elemento importante, a elaboração de uma regulamentação que incorpore ao atual marco regulador, o tema explícito da eficiência energética, incorporando os mecanismos necessários para que as concessionárias sejam remuneradas pelos investimentos em eficiência energética.

Desta maneira, os programas para a transformação de mercado serão promovidos para que as empresas elétricas e os órgãos reguladores desenvolvam regras para justificar a compensação.

Tudo isto sugere a necessidade de introduzir uma legislação que regule o setor elétrico, artigos que definam os incentivos e normativas destinados a promover o uso eficiente da energia elétrica. O organismo regulador deve considerar diferentes níveis de compensação, dependendo do tipo de consumidor que é atraído ao uso eficiente de eletricidade. Para isto, é necessário implantar políticas e oferecer descontos ou outros incentivos financeiros aos consumidores que compram tecnologias eficientes energeticamente. Assim, o governo deve apoiar a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias eficientes e a introdução no País de equipamentos com desempenhos estabelecidos de eficiência energética.

Um outro aspecto muito importante que pode ser considerado é o estabelecimento de regras do jogo para as empresas de distribuição de energia elétrica pelo órgão Regulador do setor elétrico (Superintendencia de Eletricidad) e desvincular os ganhos das vendas de

energia elétrica. Isto porque, nas condições atuais, o marco legal não promove o uso eficiente de eletricidade e os ganhos das distribuidoras estão em função das vendas.

Uma outra opção muito interessante para superar esta barreira, é desvincular a união existente entre vendas e ganhos e estabelecer ganhos em relação ao número de clientes (MOSKOVITZ, 1992). Assim, as empresas teriam uma quantidade fixa de ganhos por cliente e isto constituiria um incentivo às empresas para fornecer o serviço ao custo mais baixo possível. A diferença entre a receita que recebe a empresa dos clientes e o custo da empresa para atender estes clientes é o ganho da empresa. Assim, o incentivo financeiro da empresa estaria consistente no planejamento ao mínimo custo, o que está dentro do princípio de eficiência da Lei de Eletricidade.

O crescimento dos ganhos sob este esquema de regulação, tal como ocorre nos EUA (Estados de Washington e Maine) está baseado na seguinte equação:

$$\text{Crescimento de Ganhos Base} = K \times \text{Crescimento de clientes}$$

onde $K = 1$

Sob uma regulação tradicional como a regulação atual boliviana, o crescimento do ganho é definido por uma equação similar:

$$\text{Crescimento de Ganhos Base} = K \times \text{Crescimento de vendas}$$

onde “K é quase igual a 1, mas não é fixo ou predeterminado”

Por outra parte, o governo também deve considerar uma política fiscal alfandegária encaminhada a estabelecer uma depreciação acelerada no caso de equipamentos eficientes energeticamente, o qual é um incentivo importante para a compra deste tipo de equipamentos.

Quanto ao meio ambiente, a nova Lei do Meio Ambiente da Bolívia constitui um mecanismo importante para a introdução e difusão de tecnologias eficientes devido a que a redução de emissões está estreitamente vinculada à eficiência com que se usa a energia.

Finalmente, observa-se que o governo, no ano de 1996, iniciou uma política destinada ao Uso Racional de Energia, estabelecendo inicialmente uma Estratégia de Eficiência Energética com o objetivo geral de “promover a utilização eficiente da energia e participar na preservação do meio ambiente”. Este objetivo está orientado a otimizar o uso dos recursos econômicos e financeiros na geração e consumo de energia. No caso específico do setor elétrico, procura-se desenvolver experiências de gestão da demanda (GLD) e manipulação da carga nas empresa de distribuição de energia elétrica de sistemas isolados, o que deverá contribuir à transformação do mercado na Bolívia.

6.4.2 Os Consumidores

Do ponto de vista dos consumidores, na Bolívia a eficiência da energia elétrica é solicitada poucas vezes, motivo pelo qual não existe disponibilidade destes equipamentos no comércio. Como conseqüência, os consumidores necessitam ser estimulados ou motivados para permitir o ingresso de equipamentos eficientes em suas casas.

No entanto, o processo de decisão de compra do consumidor é um processo dinâmico que não simplesmente implica uma decisão. A decisão do consumidor para aceitar um novo produto tem varias etapas devido a que a opinião do consumidor muda no tempo. As etapas são (1) transformação de consciência, (2) identificação positiva e intento de compra, finalmente, (3) para realizar a compra, o consumidor tem que localizar o produto e aceitar seu preço de venda. O comercializador e o fabricante que fornece o produto, para a maior parte dos novos produtos, têm que criar a demanda através da promoção e

publicidade. Programas de GLD que o governo tem planejado executar, podem ajudar a criar uma demanda para produtos que ainda não estão disponíveis.

Desta maneira, vemos que a educação dos consumidores constitui um elemento essencial para acelerar a curva de difusão, a qual envolve mudanças de atitude e valores dos consumidores. Isto tornará a eficiência energética em um elemento de decisão para a aquisição e uso de equipamentos eficientes.

As medidas básicas a executar no País para permitir a entrada de produtos eficientes, basicamente devem orientar-se a campanhas publicitárias, educacionais e adoção de incentivos econômicos sociais. Os programas educacionais devem fornecer ampla informação através da televisão, rádio, jornais e revistas dirigidas, para aumentar o conhecimento dos consumidores sobre os custos de investimento de capital e o retorno potencial financeiro. A produção de manuais e outros materiais educativos assim como os seminários são muito importantes a ser considerados no desenho de estratégias de educação do consumidor. Estes esforços baseados no consumidor maximizarão a aceitação no mercado destes produtos através de programas de marketing.

Também, os descontos ou incentivos financeiros que reduzam o custo inicial da tecnologia eficiente é uma boa estratégia que deve ser considerada na implementação de equipamentos eficientes. Uma vez reconhecidas as virtudes dos equipamentos eficientes de energia pelos consumidores, estes demandarão a substituição dos mesmos quando adquiridos com desconto.

De forma particular, em Cochabamba, estuda-se a possibilidade de introduzir lâmpadas fluorescentes compactas no setor residencial, em um projeto conjunto da distribuidora de energia elétrica (ELFEC) e de uma comercializadora de equipamentos elétricos (FEMCO). Basicamente compreende a instalação de lâmpadas por uma terceira empresa

200

(ESCO) a preços descontados pela compra em grandes volumes e o pagamento do consumidor através de uma quota mensal pequena junto com a conta de energia elétrica. Frente a esta proposta, as primeiras reações dos consumidores de energia elétrica em Cochabamba, foram variadas, precisamente pelo desconhecimento dos equipamentos eficientes e as vantagens que isto pode trazer à compra dos mesmos.

6.4.3 Os Comercializadores

Devido a que não se fabricam equipamentos de uso final na Bolívia, as ações devem estar dirigidas aos comercializadores. Para isto, são necessários programas para induzir aos comercializadores à mudança dos produtos que comercializam. Este objetivo pode ser conseguido através da intervenção governamental com as seguintes ações: impor padrões de eficiência energética, etiquetar equipamentos e fixar taxas alfandegárias de importação diferenciadas para equipamentos convencionais e equipamentos eficientes em consumo energético, entre outros. Para alcançar um maior sucesso, estes programas podem ser coordenados com as empresas elétricas, colégios de Engenheiros e governos locais.

Por outro lado, a instalação de fábricas de equipamentos de uso final eficientes deve ser considerada no País como uma opção, devido ao entorno geográfico estratégico no continente. Isto apresenta as seguintes vantagens comparativas e vantagens competitivas: baixo custo de mão de obra, disposição de matéria-prima, infra-estrutura de comunicação com países vizinhos (que são um grande mercado), perspectivas de apoio financeiro para este tipo de empreendimentos¹ e vontade do governo por captar investidores.

¹ O Banco Mundial concede prioridade de financiamento a países em desenvolvimento que tenham projetos sobre eficiência energética e conservação do meio ambiente. Para maiores detalhes ver o livro: Banco Mundial, "Energía, Eficiencia y Conservación en el Mundo en Desarrollo", Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial, Washington, D.C., 1993

6.4.4 As Empresas Elétricas

As empresas elétricas, em particular as distribuidoras, podem considerar a realização de medidas de eficiência energética de usos finais como a iluminação no setor residencial e comercial, devido aos altos custos marginais da potência e energia elétrica em horas de máxima demanda (atualmente os preços de potência de Gerador a Distribuidor estão pelos 8 US\$/kW e os Distribuidores não repassam nas suas tarifas o pagamento por potência aos clientes residenciais - 1996). Sem dúvida, este fato é significativo e possibilita a introdução de lâmpadas fluorescentes compactas nos setores residencial e comercial.

Ainda que os impactos das medidas de eficiência energética sejam mais significativos na geração, os mecanismos devem ser administrados pelas distribuidoras devido à sua vinculação estreita com os consumidores finais. Qualquer programa que seja levado adiante, deve contemplar uma forma equitativa de partilhar os benefícios entre o consumidor final, a distribuidora e a geração.

Nas condições em que se encontra a Bolívia, um programa de uso eficiente de energia elétrica só poderia ter êxito com o apoio e participação ativa das empresas do setor elétrico. Em outras palavras, dificilmente seria bem sucedido se realizado contra estas ou interpretado por elas como contrário aos seus interesses.

Uma vez obtido acordos de mercado entre governo e empresas para os programas de uso eficiente, o passo seguinte para a transformação do mercado é a realização de programas de marketing, publicidade e planos de promoção para conscientizar o mercado. É possível utilizar pesquisas de mercado e métodos de avaliação para apreciar o valor que tem para os clientes a eficiência energética.

Para superar obstáculos nos investimentos, as empresas podem promover tecnologias eficientes subsidiando os investimentos realizados pelos consumidores, de maneira que o período de recuperação de capital não supere um determinado tempo. Por exemplo, no Canadá, a empresa elétrica de Québec, Hydro-Québec, subsidia tecnologias - rentáveis a preços de mercado - de maneira que os consumidores residenciais recuperem seu capital em um tempo inferior a 6 meses e os consumidores industriais em um tempo inferior a dois anos.

Os motivos para tomar estas ações são os seguintes: (1) os elevados recursos financeiros que dispõem as empresas, (2) a estreita vinculação das empresas com seus clientes, (3) a disponibilidade de pessoal técnico em condições de ser especialistas em eficiência energética, (4) a tendência internacional de ampliar a gama de serviços que as empresas de energia prestam aos seus clientes, e (5) a possibilidade das empresas de avaliar e monitorar o resultado dos distintos programas e tecnologias.

6.4.5 O Mercado Elétrico Boliviano

A reforma do setor elétrico boliviano que iniciou-se no ano de 1995, através da desverticalização da Empresa Nacional de Eletricidad (ENDE) e da Compañia Boliviana de Energia Eléctrica (COBEE) em companhias geradoras, transmissora e distribuidoras, fomenta a livre competição entre geradoras e permite a comparação do desempenho das distribuidoras. A reforma apresenta resultados positivos como (1) redução dos custos operativos, (2) repotenciação do parque termelétrico, (3) redução das interrupções do serviço e (4) diminuição das perdas não técnicas.

A privatização e desregulação do setor elétrico boliviano tem, entre seus objetivos, a minimização das tarifas através da livre competência da oferta da energia (empresas

geradoras de eletricidade). Este processo é diferente do planejamento estadual do setor realizado na época anterior na Bolívia.

A transformação do setor elétrico liberou as forças do Mercado para atuarem, através da competição, e reduzindo os custos da geração da energia elétrica. Mas como não existem programas para promover o uso eficiente, as oportunidades de poupança econômica e benefícios ambientais estão sendo desperdiçadas.

O Mercado Elétrico Atacadista boliviano, atualmente está constituído por vendedores (empresas geradoras) e compradores (empresas distribuidoras e Consumidores Não Regulados). As transações no mercado são administradas pelo Comité Nacional de Despacho de Carga e têm duas formas:

1. Um mercado de contratos, onde os preços e condições de compra/venda estão livremente acordados entre o comprador e o vendedor.
2. Um mercado "spot" no qual os excedentes da oferta (geração) e as deficiências de fornecimento aos consumidores se equilibram de acordo com o preço de variação horária e de acordo com as regras estabelecidas no despacho.

A comercialização da energia poupada (Negawatts) que se conseguiria com o uso eficiente da energia no Mercado Elétrico Atacadista, necessitaria uma terceira forma de compra-venda com as seguintes características:

Primeiro, é importante indicar que existe uma semelhança entre a poupança de energia e geração de energia. Se existir uma diferença prevista entre a oferta e a demanda, uma redução através do uso eficiente da energia ou uma melhor gestão seria equivalente a um incremento na geração de energia de igual magnitude acrescidas das perdas por transmissão e distribuição proporcionais.

Entre poupar e gerar energia existem diferenças importantes:

Entre poupar e gerar energia existem diferenças importantes:

1. Uma central elétrica pode ser colocada em operação e ter o seu funcionamento interrompido. Um investimento no uso eficiente gera economias durante a vida útil das medidas envolvidas. A poupança não se pode “interromper”. O despacho da poupança de energia é primeiro e automático. Por isto, as transações de Negawatts não poderiam efetuar no mercado “spot”, mas sim em um mercado de contratos.
2. A poupança reduz a demanda e, por conseguinte, a magnitude da geração necessária para satisfazê-la. O benefício econômico, na medida em que a poupança da energia é menos cara que a geração, beneficia a todos os compradores do Mercado Elétrico Atacadista. O atual mercado de contratos (para transações de energia gerada) baseia-se em contratos entre vendedores e compradores específicos, o qual é impossível para transações de Negawatts, já que os benefícios são distribuídos. A compra dos Negawatts teria que contabilizar-se da mesma forma que o equivalente de energia comprada no mercado “spot”. Assim, as transações teriam qualidades de contrato na contabilidade energética e spot na contabilidade econômica.
3. A energia gerada e despachada e a demanda de potência podem medir-se fisicamente através de medidores. A economia da poupança de energia se estima através de medições indiretas, tipicamente comparando o consumo de energia e a demanda de potência antes e depois da intervenção do uso eficiente de energia. Mas, não qualquer classe de consumidor está apto para estas medições. Por exemplo, não é fácil medir a economia de uma indústria cujo consumo de energia varia de acordo com as mudanças na sua produção, as quais podem ser bruscas. Portanto, resulta mais conveniente efetuar a comercialização da poupança de energia (Negawatts) nos edifícios públicos (exemplo: colégios e hospitais) e no setor residencial. Os custos

adicionais para a medição da poupança se incluíam nos custos das transações, reduzindo o benefício líquido da economia de energia.

A venda da poupança de energia (negawatt) poderia ser feita por uma empresa de serviços energéticos (ESCO). Para isto, é necessário um contrato onde se oferece energia poupada (kWh/ano) e redução de potência (kW) em um determinado conjunto de consumidores por um preço X \$/kWh e Z \$/kW (ponta), W \$/kW (vale). O contrato pode incluir a especificação da metodologia e o agente para efetuar medições da poupança de energia.

Uma vez realizado o contrato, a ESCO pode contatar os consumidores para a instalação de medidas para o uso eficiente de energia e para a gestão de demanda. As instalações e mudanças podem ser pagas pelos consumidores ou não. A ESCO pode incentivá-los pagando uma parte do investimento necessário e, assim, reduz o seu próprio custo da energia poupada. A ESCO pode investir em equipamentos, instalações, instrumentos de monitoração e mão de obra.

Quando a poupança de energia é verificada e reduzida a potência, a ESCO começa a receber a compensação determinada em contrato.

As transações da poupança de energia têm uma vantagem importante. Utilizam forças do mercado e a livre competição para reduzir o custo da provisão da energia elétrica. Com a estrutura atual, a faturação e a transferência de fundos entre as partes, podem funcionar de forma quase idêntica, tanto para a poupança, quanto para o fornecimento de energia.

CAPÍTULO 7

SUMÁRIO E CONCLUSÕES

7.1 Sumário

Este trabalho avaliou as condições operacionais existentes hoje para desenvolver um mercado eficiente de energia elétrica no setor residencial na Bolívia. Foi reconhecido que este esforço requer a participação de todos os atores envolvidos no mercado: concessionárias, governo, consumidores e comercializadores.

O estudo partiu da caracterização do País e, em particular, da cidade Cochabamba, do sistema de abastecimento de energia elétrica, das condições atuais e futuras de fornecimento. Analisou o comportamento do consumidor residencial quanto aos seus hábitos de consumo de energia elétrica. Avaliou as condições para o aumento da eficiência de iluminação, refrigeração e aquecimento de água.

Também foram feitas estimativas de potencial dos investimentos em aparelhos de uso final em iluminação, refrigeração e aquecimento de água. Os impactos econômicos da

redução do consumo de energia elétrica advindos de três cenários alternativos, as projeções da concessionária de Cochabamba (ELFEC), até o ano 2006, também foram estudados.

Trabalhou-se o tema da transformação do mercado de eficiência de energia elétrica, experiências em outros países e as possibilidades que oferece a Bolívia para realizar também uma transformação do mercado boliviano.

Foi analisado, também, o comportamento dos consumidores e as atitudes que influenciam decisões de conservação ou de investimento em tecnologias eficientes, e as barreiras a que estão sujeitos, que se impõem igualmente a outros agentes, tais como, concessionárias, comercializadores, governo e agências de fomento e desenvolvimento, entre outros.

7.2 Conclusões

Durante os últimos anos, foram tomadas importantes decisões e ações no País, que mudaram o panorama macroeconômico na Bolívia, como resposta à crise pela qual atravessou nos últimos anos. O Setor Energético e, particularmente, o Subsetor Elétrico foram também atingidos, na procura de “eficiências” de tipo produtiva e principalmente de dotação de recursos.

Uma das medidas inovadoras no Subsetor Elétrico foi a promulgação da nova Lei de Eletricidade, que desverticalizou as empresas elétricas e possibilitou uma forte participação privada com um novo esquema tarifário, capaz de favorecer a introdução de programas de melhoria da eficiência nos usos elétricos, como consequência de aplicação de “custos reais” no processo tarifário.

Desta forma, o sinal dos preços “reais” na Bolívia, deve ser a primeira medida que se deve adotar caso se pretenda abordar a eficiência energética como política nacional. Isto permitirá aos consumidores selecionar as opções energéticas que tenham um menor custo para a comunidade, à medida que se tenham sido estabelecidos os mecanismos necessários para superar as barreiras que impedem o funcionamento adequado do mercado. Um esquema de preços reais orientará as políticas de uso eficiente, já que conduzirá a avaliação da efetiva rentabilidade das medidas de eficiência energética e promover opções que contribuam de melhor forma a sustentabilidade do desenvolvimento, impondo, por exemplo, os impostos específicos aos combustíveis.

Neste contexto, dever-se-á designar ao uso eficiente da energia o caráter de opção estratégica para a política energética e ao Estado, os recursos, mecanismos e respaldo necessários. Para isso, será necessário o compromisso de todos os atores do mercado de eficiência energética envolvidos: governo, consumidores, comerciantes e concessionárias elétricas, com um esforço sustentado durante um período prolongado e a capacidade de aproveitar as sinergias que trazem as políticas desenhadas para outros setores, mas que determinam a forma como usar a energia elétrica em cada um deles. O Estado deverá assumir uma liderança indiscutível na geração dos mecanismos e incentivos que complementem e tornem o mercado eficiente, designando recursos de investimento nesta área. Assim, o êxito de um programa de uso eficiente no País dependerá dos recursos humanos e financeiros que irão ser designados pelos principais atores envolvidos e do compromisso que assumam os distintos organismos do Estado e não somente o ministério do ramo.

O uso eficiente no País representará uma série de importantes benefícios, já que ocasionará uma redução no consumo de recursos energéticos não renováveis retardando

o seu esgotamento e, reduzirá o impacto ambiental associado às atividades de geração de energia elétrica.

~~Na Bolívia, o uso da energia elétrica 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 da Bolívia são (1) a falta de informação do consumidor sobre o uso eficiente de energia elétrica, (2) o desconhecimento generalizado das características dos equipamentos de uso final, (3) os elevados preços das tecnologias energeticamente eficientes, (4) a falta de intervenção do governo no mercado (por meio de normas que ajudem a acelerar o desenvolvimento das indústrias dos equipamentos elétricos e de serviços de energia) e (5) a estrutura institucional do setor elétrico, que não considera o uso da energia orientada para os usos finais. Portanto, é importante oferecer ao consumidor residencial o conhecimento a respeito dos benefícios e prejuízos resultantes dos seus hábitos de uso.

As tecnologias convencionais de equipamentos de uso final à venda na Bolívia 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 fluorescente compactas); b) refrigeração (troca de refrigeradores convencionais por refrigeradores mais eficientes); c) aquecimento de água (troca de chuveiros elétricos por aquecedores instantâneos a gás).

Finalmente, o governo deveria estimular a criação de uma fonte de recursos financeiros (envolvendo os setores privados local e internacional) para facilitar o crédito aos

consumidores, com o objetivo de realizar trocas de equipamentos convencionais pelos eficientes.

Geral

As principais contribuições que se almejam neste trabalho são de ordem conceitual e metodológica. A proposição feita aqui trata da revolução paradigmática no planejamento energético e projeção de demanda de eletricidade. Apresenta-se uma metodologia alternativa de projeção voltada para os usos finais, a qual permite analisar o modo como a eletricidade está sendo utilizada e as possibilidades de seu uso de forma mais racional. Uma projeção feita de esta maneira desvincula o bem-estar do incremento do consumo de eletricidade percapita, verificado no paradigma convencional.

As conseqüências mais imediatas deste tipo de enfoque são: uma compreensão maior e melhor das variáveis que influenciam a demanda de eletricidade, minimização das incertezas inerentes ao processo de projeção e uma projeção de demanda de eletricidade mais intimamente relacionada com a realidade futura.

Observou-se a inexistência de um programa ou ação nacional voltado para a conservação de eletricidade. Propôs-se a criação de um Programa Nacional de Conservação de Eletricidade a partir de uma iniciativa da Secretaria de Energia como tem-se contemplado em seu plan de Eficiência Energética. O êxito atingido em outros países no empreendimento e adoção de programas de conservação de eletricidade servem de motivação e de base de referência para a implantação de programas semelhantes na Bolívia.

A tese fundamental de uma voltada ao uso eficiente de energia elétrica é de que as medidas de uso eficiente liberam cargas do sistema elétrico com custos

consideravelmente inferiores aos custos marginais de expansão do sistema elétrico, beneficiando, desse modo, a sociedade como um todo.

Cochabamba

Dentro do panorama nacional, a cidade de Cochabamba representa uma parte significativa da Bolívia. Esta zona concentra 17,3 % da população nacional e produz 17,2% do PIB. Além disso, o consumo de energia elétrica, que faz parte das vendas de ELFEC (distribuidora de energia para esta área), representa 16% do total correspondente aos consumidores (empresas de eletricidade, cooperativas, indústrias e minas). Também o sistema de ELFEC representa 17% da potência consumida no Sistema Interligado Nacional (dados de 1996).

Paralelamente, o consumo de energia elétrica para o uso de iluminação representa 51% do consumo da cidade de Cochabamba, a refrigeração representa 13,8% e o aquecimento de água 3,3%. Além disso, os sistemas de iluminação, refrigeração e aquecimento de água, via de regra, apresentam um significativo potencial de racionalização elétrica sem prejuízo aos níveis de conforto nas diferentes atividades desenvolvidas.

Por outro lado, as respostas do consumidor às mudanças tarifárias, historicamente analisadas em função ao estudo de elasticidade-preço da demanda, apresentam tendências dinâmicas, variando de inelásticas a elásticas, conseqüência do preço em um primeiro instante e da posterior tendência à estabilização dos preços a custos reais.

Do marco governamental, legal e institucional

A nova regulamentação do setor elétrico vem sendo aplicada pela a nova entidade reguladora que é a Superintendencia de Electricidad, organismo que elabora as diretrizes para a atuação do Setor Elétrico.

A atuação da Superintendencia de Electricidad e das empresas elétricas deve estar encaminhada com o escopo de compatibilizar os interesses locais e regionais das empresas elétricas com aqueles do País e do Setor Elétrico, no seu conjunto, assegurando o atendimento ao mercado consumidor com padrões elevados de confiabilidade e baixo custo.

Na Bolívia, é marcante a falta de desenvolvimento tecnológico de interesse para o setor elétrico. Assim, não existe apoio para as universidades com esta finalidade, isto é, a criação de laboratórios de pesquisa e indústrias, a mobilização de empresas de engenharia entre outras. Por esse motivo, deve ser difundido o uso eficiente de energia por meio de concessionárias elétricas, universidades, institutos de pesquisa, agências governamentais e companhias privadas com o objetivo de formar pessoal dedicado à implementação das medidas de uso eficiente de energia.

Também, é uma necessidade estabelecer um marco legal ao setor elétrico para motivar a eficiência energética no setor, de modo que esta seja compatível com a Lei de Eletricidade.

Por último, é necessário levar em conta o Planejamento Integrado de Recursos (PIR) para a definição do plano de obras elétricas. Este deveria considerar em igualdade de condições, as distintas opções disponíveis para satisfação da demanda de eletricidade, tais como, novas usinas, cogeração, uso eficiente de eletricidade e as energias renováveis, adotando o conjunto de opções de mínimo custo para o consumidor, como as considerações das externalidades.

Das experiências internacionais

A experiência internacional na criação, divulgação e implementação de normas de eficiência serve de motivação e deve ser aproveitada no processo de implantação de normas similares na Bolívia. Observa-se que há grandes possibilidades de conservação de eletricidade como resultado da adoção de normas e padrões de eficiência.

Alguns países estão implantando programas de uso eficiente de energia elétrica, especialmente para os setores residencial e comercial. Na América Latina, há alguns países que iniciaram estes programas (como o PROCEL no Brasil) inclusive na década de 1980. A transformação aconteceu em vários países com resultados bem sucedidos, como, por exemplo, nos Estados Unidos.

Do Potencial de uso eficiente no setor residencial na Cochabamba

É importante notar que os dados de disponibilidade de aparelhos de uso final no Cochabamba, bem como seus consumos energéticos são aproximados e foram estimados para o ano base. Neste sentido, os resultados apresentados no estudo de caso são uma aproximação do potencial atingível.

Os resultados obtidos nas projeções dos cenários propostos foram estabelecidos a partir de dados disponíveis e servem mais como um modelo do que um retrato fiel da realidade futura. Entretanto, a comparação dos resultados com os resultados obtidos pelas projeções da concessionária de eletricidade de Cochabamba (ELFEC) evidenciam que há um grande potencial de conservação a ser explorado.

O potencial de conservação de energia elétrica encontra-se identificado: a) no uso de lâmpadas incandescentes, b) no uso de chuveiros elétricos e c) no uso de geladeiras.

Entre as lâmpadas incandescentes, as de 75 Watts têm a maior penetração, com 53%.

Das propostas de substituição de equipamentos

Foram propostas alternativas de substituição de equipamentos nos usos finais de iluminação, refrigeração e aquecimento de água que podem resultar em grandes economias de energia, indicando que existe um grande potencial de conservação de energia na Bolívia.

A substituição de equipamentos convencionais por equipamentos eficientes pode realizar-se a partir de alianças estratégicas entre os diferentes atores do mercado, como empresas elétricas, vendedores de equipamentos, consumidores e o governo. Esse procedimento está sendo aplicado em Cochabamba para a substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas envolvendo a Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba (ELFEC), a empresa vendedora de equipamentos FEMCO, os consumidores residenciais e o governo.

Dos resultados da análise econômica

A análise econômica baseada nas “figuras de mérito” proporcionou resultados satisfatórios para todas as alternativas. As taxas internas de retorno (TIR) são superiores à taxa de desconto (12%), os custos da energia conservada (CEC) são inferiores ao custo marginal de energia ao consumidor final do setor residencial, o custo do ciclo de vida (CCV) dos equipamentos eficientes são inferiores ao dos convencionais. Portanto, os

resultados destas estimativas justificam a instalação e troca dos equipamentos por tecnologias eficientes energeticamente.

Do financiamento para os programas de substituição

O maior problema atual de Bolívia é a falta de recursos financeiros para desenvolver programas de substituição. Existem algumas alternativas baseadas na experiência internacional:

- execução dos programas via “leasing” (aluguel dos equipamentos com opção de compra);
- licitação e venda dos “negawatts” mediante concessão as companhias privadas.

Desse modo, a Bolívia não realizará investimentos, não aumentará a dívida externa, e, produzirá uma ótima alocação dos recursos (uso eficiente da energia, conservando em lugar de gerar) e terá maior disponibilidade da capacidade instalada no lado da oferta.

Das vantagens econômicas e financeiras

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 programas propostos de uso eficiente de energia sob qualificação de viáveis produzem poupança de dinheiro por ano pela diminuição de energia e potência. A TIR dos investimentos para uso eficiente de energia, segundo as características expressas, situa-se entre 17% e 68%, sendo uma porcentagem atrativa para qualquer investidor.

Das oportunidades e barreiras

Apresentam-se as seguintes barreiras principais na Bolívia em relação à melhoria da eficiência energética: a) do lado do consumidor: ignorância, pobreza e alto custo de investimento, b) nas concessionárias elétricas: orientação privilegiando a oferta de energia e falta de recursos econômicos, c) do lado de governo: pouco interesse, escassa capacidade, escassez de capital e infra-estrutura pobre do País.

Do lado das concessionárias, o problema dos seus recursos econômicos parece estar sendo resolvido, mas o novo esquema privado poderia privilegiar a oferta, sendo preciso que as entidades reguladoras, como a Superintendencia de Eletricidad, intervenham afim de superar tais barreiras.

A maior vantagem de uso eficiente de energia elétrica no setor residencial implica que aqueles podem ser implantados por decisão de governo e das concessionárias, Superintendencia de Eletricidad e Ministério de Energia, utilizando leis, decretos, resoluções, acordos, entre outros. Atualmente esta-se preparando as bases para a criação do Instituto Nacional de Eficiência Energética, no qual o autor esta participando ativamente para propiciar as condições favoráveis para administrar o mercado de eficiência de energia elétrica.

Por parte do governo, é preciso destinar fundos para capacitação de pessoal ou promoção de empresas dedicadas à racionalização energética, além da preocupação em legislação e normas que atuem sobre as empresas importadoras de tecnologias.

Das impactos ambientais

A política ambiental é um dos mecanismos mais importantes para a introdução e a difusão das tecnologias de eficiência energética. Em termos gerais, caso a Bolívia não

estabeleça uma regulação clara sobre o meio ambiente, os usos da energia elétrica acentuarão os problemas do efeito-estufa e poderão tornar-se a médio prazo, um fator que determine uma mudança de combustíveis e a introdução de medidas de eficiência energética.

O setor elétrico e, especificamente, as usinas de geração térmica do País, emitem, em média, ao meio ambiente 0,77 kt entre SO₂, Nox, HC, CO e CO₂ por cada MWh gerado e, além disso este setor é responsável pela 5% das emissões totais (OLADE, 1993).

Finalmente, há uma frase dos professores José Goldemberg, Thomas B. Johansson, Amulya K.N. Reddy e Robert H. Williams que considero apropriada para este 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”.

BIBLIOGRAFIA

ATKINSON, B., McMAHON, J., MILLS, E., CHAN, P., CHAN, T. Et al. **Analysis of Federal Policy Options for Improving U.S. Lighting Energy Efficiency: Commercial and Residential Buildings**. LBL-31469. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley Laboratory. 1992.

AYALA, L. **Obtención de Curvas de Carga Sectoriales mediante Encuestas a Usuarios**. Instituto Ecuatoriano de Electrificación, VI Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Tarifas Económicas de Energía Eléctrica. Mendoza-Argentina, mayo de 1992

BANCO MUNDIAL, **Energía: Eficiencia y Conservación en el Mundo en Desarrollo**. Documento de Política del Banco Mundial, Washington, DC. 1993.

BANCO MUNDIAL, **Primer Seminario sobre Reformas en el Sector Eléctrico Boliviano**. Ministerio de Energía e Hidrocarburos, La Paz-Bolivia, Editorial Salamandra. 1993

BARGHINI, A. **Manual para la realización de estudios sobre Usos Finales de electricidad**. International Energy Initiative. Curso para la realización de Estudios de Usos Finales de Electricidad en los sectores Residencial y Comercial. São Paulo. 1996.

BARGHINI, A. **Programa para a construção de curvas de carga elétricas por usos finais**. São Paulo. 1995

BERMAN, E. COOPER, M., GELLER, H. **A Compendium of Utility-Sponsored Energy Efficiency Programs**. EPRI EM-5579. Palo Alto, CA: Electric Power Research Institute. 1987

BITU, R.; BORN, P. **Tarifas de Energía Eléctrica: Aspectos Conceituais e Metodológicos**, Edição patrocinada por Companhia Força e Luz Caraguazes-Leopoldina. 1993

BLEVINS, R.P., MILLER, B.A. **Survey of Utility Demand-Side Management Programs**. TR-102193. Palo Alto, CA: Electric Power Research. 1993

BOA NOVA, A.C. **Energia e Classes Sociais no Brasil**. São Paulo, De. Loyola. 1985

CARDIA, N.G. **O Comportamento de Conservação de água: Subsídios teóricos para campanhas educativas de redução de consumo : Simposio Internacional sobre economia de água de abastecimento publico, Sao Paulo**. (Anais pp.179-195). 1986

CERES - CENTRO DE ESTUDIOS DE LA REALIDAD ECONOMICA Y SOCIAL ; EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD. **Características del Consumo de Energía Eléctrica en la región de Cochabamba.** Cochabamba, mayo de 1990

CEPAL - COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE. **La Política de Uso Eficiente de la Energía. ¿Es el Mercado el motor de dicha Política?** Programa de Investigaciones en Energía de la Universidad de Chile. Agosto de 1995.

COMISIÓN NACIONAL DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA. **Programa Nacional de Conservación de Energía.** Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. Impreso en la Sección de Publicaciones de la CNFL SA de Costa Rica. Julio de 1994

CNDC – Comité Nacional de Despacho de Carga, Plan Referencial de expansión del Sistema Interconectado Nacional, Cochabamba, Bolivia, septiembre 1996

CNE - COMISION NACIONAL DE ENERGIA. **Fuentes no Convencionales y Uso Eficiente de la Energía.** Ciclo de Trabajo. Situación Actual y Perspectivas. Santiago de Chile. 1994

CESP - COMPANHIA ENERGETICA DE SÃO PAULO. **Tópicos para Consolidação da função conservação de energia.** Programa Sinergia de Conservação de Energia. DCE-Divisão de Aplicação e Conservação de Energia. Centro de Treinamento Técnico Ilha Solteira. Março 1994.

DARLEY, J.M. & BENIGER, J.R. Diffusion of enrgy-conserving innovations, *Journal of Social Issues*, 37 (2): 150-171, 1981.

DUBOIS, C. Electricité de France. **“Administración de la carga y Conservación de la Energía en el Sector Eléctrico Francés”.** COTARE 94. San José de Costa Rica, 1994.

DUTT, G. **Electricity at Least Cost: A Manual on the End-Use-Oriented Approach to Electricity Supply in India.** The Center for Energy and Environmental Studies. Princenton University, USA. Washington, DC. The Office of Energy and Infrastructure US Agency for International Development, August 1993

DUTT, G. ; BRUGNONI, M. ; TANIDES,C. **Megawatts o Negawatts: Alternativas para minimizar inversiones en el Sector Eléctrico.** II Congreso Latinoamericano de Generación y Transmisión de Energía Eléctrica. Mar del Plata-Argentina, noviembre 1995

EIA. **Household Energy Consumption and Expenditures 1990.** DOE/EIA-1321 (90). Washington: Energy Information Administration. 1993

ELFEC - EMPRESA DE LUZ Y FUERZA ELECTRICA DE COCHABAMBA. **Memoria Anual 1994 - 1995.** Cochabamba - Bolivia 1996.

ELFEC - EMPRESA DE LUZ Y FUERZA ELECTRICA DE COCHABAMBA. **Informe de Operación por Sistemas 1996**. Cochabamba - Bolivia 1996.

ELFEC - EMPRESA DE LUZ Y FUERZA ELECTRICA DE COCHABAMBA. **Estadístico de Clientes 1996**. Cochabamba - Bolivia 1996.

ENDE - EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD. **Resultados Técnicos de Explotación 1994**. Cochabamba - Bolivia 1995.

EQUIPE DE PROFESSORES DA USP. **Manual de Economia**. Editoria Saraiva. 2da Edição 1995

FELDMAN, S. **Market Transformation: Hot Topic or Hot Air?**. ACEEE, Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. Vol. 8. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy. 1994. (pp.37-48)

FERGUSON, C. ; GOULD, J. **Teoría Microeconómica**. Fondo de Cultura Económica. México 1980.

FLAVIN, C. LESSEN, N. **Power Surge**, Worldwatch Institute, Norton and Company, New York and London. 1994

GACETA OFICIAL DE BOLIVIA. **Ley de Electricidad y Reglamentos**. Honorable Congreso Nacional. La Paz - Bolivia. 1ra edición 1995.

GELLER, H. ; NADEL, S. **Market Transformation Strategies to Promote End-Use Efficiency**. American Council for an Energy - Efficient Economy. Washington, DC/Berkeley, California. june 1994

GELLER, H. S. **Energy Efficient Appliances**. Washington: ACEEE. 1983

GELLER, H. S. **Residential Equipment Efficiency: A State-of-the-Art Review**. Washington: ACEEE. 1988.

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. 1994.

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. 101p. 1988

GOUGH, A., BLEVINS R. **Survey and Forecast of Marketplace Supply and Demand for Energy-Efficient Lighting Products**. TR-100288. Palo Alto, CA: Electric Power Research Institute. 1992.

HARPER, G., E. **Alumbrado e Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión**, Editorial Limusa, México, 1987.

HIRTS, E. ACEEE, American Council For An Energy-Efficient Economy , Washington, D.C., 1993

HUNTINGTON, G. ; SHIPPER, L ; SANSTAD, A. **Markets for Energy Efficiency. Energy Police. Volume 22 Number 10** Octubre 1994.

INE - Instituto Nacional de Estadística, Ministerio de Hacienda, **Anuario Estadístico**, La Paz, Bolivia 1996

INE – Instituto Nacional de Estadística, **Informe del Censo de Población y Vivienda**, Cochabamba, Bolivia, 1992

IEA.. **Electricity End-Use Efficiency**. Paris, France: International Energy Agency. 1989

IDEE - INSTITUTO DE ECONOMIA ENERGETICA DE BARILOCHE. **La Demanda y los Requerimientos de Energía. Documento Metodológico**. I Curso Taller Centroamericano y de los Países del Caribe de habla Hispana sobre Economía, Política y Planificación Energética. San José -Costa Rica, mayo 1994.

JANNUZZI, G.; SCHIPPER, L. The Structure of electricity demand in the Brazilian household sector. **Energy Police**. p.879-891. nov, 1991.

JANNUZZI, G. Resultados de um Programa de Iluminação eficiente em residências. **Eletricidade Moderna**. Vol. XXI. n. 234. p.67-70. dez. 1993.

JANNUZZI, G. **Planejando o Consumo de Energia Elétrica através de Programas de Difusão de tecnologias mais Eficientes**. Revista Brasileira de Energia. Volume 3, No 1, Rio de Janeiro 1993.

KOTLER, P. **Dirección de Mercadotecnia. Análisis, Planeación y Control**. Editorial Diana México 1992.

KRAUSE, F. **Least - Cost Utility Planning Handbook** For utility Commissioners, Lawrence Berkeley Laboratory/National Ass.of reg. Utility Commissioner, Berkeley and Washington. Vol 2: The Demand Side: Conceptual and Methodological Issues. 1988

LOHANI, B.N. ; AZIMI, A.M. **Barriers to Energy End-Use efficiency**. Workshop Metodos de Análise Energética a partir dos Usos Finais, International Energy Iniciative, IEE/USP, São Paulo março 1994.

MALDONADO, J. **30 Minutos Críticos: Sistema de Marketing de Servicios para Racionalizar el Consumo de Energía Eléctrica en la ciudad de Cochabamba.** Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Económicas y Sociología. Cochabamba - Bolivia 1996.

MALDONADO, Comisión Energetica para America Latina. Maldonado, P.. **"La Política de Uso Eficiente de la Energía"**, Chile 1995

McCULLY, R. 1990, Development History of More Efficient Lamp Designs. **Energy Engineering** 87 (1): 29-45

McKANE, A. Promoting Equipment Energy-Efficiency Through Public/Private Cooperation. ACEEE, Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. Vol. 9. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy. 1994 (pp.227-234)

McMAHON, J.. Appliance Energy Labeling in the U.S.A. **Consumer Policy Review.** 1 (2). 1991

McMAHON, J., BERMAN, D., CHAN, P., CHAN, T., KOOMEY, J., et al.. Impacts of U.S. Appliance Energy Performance Standards on Consumers, Manufacturers, Electric Utilities, and the Environment. **Proceedings of the ACEEE 1990 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings** 7:107-16. Washington: ACEEE. 1990

MICHELSSEN, L., LONERGAN, B. Bright Ideas in Residential Lighting. **Proceedings ACEEE 1992 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings** 5:171-178. 1992

MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE. **Reglamentación de la Ley del Medio Ambiente No 1333**, la Paz, Bolivia, 1995

MOSKOVITZ, D., SWOFFORD, G. **"Revenue-per Customer Decoupling"**, Regulatory Incentives for Demand Side Management. American Council for an Energy-Efficient Economy. Washington, DC. 1992

MORENO, J. **Marketing Internacional. Contenido & Estrategias para lograr la Excelencia.** Ediciones Macchi. Argentina 1991.

NADEL, S. **Electric Utility Conservation Programs: A review of the lessons taught by a decade of program experience.** Electric Utility Conservation Programs. Chapter 3. American Council for an Energy-Efficient Economy., s.d.. 1993

NADEL, S.; REID, M. ; WOLCOTT, D. **Regulatory Incentives for Demand-Side Management.** American Council for an Energy-Efficient Economy. Washington, DC and Berkeley, California in cooperation with The New York State Energy Research and Development Authority. Albany, New York 1992.

NATIONAL ASSOCIATION OF REGULATORY UTILITY COMMISSIONERS. **Least-Cost Utility Planning. A Handbook for Public Utility Commissioners. Volume 2. The Demand Side: Conceptual and Methodological Issues.** Washington december 1988.

NATIONAL RURAL ELECTRIC COOPERATIVE ASSOCIATION. **Proyecto de Evaluación del manejo de Carga para Bolivia.** Alternative Development Electrification Project. Bolivia , agosto 1993.

NEGRI, C. **Caracterización del comportamiento de la demanda de energía eléctrica mediante mediciones y encuestas.** COMPAÑIA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ. San José de Costa Rica, 1993

NILSSON, H. Market Transformation: an essential condition for sustainability. **Energy for Sustainable Development.** Vol.1, No 6, pp.20-29. (March) 1995

OLADE - ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGIA. **Proyecto manejo de la demanda y uso racional de energía eléctrica en el Istmo Centroamericano etapa 4 plan de acción e identificación de medidas en la ciudad de San José de Costa Rica.** Vol. 1. resumo Ejecutivo. Quito 1993

PRAHL, R.; SCHLEGEL, J. **DSM Resource Acquisition and Market Transformation: Two Inconsistent Policy Objectives?** ACEEE, Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. Vol. 6. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy. 1994 (pp.157-166)

REDDY, A. Barriers to improvements in Energy Efficiency. **Energy Policy.** p 954-961. dec. 1991

REDDY, A., D'AS, A ., SUMITHRA, G. Integrated energy planning: Part I. The DEFENDUS methodology. **Energy Sustainable Development, Vol.II, No. 3,** pp. 15-26. (September) 1995.

SAUER, I.L. **Metodos de Análise Energética a partir dos Usos Finais,** International Workshop, IEE/USP, março 1994

SELDON, A., PENNANE, F.G., **Diccionario de Economía.** Oikos – tan, Barcelona, España, 1980.

SNE - SECRETARIA NACIONAL DE ENERGIA. **Anuario Estadístico del Sector Eléctrico Gestión 1996.** Dirección Nacional de Electricidad, Departamento Técnico. La Paz – Bolivia. 1996a

SNE - SECRETARIA NACIONAL DE ENERGIA. **Propuesta de Estrategia de Eficiencia Energética (Documento de discusión).** Programa de Eficiencia Energética. Banco Mundial, Antonio Ruiz, La Paz, Bolivia. 1996b.

SSDE - Superintendencia Sectorial de Electricidad, Estadísticas, La Paz, Bolivia, 1997

SSDE - Superintendencia Sectorial de Electricidad, Anuario Estadístico, Sector Eléctrico, La Paz, Bolivia 1996

TARQUIN, A. ; BLANK, L. **Ingeniería Económica**. Mc Graw Hill, México 1983

TREECE, J.B. The Great Refrigerator Race. **Business Week**. July 5, 1993, pp. 78-81. 1993

VIEIRA DE CARVALHO, A. **El Diseño de Programas de Conservación de Energía Eléctrica, Principales Aspectos a ser considerados en el Contexto de los países en Desarrollo**, VII Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Tarifas Económicas de Energía Eléctrica COTARE 94, San José - Costa Rica, marzo 1994.

VORIES, R. ; ROSENBERG, M. Is Market Transformation Happening Right Under Our Eyes? ACEEE, **Summer Study on Energy Efficiency in Buildings**. Vol. 1. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy. 1994 (pp.185-192)

WESTINGHOUSE, **Manual de Alumbrado**, México, 1986

WIRTSHAFTER, R. ; SORRENTINO, A. **Proving Causality in Market Transformation Programs: Issues and Alternatives**. ACEEE, **Summer Study on Energy Efficiency in Buildings**. Vol. 10. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy. 1994 (pp.259-265)

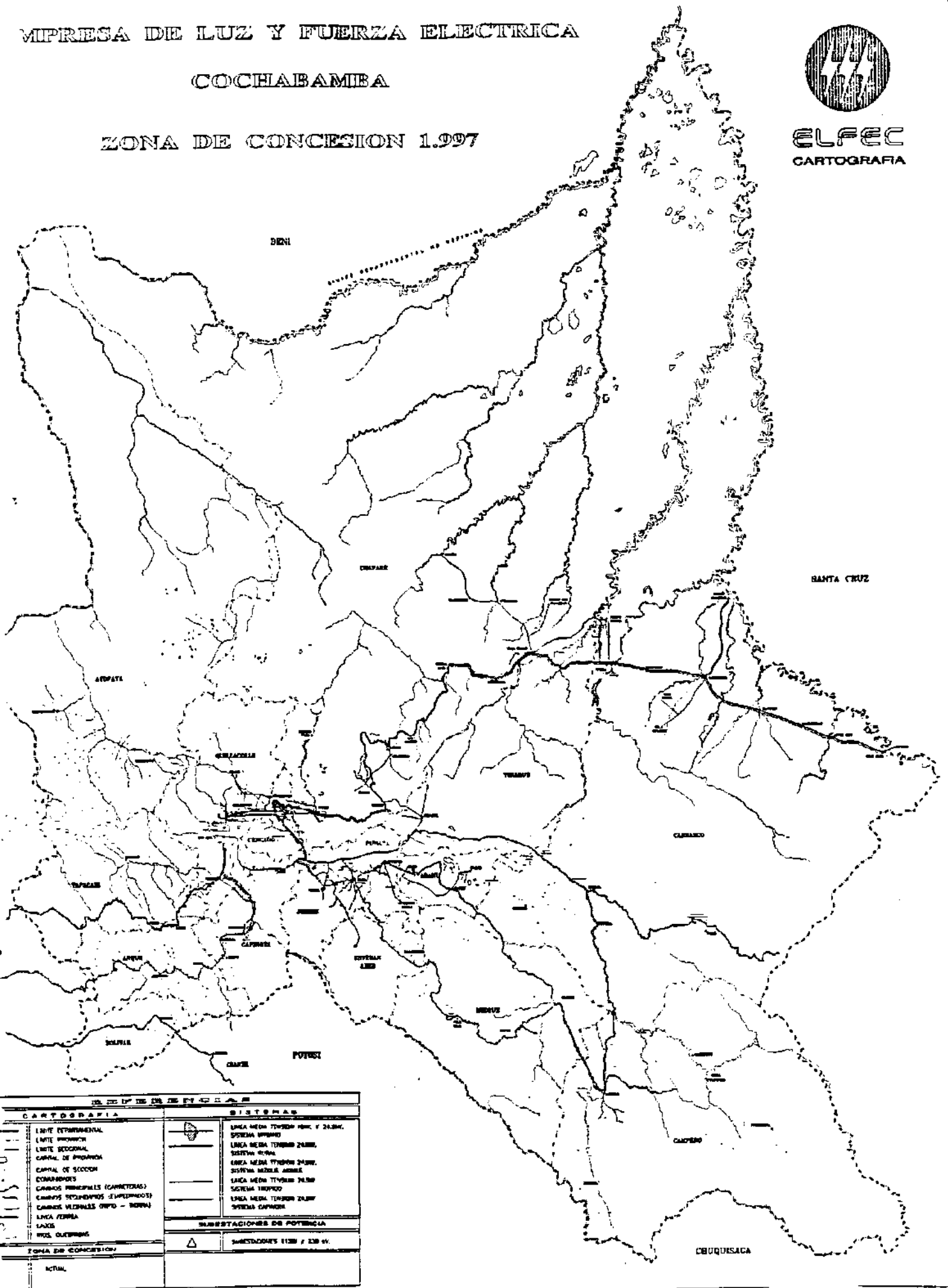
ANEXOS

EMPRESA DE LUZ Y FUERZA ELECTRICA
COCHLABAMBA

ZONA DE CONCESION 1.997



ELFEC
CARTOGRAFIA



CARTOGRAFIA		SISTEMAS	
---	LIMITE ESTADISTICAL	—	LINEA MEDIA TENSION 110KV Y 24.5KV.
---	LIMITE PROVINCIAL	—	SISTEMA 110KV
---	LIMITE SECCIONAL	—	LINEA MEDIA TENSION 24.5KV.
---	CARRIL DE PROVISION	—	SISTEMA 24.5KV
---	CARRIL DE SECCION	—	LINEA MEDIA TENSION 24.5KV.
---	COMARCAS	—	SISTEMA MEDIO ALTO
---	CARRILES MUNICIPALES (CARRETERAS)	—	LINEA MEDIA TENSION 24.5KV
---	CARRILES SECCIONALES (EMPRESAS)	—	SISTEMA TRONCO
---	CARRILES MUNICIPALES (MUNICIPIO - COMUNA)	—	LINEA MEDIA TENSION 24.5KV
---	LINEA FERREA	—	SISTEMA CAPACIDAD
---	LAGOS	△	SUBESTACIONES DE POTENCIA
---	ROS, QUEBRAS	△	SUBESTACIONES 110KV Y 24.5KV
ZONA DE CONCESION			
ACTUAL			

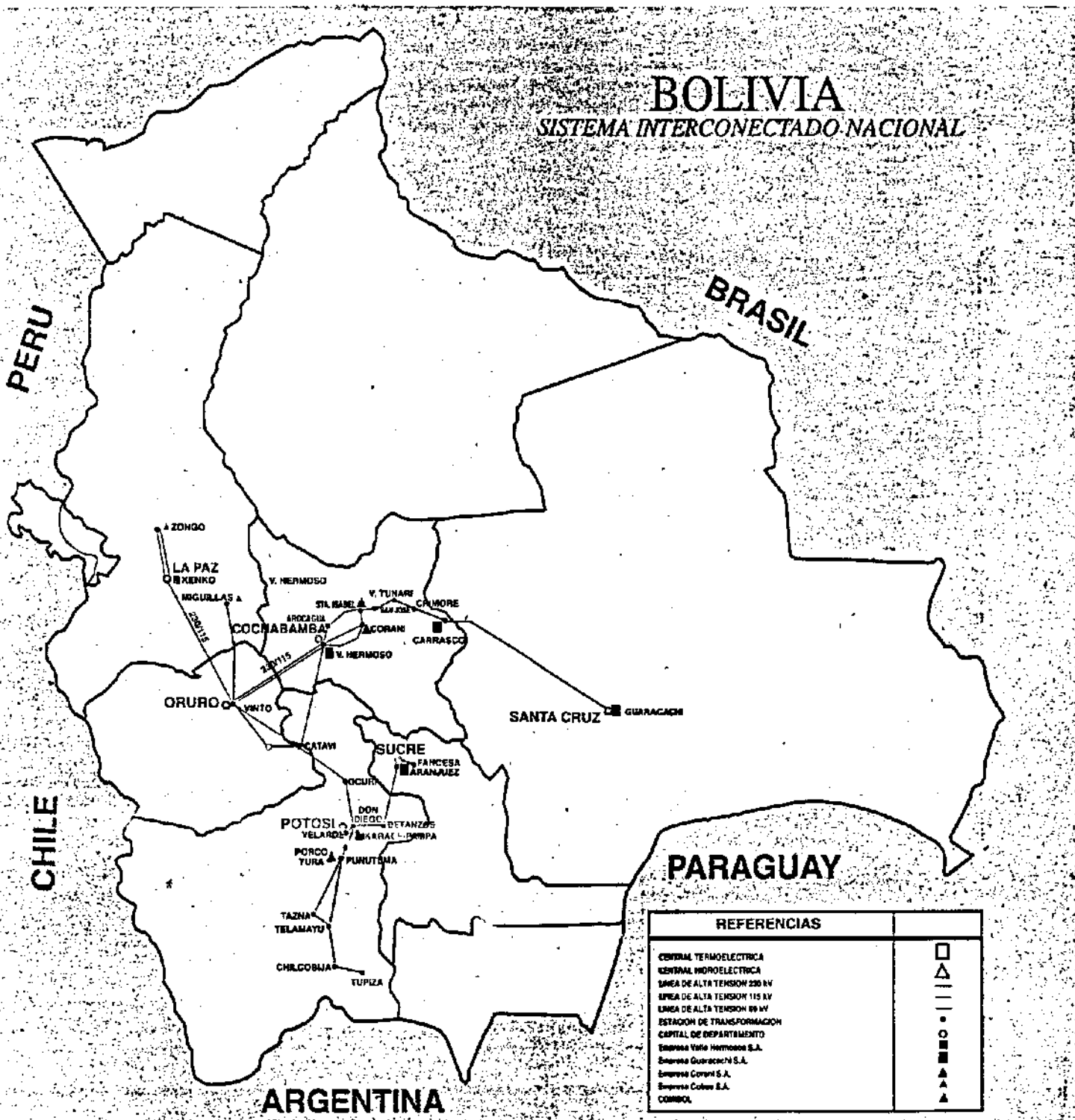
COMPAÑIAS DEL PROGRAMA DE CAPITALIZACIÓN

Compañia	Setor	Data Venda	Quantidade Pagada (MUS\$)	País de Origen de los Inversores
ENDE	Generación de Electricidad	Jun-95	140	US
ENTEL	Telecomunicación	Ago-95	610	Italy
LAB	Transporte Aereo	Oct-95	47	Brazil
ENFE	Ferrocarril	Dec-95	39	Chile
YPFB	Petróleo y Gas	Dec-95	835	US/UK/Netherlands, Argentina
ENAF	Mina y Metalurgia	Em processo	---	---

PRINCIPALES CONSUMIDORES Y GRANDES CONSUMIDORES EN EL SIN EN 1996

Nombre	Localidad	Propiedad	Demanda de Energía GWh	Potencia Coincidente MW	Numero de Consumidores por mil
ELECTROPAZ	La Paz	Iberdrola	866	187	245
CRE	Santa Cruz	Consumidores	842	167	153
ELFEC	Cochabamba	EMEL	444	92	156
ELFEO	Oruro	Iberdrola	159	34	34
CESSA	Sucre	Cons/Estado	93	19	29
SEPSA	Potosí	Estado	68	14	24
No regulados	Varios	Privados	206	26	
Otros	Varios	-	33	5	5
Total del SIN			2713	544	646

Anexo B
Diagrama Sistema Interligado Nacional



Anexo C

Questionario da Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo

ESTUDIO SOBRE TENENCIA DE ELECTRODOMESTICOS Y HABITOS DE CONSUMO

Encuesta No	<input type="text"/>		
Estrato	<input type="text"/>		
Nombre del Consumidor	<input type="text"/>		
Dirección	<input type="text"/>		
Resultado	<input type="text"/>		
1. Aprobada	5. Cerrada		
2. Rechazada	6. Construcción		
3. Ausente	7. Abandonada		
4. Vacía	8. Demolida		
Consumidor Número	<input type="text"/>		
Protección del medidor	<input type="text"/>	Cuantos disyuntores	<input type="text"/> Amper <input type="text"/>
1. Fusibles			
2. Disyuntor			
3. Nada			
Uso medidor	<input type="text"/>	No de Cuenta	<input type="text"/> Relación <input type="text"/>
1. Residencial		1. Particular	1. Titular
2. Comercial		2. Dividida	2. Individual
3. Mixto		3. Incluida alquiler	3. Colectiva
Tipo habitación	<input type="text"/>	Tipo de construcción	<input type="text"/>
1. Propia		1. Villa o casa	5. Rancho
2. Alquilada		2. Departamento	6. Conventillo
3. Anticresis		3. Chozo	7. Mediagua
4. Gratuita		4. Cuarto	8. Otras
Cuartos	<input type="text"/>	Baño	<input type="text"/> Cocina <input type="text"/>
Número		1. Particular	1. Individual
		2. Colectivo	2. Colectiva
Automóvil	<input type="text"/>	teléfono	<input type="text"/>
Habitantes permanentes	<input type="text"/>	Poblacion flotante	<input type="text"/> Empleados residentes <input type="text"/>

ESTUDIO SOBRE TENENCIA DE ELECTRODOMESTICOS Y HABITOS DE CONSUMO**Electrodomésticos en hogares**

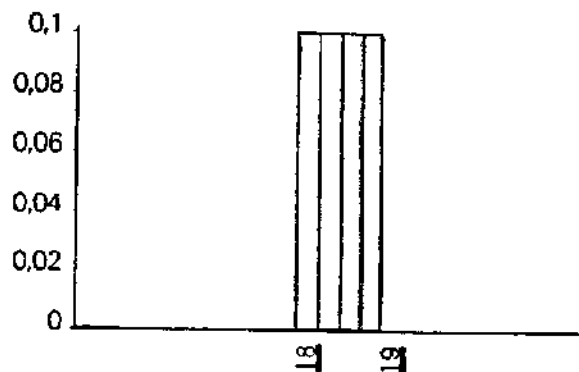
11 Refrigerador	32 Cafetera	49 Secador de cabello
12 Congelador	33 Olla Lenta	50 Rasuradora
13 Armario	37 Microondas	51 Enruladora
23 Aire Acondicionado V.	38 Revebero	52 Cepillo cabello
24 Aire Acondicionado G	39 Hornillo	54 Masajeador
34 Horno	40 Sartén	55 Ozonificador
35 Cocina	41 Arrocera	56 Depilador
48 Bomba de agua	46 Hidromasaje	57 Cepillo de dientes
60 Aspirador P	47 Sauna	70 Licuadora
61 Enceradora	53 Baño Turco	71 Batidora
62 Lavadora ropa	66 Maq. Planchar	72 Exprimidor
63 Lavadora platos	76 Abridor latas	73 Yogurtera
64 Secadora ropa	96 Máquina escribir	74 Heladera
65 Plancha	97 Copiadora hojas	75 Canguilera
107 Regulador Voltaje	98 Copiadora planos	77 Molino carne
120 Televisor B/N	99 Computador	78 Molino de café
121 Televisor color	100 Máquina coser	79 Selladora plástica
124 Equipo de sonido	101 Cortadora césped	80 Procesador alimen.
140 Ducha	102 Lámpara Infraroja	81 Triturador
141 Calentador	103 Soldadora	82 Centrifuga
142 Tanque solar	104 Purificador agua	83 Compactador
143 Calentador inst.	105 Esterilizador	90 Taladro
160 Incandescente	106 Calculadora	91 Sierra
161 Fluorescente	108 Máquina registradora	92 Caladora
162 Mixta	109 Motor	93 Amoladora
163 Mercurio	110 Cal. Biberones	94 Lijadora
164 Sodio	111 Ester. Biberones	122 Radio
165 PL	112 Esmeril	123 Reloj
166 Alógeno	125 Video	131 Grabadora
167 Emergencia	126 Radiola	132 Juego video
20 Ventilador	127 Radiola	150 Cocina gas
21 Extractor A.	128 Bomba acuario	151 Cocina leña
22 Extractor olores	129 Proy. cinema	152 Cocina kerosene
25 Humidificador Q	130 Proy. Diapositivas	154 Lámpara gas
26 Humidificador G	133 Organo	155 Plancha carbón
27 Calefactor	134 Guitarra	156 Parrilla
30 Grill	135 radio aficionado	157 Calentador gas
31 Tostadora	13 otro	114 otro

MODELAMENTO DOS EVENTOS ELÉTRICOS PARA A CONSTRUÇÃO DA CURVA DE CARGA POR USOS FINAIS

O modelamento dos eventos elétricos

Os eventos podem ser definidos como um modo repetitivo de utilizar um determinado eletrodoméstico. Cada eletrodoméstico presente na residência deve necessariamente apresentar um evento, mas se fosse utilizado de diferentes formas e a diferentes horas, terá um número de eventos equivalentes á quantidade de maneiras de ser utilizado, assim: o uso de um equipamento o sua demanda de energia, define-se pela sumatória dos eventos do mesmo equipamento. A demanda de uma residência, define-se pela somatoria de todos os eventos da residência.

Analisar-se-á o problema do cálculo do consumo e da construção da curva de demanda. Inicia-se pelo exemplo do funcionamento de uma lâmpada o qualquer carga que seja ligada voluntariamente pelo consumidor.



O consumo e a curva de demanda de qualquer carga, podem ser definidos como a potência multiplicada pelo tempo. Por exemplo, uma lâmpada de 100 Watts, ligada uma hora por dia, 30 dias por mês, terá o seguinte consumo:

$$\text{Energia} : 0,1 \text{ kW} \times 1 \text{ hora} = 0,1 \text{ kWh/dia} \times 30 \text{ dias} = 3,0 \text{ kWh/mês}$$

A nível de demanda, o evento lâmpada aparecerá como uma carga que se registra pela duração de uma hora, com uma potência de 100 Watts. Contudo não se sabe, quando se manifesta essa carga durante o dia. O consumidor conhece, na maioria dos casos, a modalidade na qual se utiliza a lâmpada esta não é necessariamente ligada e desligada a mesma hora, a descrição do modo de uso realiza-se, portanto, com 4 variáveis:

Duração : que representa o tempo durante o qual a carga está ativa

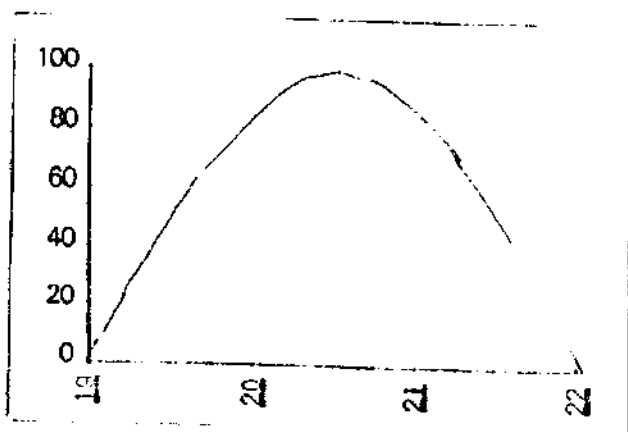
O Intervalo: que define o tempo dentro do qual o evento pode ocorrer. Note-se que o intervalo não necessariamente é coincidente com a duração, porque de fato, nenhum consumidor usa relógio de precisão para ligar um eletrodoméstico. O intervalo portanto define-se por duas variáveis, a hora de início e a hora de término.

Hora de início: é a hora mais cedo na qual o consumidor pode ativar o eletrodoméstico, praticamente é a hora a partir da qual é possível que o evento ocorra.

Hora de término: é a hora mais tardia na qual o consumidor pode desativar o equipamento o a última hora na qual o eletrodoméstico pode estar ligado.

Hora mais provável: é a hora quando é mais provável que a carga esteja ligada. Esta informação não deve ser necessariamente codificada e pode existir unicamente quando o intervalo de uso seja superior a duração, seu significado poder-se-a entender melhor com um exemplo.

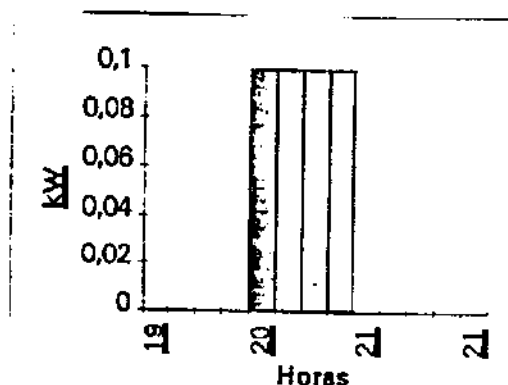
Continuando com o exemplo da lâmpada, imagine-se que ela seja ligada por uma hora entre as 19 e as 22 horas, podendo ocorrer um pouco mais cedo ou um pouco mais tarde, mas permanecendo ligada sempre as 20 horas. Se se representa a probabilidade de que a lâmpada esteja ligada durante esse período, obter-se-a uma curva do seguinte tipo,



Para reconstruir a curva de demanda não se precisa fazer nada mais que multiplicar a probabilidade de se apresentar a carga dito intervalo pelo valor da carga. Com esta operação estar-se praticamente construindo a curva de uma demanda provável, na qual um evento que ocupa o intervalo integralmente, portanto com a probabilidade de 100% apresentará uma potência igual a demanda e quando sua duração é inferior ao intervalo, ela apresentará uma potência igual a demanda multiplicada pela probabilidade da carga presente em cada instante. A integral da curva representará o consumo. Como será explicado na sequência, esta curva representa também a demanda diversificada do evento. Devido a que as limitações computacionais que não permitem traçar uma curva contínua, o programa a integra cada 15 minutos.

As implicações da adoção deste critério de cálculo podem ser melhor compreendidas a partir de uma sequência de exemplos, nos quais se mostra o cálculo do consumo e, a forma e procedimento para a construção da curva de demanda. Apresentar-se-á uma série de exemplos extremos das diferentes condições de uso.

Duração igual ao intervalo. Não pode existir hora mais provável. A probabilidade da demanda é sempre igual a 1, portanto a curva da demanda identifica-se com a curva do evento.

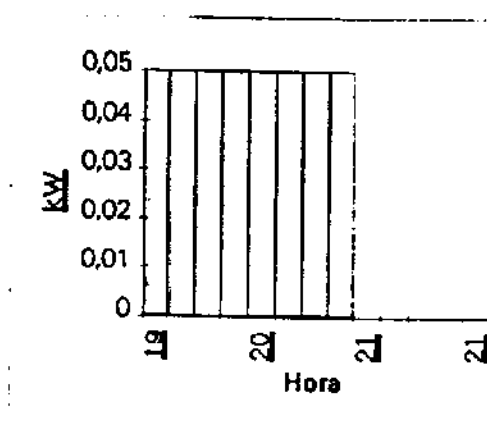


Potência do evento = potência do equipamento.

Hora de início : 20:00
 Hora de término : 21:00
 Duração : 1.00
 Hora mais provável : Não pode existir

Duração maior que o intervalo, sem hora mais provável.

A curva da demanda é igual ao consumo em kWh do evento dividido pelo intervalo, na prática assume-se uma distribuição de igual probabilidade do acontecimento durante o intervalo, portanto a demanda será função do fator de carga do evento durante o intervalo.



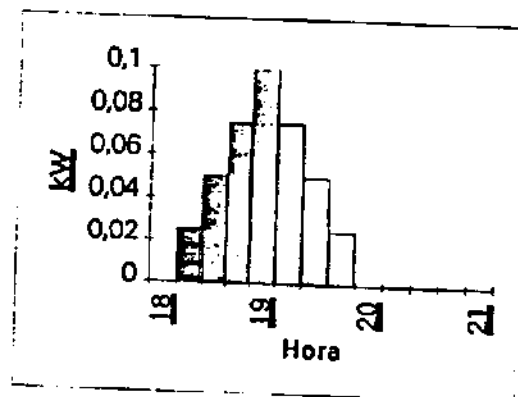
Potência = consumo / intervalo

Hora de início : 19:00
 Hora de término : 21:00
 Duração : 1.00
 Hora mais provável : Não existe

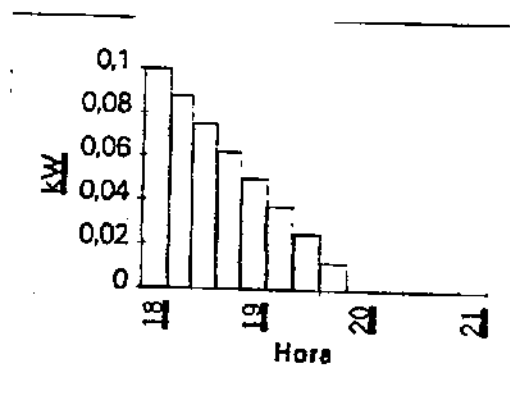
Duração maior que o intervalo, com hora mais provável.

No caso da existência da hora mais provável, esta pode ser distribuída num ponto qualquer do intervalo, portanto serão apresentados três exemplos, com a hora mais provável no início, no centro e no término do intervalo.

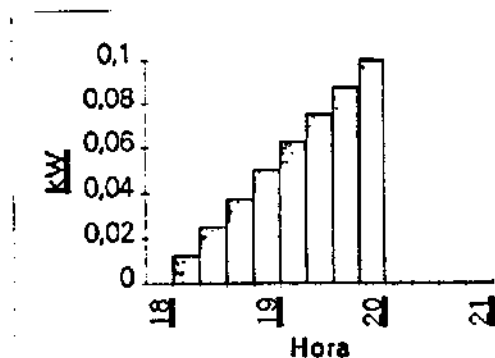
Potência utilizada : 0,1
 Hora de início : 18:00
 Hora de término : 20:00
 Duração : 1.00
 Hora mais provável : 19:00



Potência utilizada : 0,1
 Hora de início : 18:00
 Hora de término : 20:00
 Duração : 1.00
 Hora mais provável : 18:00



Potência utilizada : 0,1
 Hora de início : 18:00
 Hora de término : 21:00
 Duração : 1.00
 Hora mais provável : 21:00

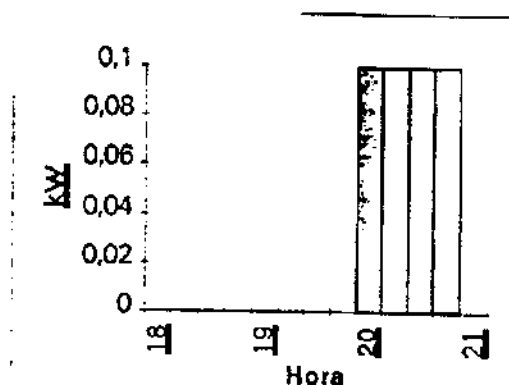


Como se pode ver nas figuras, representa-se de forma clara os diferentes modos de interação que um consumidor pode ter com um determinado eletrodoméstico. Resta ver como resolver o problema da construção da curva de carga, para as diferentes condições de uso.

A fórmula para determinação dos valores de demanda varia dependendo das condições de uso, sendo possível dividir o procedimento em 4 condições.

Duração igual ao intervalo

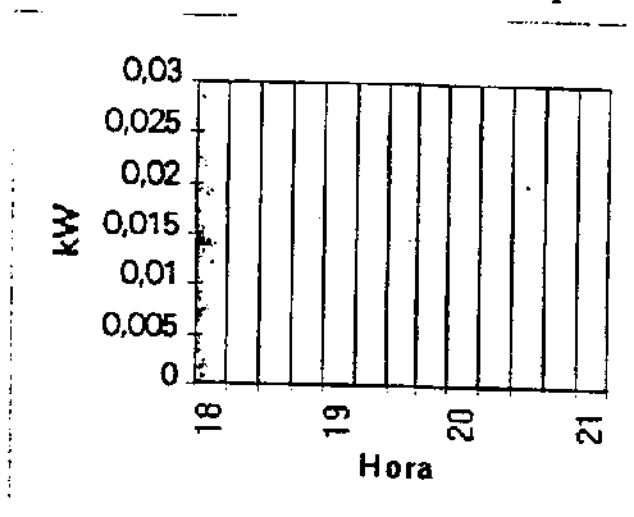
Não existe hora mais provável: a demanda de energia identifica-se com a potência do equipamento.



Demanda = Potência utilizada

Potência utilizada : 0,1
 Hora de início : 20:00
 Hora de término : 21:00
 Duração : 1.00
 Hora mais provável : =

Duração menor que o intervalo, sem hora mais provável



Demanda = Potência utilizada x duração / intervalo

Potência utilizada : 0,1
 Hora de início : 18:00
 Hora de término : 21:00
 Duração : 1.00
 Hora mais provável : =

Potência utilizada $0,10 \text{ kW} \times \text{hora} / (21 - 18) \text{ horas} = 0,33 \text{ kW}$

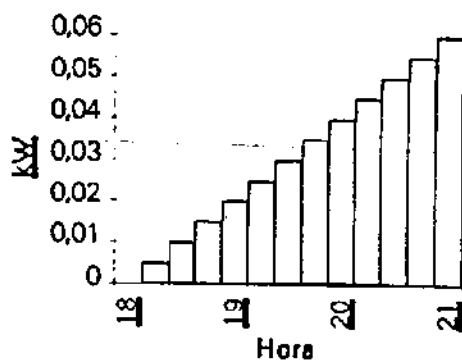
Duração menor que o intervalo, com indicação da hora mais provável

Podem-se apresentar 2 situações distintas para fins de cálculo: duração menor ou igual a metade (1/2) do intervalo e duração maior que a metade (1/2) do intervalo.

Duração menor que 1/2 intervalo, com indicação da hora mais provável

A curva de demanda assumirá a forma de um triângulo com a base construída entre a hora de início e a hora de término e o vertice na hora mais provável. A altura do triângulo será determinada pela seguinte fórmula:

$h = \text{consumo} \times 2/\text{intervalo}$



Potência utilizada : 0,1
 Hora de início : 18:00
 Hora de término : 21:00
 Duração : 1,00
 Hora mais provável : 21:00

Demanda máxima = $0,1 \text{ kW} \times 1 \text{ hora} \times 2 \times (21 - 18 \text{ horas}) = 0,066 \text{ kW}$
 Demanda mínima = 0

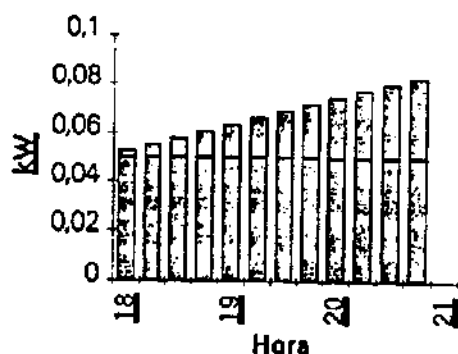
Duração maior que $\frac{1}{2}$ intervalo

A curva da demanda será representada por um triângulo montado sobre um retângulo sendo que o retângulo é traçado sobre o intervalo, com a altura calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$h \text{ retângulo} = \frac{1}{2} \text{ Potência utilizada}$

e o triângulo é colocado sobre o retângulo, com base na hora de início e na hora de término, vértice na hora mais provável e altura conforme a seguinte fórmula:

$h \text{ triângulo} = 2 \times (\text{consumo} - \frac{1}{2} \text{ Potência} \times \text{intervalo}) / \text{intervalo}$



Potência utilizada	:	0,06
Hora de início	:	18:00
Hora de término	:	21:00
Duração	:	2.00
Hora mais provável	:	21:00

Pasando ao cálculo do exemplo numérico:

$$\text{Potência mínima} = 0,11/2 = 0,05$$

$$\text{Potência máxima} = (2 \times (0,12 - 0,5 \times 0,06 \times (21-18 \text{ horas})) / (21-18)) + 0,06 = 0,08$$

O cálculo da curva leva em conta um mês de 30 dias com 8 dias em fins de semana 22 dias úteis. Na construção da curva de carga, a frequência de um evento entra no computo do cálculo do consumo. Devido a que a curva de carga utiliza o consumo do evento, a demanda será função da frequência com a qual o evento se realiza em aquela modalidade. Como mostrou-se nos exemplos anteriores, quando um evento repete regularmente todos os dias na modalidade em teste (por exemplo, por 22 dias úteis), a demanda será aquela calculada no exemplo anterior. Se o evento, em dita modalidade, apresenta uma frequência menor, a curva de demanda será multiplicada pela frequência realizada dividida pelo número de dias nos quais se realiza. Por exemplo, se um evento se verifica unicamente 11 vezes durante os dias úteis, o valor será automaticamente multiplicado por $11/22 = 0,5$.

Como pode-se ver pela forma de descrição dos eventos, de este modo de codificação dos usos do eletrodomésticos é bastante flexível, permitindo descrever situações típicas de usos repetitivos, como o de uma família bem estruturada, com hábitos regulares de vida, o de um lar composto por um solteiro, com hábitos totalmente arbitrários.

A integração da curva dos eventos

Definida a curva de demanda de um evento, o processo de construção da curva de demanda do consumidor obtém-se pela simples somatória das curvas dos eventos individuais. A única restrição a somatória é que o valor máximo da demanda de um único equipamento não pode ser superior a potência utilizada pelo mesmo equipamento. Isto significa impor a restrição que a probabilidade de um equipamento esteja ligado seja ao máximo de 100%. Quando por declaração do consumidor a probabilidade fosse superior a 100%, o programa automaticamente distribui a probabilidade de ocorrência ao redor do intervalo.

Descrição de variáveis no módulo de Posse de Electrodomésticos e Hábitos de Consumo da Pesquisa

A seguir são apresentados os aspectos chave da codificação utilizada pelo software projetado para o processamento de dados do módulo de posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo. A seguinte table reproduz o formulário do módulo em questão e é dada uma explicação de cada uma das variáveis contidas nele.

Estrutura do modulo de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo

1	Evento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Código y evento										
3	Variable 1										
4	Variable 2										
5	Pot. Instalada										
6	Número equipo										
7	Pot. Útil										
8	Hora inicio										
9	Hora término										
10	Duración										
11	Hora mas prob.										
12	Estación										
13	Frecuencia										
14	Voltaje										

Descrição das variáveis do formulário

Código do equipamento: é o número do equipamento cuja existencia tem sido detetada na residencia pesquisada. Este código serve para identificar o equipamento e classificação para o posterior agrupamento de tecnologias e usos finais.

Variável 1 e Variável 2: Estes dois campos estão feitos para recolher informações específicas de cada um dos equipamentos de uso final. As informações mais relevantes são tamanhos, marcas, número de pessoas que fazem uso do equipamento, e outras que permitam obter dados da potência útil o do consumo de energia. Por exemplo, a Variável 1 foi utilizada para determinar se a geladeira tinha uma o duas portas, fato que pode incrementar o consumo.

Potência instalada: este campo é utilizado para colocar a medida em Watts e corresponde às características elétricas do equipamento, geralmente esta na placa aderida ao aparelho.

Número equipamento: neste campo se colocará o número correspondente ao equipamento progresivo, que corresponde ao número de aparelhos iguaes que haja na residência.

Potência útil: é a potência em Watts que realmente demanda o equipamento durante seu funcionamento. Este valor para alguns equipamentos é igual a potência instalada.

Hora início: corresponde a hora mais provável na qual o evento elétrico pode acontecer. Deve ser pesquisado o uso dos equipamentos desde as 00:00 hrs. as 24:00 hrs do dia corrente de vida da família no domicílio ou no lugar da pesquisa. Deve ser anotada a hora de início de cada um dos eventos nos que se use o aparelho durante o dia.

Hora término: preenche-se com as regras mencionadas no parágrafo anterior escrevendo a hora na qual é desligado o aparelho. Deve ser anotada a hora de término de cada um dos eventos do equipamento durante o dia.

Duração: este campo corresponde ao tempo total efetivo de duração do evento, este tempo pode ser diferente do tempo do intervalo, definido como a diferença entre a hora de término e a hora de início.

Hora mais provável: existem aparelhos que são ligados só uma vez por dia e é muito difícil encontrar absoluta regularidade horária no consumo, por exemplo, quando se faz limpeza da casa é utilizado o aspirador de pó, é possível que seja utilizado em qualquer momento entre as 08:00 hrs e as 10:00. O pesquisador deve perguntar qual a hora mais provável na qual o equipamento é ligado.

Estação: O programa é capaz de processar de maneira independente o consumo de energia para duas estações. Refere-se somente aos equipamentos nos quais pode existir um fator climático que mude o uso.

Frequência: Nesta deve ser anotado o número de dias ao mês que é utilizado o equipamento. A codificação utilizada no programa segue o seguinte esquema:

0-22 número de vezes que o equipamento é utilizado durante os dias úteis

101- 108 número de vezes que o equipamento é utilizado durante os fins de semana

0- 30 número de vezes que o equipamento é utilizado indistintamente.

Voltagem: corresponde à tensão da rede na qual está ligado o equipamento e cujo valor deverá ser pesquisado, podendo variar entre (1) 110 V, (2) 220 V, ó (3) 380 bivoltagem.

CONSOLIDADO GENERAL

NÚMERO DE CONSUMIDORES

CATEGORÍAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
RESIDENCIAL	138,944	139,452	140,780	141,471	142,713	142,928	143,405	143,638	144,217	144,920	145,329	145,867	142,805
GENERAL - I	11,838	11,854	12,087	12,106	12,377	12,300	12,527	12,671	12,695	12,877	13,004	13,133	12,465
GENERAL - II	3,444	3,348	3,392	3,504	3,474	3,497	3,489	3,616	3,721	3,582	3,712	3,734	3,543
INDUSTRIAL - I	3,112	3,122	3,159	3,165	3,240	3,227	3,242	3,278	3,289	3,347	3,319	3,355	3,238
INDUSTRIAL - II	274	271	271	274	284	272	275	274	277	285	278	284	277
ESPECIAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Y.P.F.B.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
REVENTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A.PUBLICO	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
TOTAL	157,638	158,173	159,722	160,546	162,114	162,248	162,964	163,503	164,225	165,037	165,668	166,398	162,353

CONSUMO FACTURADO (MWh)

CATEGORÍAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
RESIDENCIAL	15,063	14,008	13,914	15,043	15,539	15,914	14,881	15,874	15,679	14,708	15,491	15,186	181,301
GENERAL - I	1,158	1,081	1,121	1,188	1,204	1,233	1,141	1,273	1,275	1,251	1,327	1,277	14,509
GENERAL - II	2,371	2,173	2,180	2,418	2,391	2,504	2,407	2,539	2,696	2,495	2,651	2,691	29,504
INDUSTRIAL - I	2,249	1,911	2,149	2,296	2,562	2,674	2,520	2,780	2,848	2,902	2,907	2,560	30,357
INDUSTRIAL - II	7,364	6,850	7,325	8,754	7,271	7,510	7,837	7,660	8,714	8,243	7,813	8,021	81,351
ESPECIAL	1,942	2,682	2,828	2,478	2,791	1,584	2,268	2,577	2,450	2,307	2,598	2,667	29,469
Y.P.F.B.	30	30	21	32	21	17	12	1	1	0	18	24	207
REVENTA	381	349	387	481	454	454	504	507	519	523	458	427	5,455
A.PUBLICO	1,989	2,011	2,178	2,111	2,205	2,139	2,215	2,220	2,153	2,231	2,175	2,317	25,941
TOTAL	32,546	31,092	32,201	32,777	34,438	34,028	33,786	35,431	36,325	34,661	35,437	35,371	408,094

IMPORTE FACTURADO (M\$)

CATEGORÍAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
RESIDENCIAL	4,798.57	4,430.01	4,471.15	4,809.23	4,885.00	5,114.88	5,008.34	5,312.89	5,287.83	5,124.03	4,945	5,068.99	58,253.93
GENERAL - I	659.23	615.29	660.08	680.57	706.01	720.84	695.35	768.10	772.72	789.73	777	778.70	8,621.92
GENERAL - II	1,540.40	1,434.45	1,459.15	1,500.14	1,502.70	1,693.25	1,663.09	1,719.68	1,811.51	1,782.41	1,738	1,872.48	19,885.74
INDUSTRIAL - I	791.83	884.38	738.18	804.31	802.78	857.10	883.29	948.57	978.12	972.70	939	887.60	10,328.78
INDUSTRIAL - II	2,301.83	2,284.78	2,491.91	2,443.85	2,178.83	2,830.27	2,878.13	2,838.42	2,784.89	2,820.33	2,812	2,877.70	28,088.17
ESPECIAL	565.17	714.91	754.50	669.52	734.58	505.95	634.73	712.82	689.89	696.10	694	793.31	8,185.34
Y.P.F.B.	85.88	98.27	94.77	139.95	44.91	39.22	65.05	15.37	77.69	19.51	16	21.97	728.53
REVENTA	83.12	71.88	85.52	87.85	99.69	101.95	111.55	112.01	114.14	117.82	100	102.31	1,187.88
A.PUBLICO	623.41	633.15	698.78	672.29	704.20	694.90	728.22	718.63	700.02	763.68	696	779.19	8,402.02
TOTAL	11,458.84	10,948.05	11,400.31	11,897.38	11,738.87	12,298.33	12,368.78	12,847.48	13,228.83	13,086.31	12,408	12,980.45	146,650.11

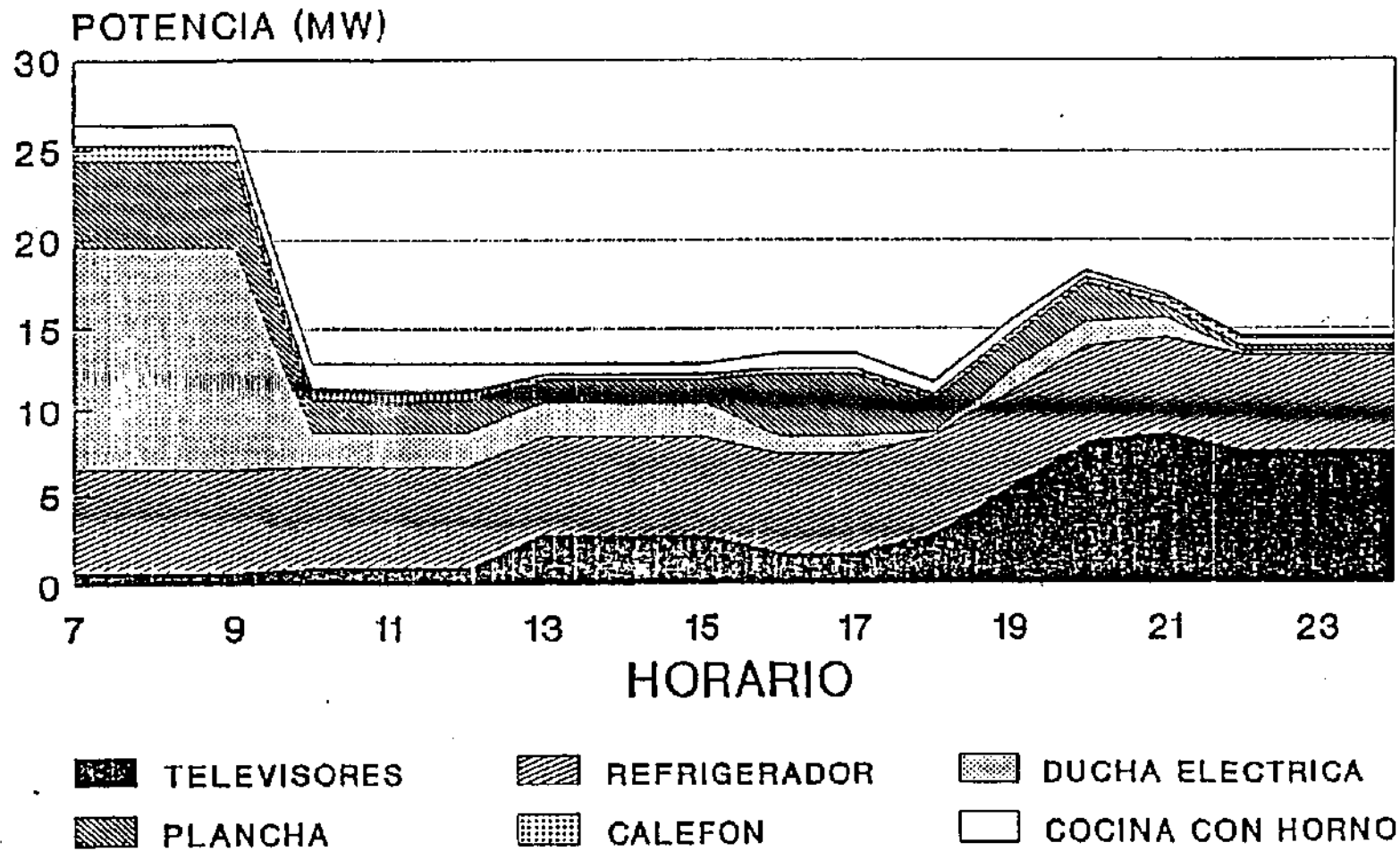
TARIFA PROMEDIO cBs/kWh

CATEGORÍAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
RESIDENCIAL	31.86	31.83	32.13	31.97	31.44	32.14	33.64	33.47	33.72	34.84	31.92	33.38	32.68
GENERAL - I	56.90	58.92	58.88	58.27	58.85	58.48	60.82	60.32	60.60	63.15	58.58	60.82	59.42
GENERAL - II	64.87	66.02	67.36	65.39	68.19	67.83	69.10	67.73	67.43	71.44	65.51	69.58	67.40
INDUSTRIAL - I	35.19	35.62	34.38	35.04	31.33	33.53	33.05	34.18	34.35	33.52	32.30	34.87	34.02
INDUSTRIAL - II	31.30	33.08	33.15	38.18	29.94	33.98	32.81	33.14	32.07	34.21	32.18	33.38	32.81
ESPECIAL	29.11	26.86	25.77	27.04	26.32	31.94	27.89	27.66	28.15	30.18	28.72	27.67	27.71
Y.P.F.B.	315.70	324.18	451.28	444.28	216.95	225.40	542.08	1281.08	8474.25	8504.70	91.28	82.69	351.49
REVENTA	21.28	20.57	22.10	20.34	21.95	22.48	22.12	22.08	21.98	22.52	21.80	23.96	21.96
A.PUBLICO	31.35	31.49	32.11	31.85	31.93	32.49	32.88	32.38	32.52	34.23	31.52	33.64	32.39
TOTAL	35.21	35.20	35.40	36.30	34.08	36.14	36.60	36.29	36.41	37.78	35.01	36.70	35.94

EMPRESA DE LUZ Y FUERZA ELECTRICA COCHABAMBA S.A.
ESTADISTICAS GESTION 1996

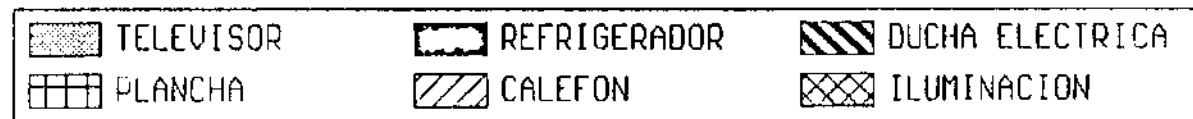
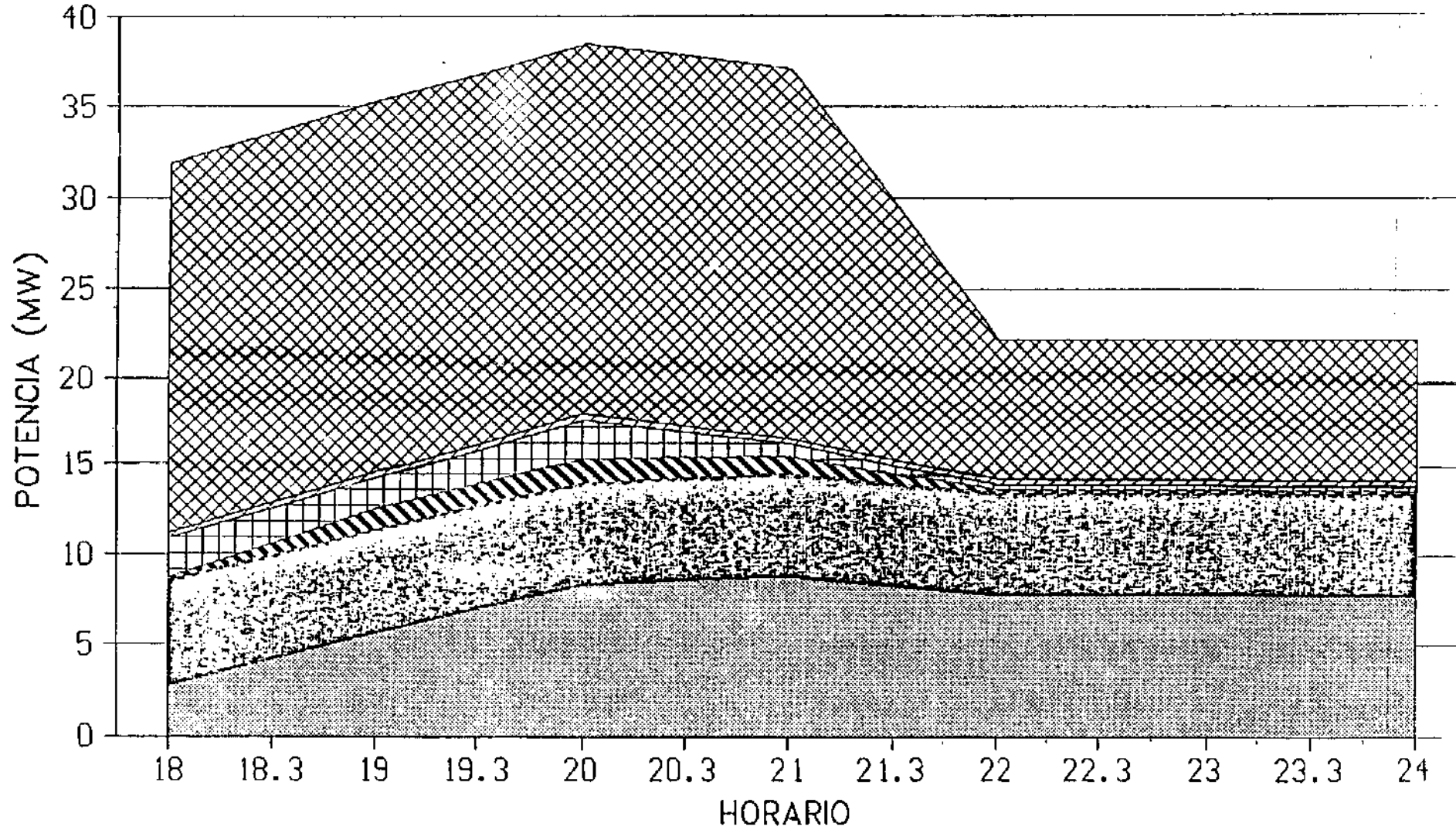
DESCRIPCIÓN	MES ACTUAL						ACUMULADO					
	S. URBANO kWh	S. RURAL kWh	S. TROPICO kWh	MIZQUE-AJQUILE kWh	S. CAPINOTA kWh	TOTAL kWh	S. URBANO kWh	S. RURAL kWh	S. TROPICO kWh	MIZQUE-AJQUILE kWh	S. CAPINOTA kWh	TOTAL kWh
1.- Generación: Chocaya	0					0	0					0
Total Generación	0					0	0					0
3.- Compra de Energía	34,575,723	3,748,916	861,133	136,837	163,901	39,486,510	388,833,935	48,721,331	9,962,938	1,473,301	1,580,175	448,571,680
Total Recibido Sistema	34,575,723	3,748,916	861,133	136,837	163,901	39,486,510	388,833,935	48,721,331	9,962,938	1,473,301	1,580,175	448,571,680
DISTRIBUCION												
4.- Ventas de Energía												
Residencial R	13,260,009	1,374,387	219,727	72,797	87,175	15,014,095	158,398,564	16,989,359	2,880,376	838,100	1,031,551	180,137,950
General 1 G-1	878,881	73,052	241,866	27,999	10,767	1,270,545	10,044,797	837,409	3,242,106	253,448	78,434	14,456,192
General 2 G-2	2,545,268	144,240		0	8,605	2,894,913	27,894,381	1,520,182	0	0	60,318	29,474,879
Industrial 1 I-1	1,879,957	523,733	125,103	4,444	13,667	2,546,904	21,063,564	7,078,418	1,625,724	68,068	180,798	30,016,572
Industrial 2 I-2	7,427,083	480,747			8,434	7,916,264	85,568,656	5,733,756	0	0	59,268	91,361,680
Industrial 3 I-3	2,890,700					2,890,700	29,675,200	0	0	0	0	29,675,200
Alumbrado Público	1,977,444	246,697	58,170	16,000	17,190	2,316,501	22,363,988	2,648,386	578,839	172,132	179,578	25,940,723
Reventa		427,001				427,001		5,455,128				5,455,128
Total Ventas	30,857,322	3,269,857	685,868	121,240	142,238	35,076,523	355,008,150	40,262,636	8,324,845	1,331,746	1,589,945	406,518,322
5.- Consumo en Instalaciones propias	143,800	632	8,311	423	171	181,337	1,840,383	10,358	88,378	1,889	8,988	1,848,443
Total Distribución	31,001,122	3,270,489	692,177	121,663	142,409	35,227,860	356,848,513	40,272,995	8,410,221	1,333,705	1,592,331	408,458,765
6.- Pérdidas de Transm. -Distribución	3,574,601	478,427	168,956	15,174	21,492	4,258,650	31,984,422	6,448,336	1,552,717	139,596	(12,158)	40,112,915
Pérdidas %	10.31%	13.71%	19.73%	11.09%	13.11%	10.76%	8.23%	13.09%	15.58%	8.81%	-0.77%	9.13%
7.- Máx.Demanda Coincidente kW			2,239			94,990						95,849
8.- Máx.Demanda kW	84,031	9,675	2,411	476	428		84,031	12,371	2,489	510	516	
9.- Máx.Demanda Generada kW												0
10.- Factor de Carga del Sistema %	55.30%	52.08%	48.01%	38.64%	51.71%	55.97%	52.68%	43.00%	45.57%	32.89%	34.88%	53.28%
11.- Factor de Potencia %	91.25%	97.80%	100.00%	96.20%	99.45%	92.40%						

POTENCIA POR ARTEFACTOS DE MAYOR USO CATEGORIA RESIDENCIAL

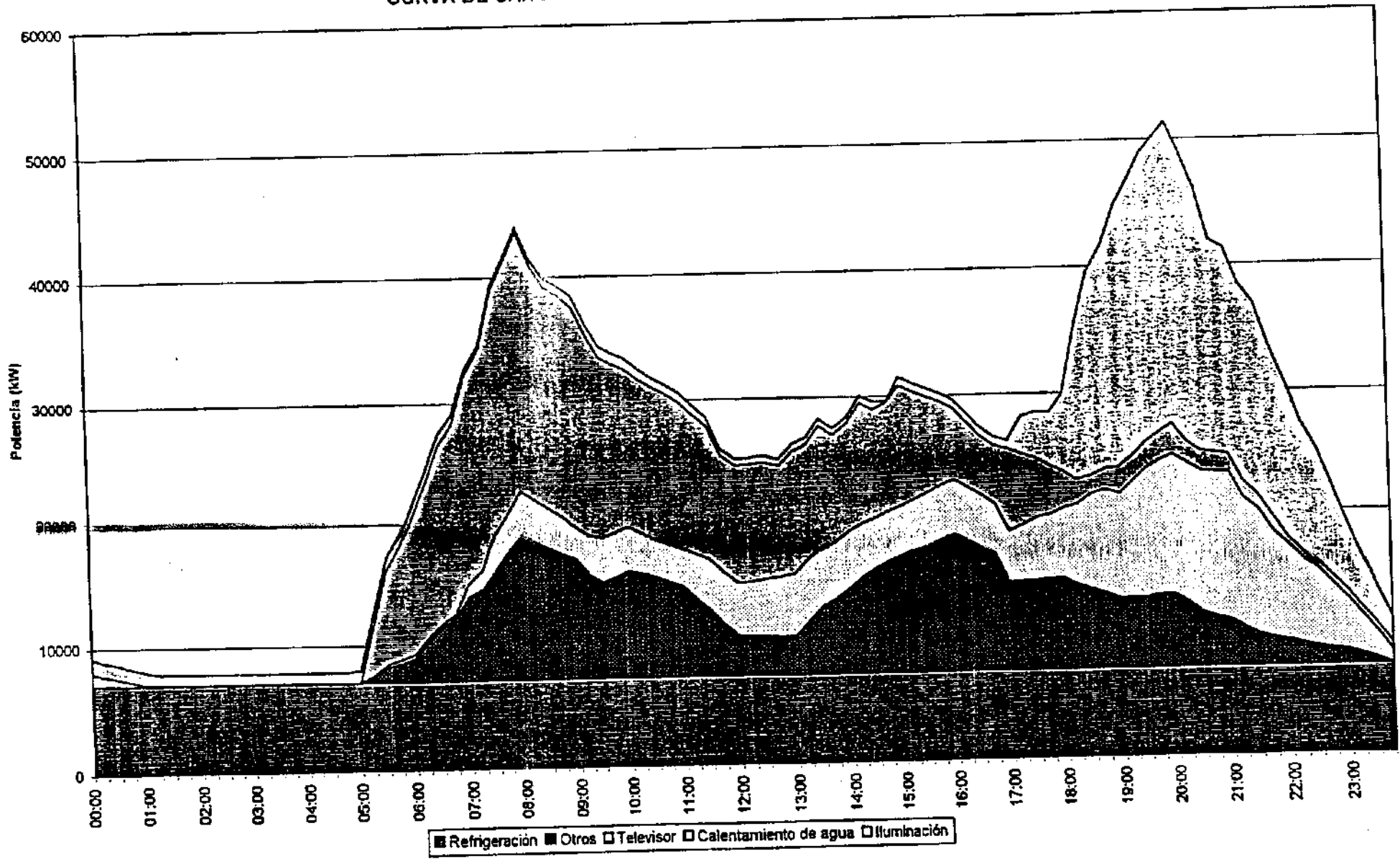


FUENTE: CERES-ENDE, abril 1990

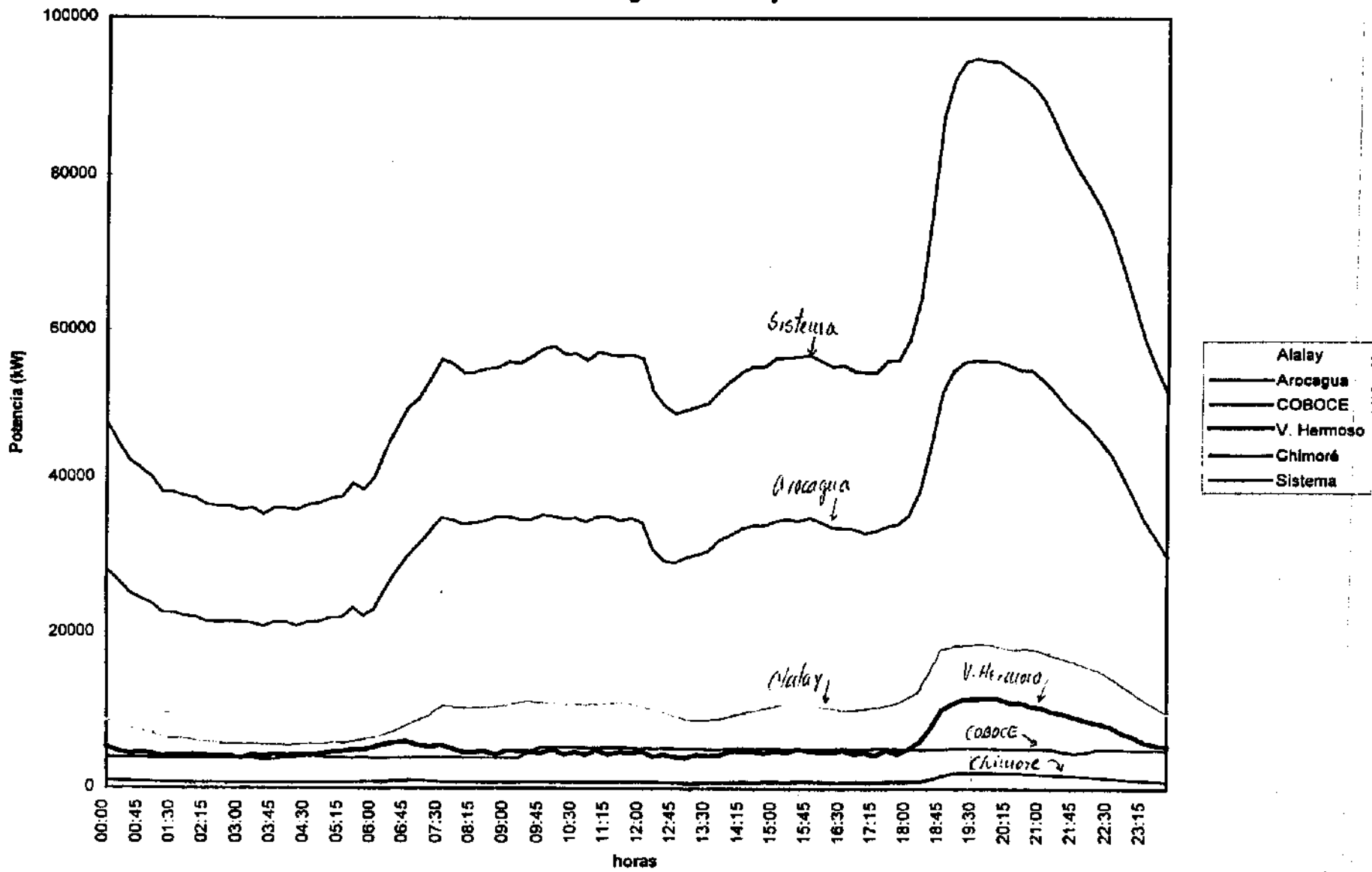
POTENCIA TOTAL CATEGORIA RESIDENCIAL



CURVA DE CARGA - SECTOR RESIDENCIAL DE COCHABAMBA



Curva de Carga de ELFEC - Julio 1996



Апехо D

Consideraciones										
Consumo de Refrigerador: se consideró los valores de Ecuador porque los calculados para Bolivia no fueron medidos y comparativamente son similares										
Consumo de Chuveiro Eléctrico: se consideró los valores de Ecuador porque los calculados para Bolivia son similares por cálculo, pero la incerteza es que no fueron medidos										
Consumo por iluminación de 100 W: considera la potencia de (2, 3) focos, con uso de 4 horas día en 30 días										
Consumo por iluminación de 75 W: considera la potencia de (3,5,6) focos, con uso de 4 horas día en 30 días										
Ano Base	1998									
Estrato	1 - 30 kWh/mes					Estrato	31 - 80 kWh/mes			
Número Consumidores	12,367					Número Consumidores	23,914			
Habitantes por familia	4.5					Número de habitantes	107,813			
Número de habitantes	55,652									
Uso Final	Ocurrencia	Numero de	Consumo	Energía		Uso Final	Ocurrencia	Numero de	Consumo	
	%	Conexiones	Específico	Total			%	Conexiones	Específico	
			kWh/mes	MWh/ano					kWh/mes	
Refrigeracao	50.95	8,301	61.61	468		Refrigeracao	81.55	19,502	68.39	1,600
Chuveiro Eletrico	32.61	4,033	12.97	63		Chuveiro Eletrico	40.78	9,751	29.11	341
Iluminacao Incan. 100 W	175.00	21,842	24.00	1,247		Iluminacao Incan. 100 W	254.22	60,793	36.00	6,568
Iluminacao Incan. 75 W	265.00	35,248	27.00	2,284		Iluminacao Incan. 75 W	307.23	73,470	27.00	5,951
Total				4,059		Total				14,458
Fator de simultaneidade	0.2					Fator de simultaneidade	0.3			
Estrato	81 - 120 kWh/mes					Estrato	121 - 200 kWh/mes			
Número Consumidores	19,129					Número Consumidores	23,479			
Número de habitantes	88,081					Número de habitantes	105,858			
Uso Final	Ocurrencia	Numero de	Consumo	Energía		Uso Final	Ocurrencia	Numero de	Consumo	
	%	Conexiones	Específico	Total			%	Conexiones	Específico	
			kWh/mes	MWh/ano					kWh/mes	
Refrigeracao	93.95	17,971	68.39	4,425		Refrigeracao	96.03	22,548	68.39	18,605
Chuveiro Eletrico	90.59	17,329	29.11	1,211		Chuveiro Eletrico	94.09	22,091	29.11	3,087
Iluminacao Incan. 100 W	243.02	46,498	24.00	4,017		Iluminacao Incan. 100 W	291.81	68,514	36.00	11,839
Iluminacao Incan. 75 W	472.10	90,308	45.00	14,630		Iluminacao Incan. 75 W	490.54	115,175	45.00	24,878
Total				24,282		Total				58,308
Fator de simultaneidade	0.3					Fator de simultaneidade	0.40			
Estrato	mayor a 200					RESUMOS DOS CONSUMOS				
Número Consumidores	18,817					ESTRATO	Consumo	Iluminación	108,084	
Número de habitantes	84,677					kWh	MWh/ano	Refrigeración	41,429	
Uso Final	Ocurrencia	Numero de	Consumo	Energía		1 (0-30)	4,059	Calentamien.	10,541	
	%	Conexiones	Específico	Total		2 (31-80)	14,458	Total	158,054	
			kWh/mes	MWh/ano		3 (81-120)	24,282	No Habit.	438,677	
Refrigeracao	99.99	18,818	80.88	18,433		4 (121-200)	58,308			
Chuveiro Eletrico	97.14	18,278	70.07	5,840		5 (+200)	56,947			
Iluminacao Incan. 100 W	393.14	73,978	24.00	8,096		TOTAL	158,054			
Iluminacao Incan. 75 W	573.59	107,933	54.00	26,577						
Total				56,947						
Fator de simultaneidade	0.4									

PROJECAO DO CRECIMENTO DE POBLACAO POR ESTRATOS									
Taxas do crescimento				A Taxa de crescimento na provincia cercada donde se localiza a cidade de Cochabamba entre 1976 - 1992 e de 4,14 (INE-92)					
período		5 anos		A Taxa de crescimento para área urbana de Cochabamba entre 1976 - 1992 es de 4,83					
1998 - 2001		0,043		A Taxa de crecimiento para 1996 - 2001 y 2001 - 2006 e a prevista por INE					
2001 - 2006		0,040							
Estrato		Habitantes	Habitantes	Habitantes					
kWh/mes		1996	2001	2006					
1 - 30		55,852	68,757	83,653					
31 - 80		107,613	132,854	161,759					
81 - 120		86,081	106,351	129,393					
121 - 200		105,656	130,536	158,817					
201 y más		84,677	104,617	127,282					
TOTAL		439,677	543,215	660,904					
Evolución de Consumidores		El tamaño de las familias en la ciudad de Cochabamba es de 4,5 (INE 1995) Indicadores Sociodemográficos y para el 2001 a 2006 se considera de 4 personas.							
Año base 1996					Año proyectado 2006				
Habitantes / familia		4,5 personas			Habitantes / familia			4 personas	
Estrato		Habitantes	Consumidores	Estrato		Habitantes	Consumidores		
kWh/mes		1996	1996	kWh/mes		2006	2006		
1 - 30		55,852	12,427	1 - 30		83,653	20,913		
31 - 80		107,613	23,914	31 - 80		161,759	40,440		
81 - 120		86,081	19,129	81 - 120		129,393	32,348		
121 - 200		105,656	23,479	121 - 200		158,817	39,704		
201 y más		84,677	18,817	201 y más		127,282	31,821		
TOTAL		439,677	87,706	TOTAL		660,904	165,226		

CENARIO									
EFICIENCIA CONGELADA - COCHABAMBA 2006					Se incrementa a penetracao de equipos (ocurrencia) em todos os usos e estratos				
Estrato 1 - 30 kWh/mes					Estrato 31 - 60 kWh/mes				
Número Consumidores	20,913				Número Consumidores	40,440			
Número de habitantes	83653				Número de habitantes	161759			
Uso Final	Ocurrencia %	Numero de Conexoes	Consumo Especifico kWh/mes	Energía Total MWh/ano	Uso Final	Ocurrencia %	Numero de Conexoes	Consumo Especifico kWh/mes	Energía Total MWh/ano
Refrigeracao	53.95	11283	61.61	3337	Refrigeracao	85.55	34566	68.39	14196
Chuveiro Elétrico	39.61	8284	12.97	516	Chuveiro Elétrico	48.78	19727	29.11	3445
Iluminacao Incan. 100 W	177.00	37016	24.00	4264	Iluminacao Incan. 100 W	257.22	104019	36.00	22468
Iluminacao Incan. 75 W	287.00	60021	27.00	7779	Iluminacao Incan. 75 W	310.23	125456	27.00	20324
Total				15,895	Total				60,434
Factor de simultaneidad	0.4				Factor de simultaneidad	0.5			
Estrato 81 - 120 kWh/mes					Estrato 121 - 200 kWh/mes				
Número Consumidores	32,346				Número Consumidores	39,704			
Número de habitantes	129393				Número de habitantes	158617			
Uso Final	Ocurrencia %	Numero de Conexoes	Consumo Especifico kWh/mes	Energía Total MWh/ano	Uso Final	Ocurrencia %	Numero de Conexoes	Consumo Especifico kWh/mes	Energía Total MWh/ano
Refrigeracao	95.95	31036	68.39	15263	Refrigeracao	98.03	38922	68.39	18166
Chuveiro Elétrico	102.59	33186	29.11	6956	Chuveiro Elétrico	112.09	44504	29.11	9328
Iluminacao Incan. 100 W	244.02	78936	24.00	13840	Iluminacao Incan. 100 W	292.81	116258	36.00	30134
Iluminacao Incan. 75 W	473.10	153039	45.00	49585	Iluminacao Incan. 75 W	491.54	195162	45.00	63233
Total				85,464	Total				121,660
Factor de simultaneidad	0.6				Factor de simultaneidad	0.60			
Estrato mayor a 200					RESUMO DO CONSUMOS				
Número Consumidores	31,821								
Número de habitantes	127282								
Uso Final	Ocurrencia %	Numero de Conexoes	Consumo Especifico kWh/mes	Energía Total MWh/ano	ESTRATO kWh	Consumo MWh/ano			
Refrigeracao	103.99	33090	90.98	25289	1 (0-30)	15,895	Iluminación	320063	
Chuveiro Elétrico	97.14	30910	70.07	18194	2 (31-60)	60,434	Refrigeración	77270	
Iluminacao Incan. 100 W	396.14	126054	24.00	25412	3 (81-120)	85,464	Calentamien.	38438	
Iluminacao Incan. 75 W	576.59	183474	54.00	83224	4 (121-200)	121,660	Total	435771	
Total				152,118	5 (+200)	152,118			
Factor de simultaneidad	0.7				TOTAL	435,771			

		Equipos cambiados a eficientes (cambios en %)																								
		refrigeración	10	todos los estratos																						
		calentamiento	20	todos los estratos																						
		iluminación	25	todos los estratos																						
		iluminación	25	todos los estratos																						
CENARIO																										
TENDENCIAL - COCHABAMBA 2008																										
Estrato 1 - 30 kWh/mes										Estrato 31 - 80 kWh/mes																
Número Consumidores		20,813																								
Número de habitantes		83653																								
Uso Final	Ocurrencia %	Número de Conexiones	Número de Conexiones con tec. Eficiente	Número de Conexiones con tec. Conv.	Consumo Especifico		Energía		Uso Final	Ocurrencia %	Número de Conexiones	Número de Conexiones con tec. Eficiente	Número de Conexiones con tec. Conv.	Consumo Especifico		Energía		Uso Final	Ocurrencia %	Número de Conexiones	Número de Conexiones con tec. Eficiente	Número de Conexiones con tec. Conv.	Consumo Especifico		Energía	
					Tec. Eficien.	Tec. Conv.	Total	MWh/año						Tec. Eficien.	Tec. Conv.	Total	MWh/año						Tec. Eficien.	Tec. Conv.	Total	MWh/año
Refrigeración	53.95	11,283	1,128	10,154	38.97	81.81	3,203		Refrigeración	85.56	3,458	3,460	31,137	41.03	68.39	13,528		Chuveiro Eléctrico	48.78	18727	3,945	19,781	0.00	28.11	2,758	
Chuveiro Eléctrico	38.81	8,284	1,657	6,627	0.00	12.97	413		Iluminación Incan. 100 W	257.22	104019	28,005	78,015	7.20	38.00	17,975		Iluminación Incan. 100 W	257.22	104019	28,005	78,015	7.20	38.00	17,975	
Iluminación Incan. 100 W	177.00	37,018	9,254	27,762	4.80	24.00	3,411		Iluminación Incan. 75 W	310.23	125458	31,384	94,092	5.40	27.00	6,223		Total								60,618
Iluminación Incan. 75 W	287.00	60,021	15,005	45,016	5.40	27.00	6,223		Factor de simultaneidad									Factor de simultaneidad								
Total							13,250																			
Factor de simultaneidad	0.4																									
Estrato 81 - 120 kWh/mes										Estrato 121 - 200 kWh/mes																
Número Consumidores		32,348																								
Número de habitantes		128393																								
Uso Final	Ocurrencia %	Número de Conexiones	Número de Conexiones con tec. Eficiente	Número de Conexiones con tec. Conv.	Consumo Especifico		Energía		Uso Final	Ocurrencia %	Número de Conexiones	Número de Conexiones con tec. Eficiente	Número de Conexiones con tec. Conv.	Consumo Especifico		Energía		Uso Final	Ocurrencia %	Número de Conexiones	Número de Conexiones con tec. Eficiente	Número de Conexiones con tec. Conv.	Consumo Especifico		Energía	
					Tec. Eficien.	Tec. Conv.	Total	MWh/año						Tec. Eficien.	Tec. Conv.	Total	MWh/año						Tec. Eficien.	Tec. Conv.	Total	MWh/año
Refrigeración	95.95	31058	3,104	27,954	41.68	88.29	12,227		Refrigeración	88.03	38822	3,892	38,090	41.03	68.38	18,332		Chuveiro Eléctrico	102.58	33188	8,637	28,549	0.00	22.11	4,827	
Chuveiro Eléctrico	102.58	33188	8,637	28,549	0.00	22.11	4,827		Chuveiro Eléctrico	112.09	44504	8,801	38,924	0.00	28.11	8,218		Iluminación Incan. 100 W	244.02	78936	19,734	59,202	4.80	24.00	9,093	
Iluminación Incan. 100 W	244.02	78936	19,734	59,202	4.80	24.00	9,093		Iluminación Incan. 100 W	292.81	118258	29,084	87,193	7.20	38	20,888		Iluminación Incan. 75 W	473.10	153039	38,280	114,779	9.00	45.00	30,058	
Iluminación Incan. 75 W	473.10	153039	38,280	114,779	9.00	45.00	30,058		Iluminación Incan. 75 W	491.54	195182	48,781	148,372	9.00	45	42,155		Total								63,786
Total							68,814		Total										Factor de simultaneidad							
Factor de simultaneidad	0.5																									
Estrato mayor a 200										RESUMEN DE LOS CONSUMOS																
Número Consumidores		31,821																								
Número de habitantes		127282																								
Uso Final	Ocurrencia %	Número de Conexiones	Número de Conexiones con tec. Eficiente	Número de Conexiones con tec. Conv.	Consumo Especifico		Energía		ESTRATOS	Consumo																
					Tec. Eficien.	Tec. Conv.	Total	MWh/año	kWh	MWh/año																
Refrigeración	103.89	33090	3,309	29,781	54.55	90.98	17,341		1 (0-30)	13,280	Iluminación	210,340														
Chuveiro Eléctrico	97.14	30910	6,182	24,728	0.00	70.97	10,396		2 (31-80)	60,818	Refrige.	61,731														
Iluminación Incan. 100 W	366.14	128054	31,513	94,540	4.80	24.00	14,521		3 (81-120)	68,814	Calenta.	24,421														
Iluminación Incan. 75 W	678.59	183474	45,869	137,608	10.80	54.00	47,558		4 (121-200)	63,786	Total	298,482														
Total							88,818		5 (>200)	83,815																
Factor de simultaneidad	0.5																									
										TOTAL																
										298,482																

RESUMO				
CONSUMO TOTAL DE ENERGIA (MWh/año) POR CENARIO				
BASE	158,054			
CONGELADO	435,771			
EFICIENTE	92,270			
TENDENCIAL	296,492			
CONSUMO TOTAL DE ENERGIA (MWh/año) POR ESTRATO				
	BASE	CONGELADO	EFICIENTE	TENDENCIAL
0-30	4,059	15,895	5513	13,250
31-80	14,458	60,434	17076	50,618
81-120	24,282	85,464	18179	59,014
121-200	58,308	121,860	25144	83,795
SUP 200	56,947	152,118	26357	89,815
TOTAL	158,054	435,771	92,270	296,492

Figuras de Mérito Económico

Iluminación

Lámpara incandescente de 100 W e lámpara compacta fluorescente de 20 W

Incandescentes x Compactas Fluorescentes

	Lámpara Incandescente	Lámpara Compact. Fluorescente
Eficacia (lm/W)	10.83	54.17
Servicio deseado (lm)	650.00	650.00
Potencia (W)	100.00	20.00
Vida (horas)	1,000.00	10,000.00
Precio lámpara US\$	0.50	13.00
Precio del Reactor US\$	0.00	0.00
Total	0.50	13.00

Observación: Se asume 10 años de vida para el reactor y las pérdidas en el reactor ya incluidas en la eficacia de la lámpara compacta fluorescente.

Premisas	
Uso (horas/día)	4
Tasa de descuento (%aa)	12%
Precio de electricidad (US\$/kWh)	0.07
Periodo de análisis (años)	10.00

Cantidades Calculadas	
Uso (h/año)	1,460.00
kWh/año economizados	116.80
Fact. de Rec. de Capital (FRC)	0.18

kWh utiliz.p/lamp. incan. p/año = 75 W/1000 x 1825 h = 146
 kWh utilizado p/lamp fluores = 11 W/1000 x 1825 h = 29.2
 \$us economizados año = 8.176

SIMPLE PAYBACK		Tiempo de retorno simple	
(años)	1.529	SP = I/G	SP - Simple Payback
(meses)	18.348		I - Inversión inicial
(días)	553.04		G - Ganancias anuales

LIFECYCLE COST	Incandescente	Compac. Fluores.
# fraccionario de lamparas	14.60	1.46
# lamp para calc FRCef	14	1
intervalo de tiempo	0.68	6.85
tasa efectiva de descuento	8.07%	117.33%
FRC (efectivo)	0.119	1.730
Valor residual (US\$)	0.20	7.02
Consumo energia (kWh/año)	146.00	29.20
Costo de elet. valor presente	57.75	11.55
LCC (US\$)	62.28	27.88
ALCC (US\$/año)	11.02	4.93
ALCCNE (US\$/año)	0.80	2.89

CSE=(ALCCNEfc-ALCCNEinc)/Ene.Econ. 0.03 (US\$/kWh)

Taxa Interna de Retorno (Asumiendo que los flujos de caja ocurren al final de cada periodo)

Año	Flujo de caja		Balance
	L	CF	
0	0.50	13.00	(12.50)
1	10.72	2.04	8.68
2	10.72	2.04	8.68
3	11.22	2.04	9.18
4	10.72	2.04	8.68
5	11.22	2.04	9.18
6	10.72	2.04	8.68
7	11.22	15.04	(3.82)
8	10.72	2.04	8.68
9	11.22	2.04	9.18
10	10.72	2.04	8.68

Calculado
IRR = 68.02%

Utilizaci: Vida de lamparas

Incandescer 250
Fluorescent 2500

Precio de Lamp Incan	Costo de Energía	No año	Días de cada año	Numero de Lamp Incan
0.50	10.22	0		1
		1	365	1
		2	730	1
		3	1095	2
		4	1460	1
		5	1825	2
		6	2190	1
		7	2555	2
		8	2920	1
		9	3285	2
		10	3650	1

15
14.6 lámparas

Precio de Lamp Fluore	Costo de Energía	No año	Días de cada año	Numero de Lamp Fluore
13.00	2.044	0		1
		1	365	
		2	730	
		3	1095	
		4	1460	
		5	1825	
		6	2190	
		7	2555	1
		8	2920	
		9	3285	
		10	3650	

2
1.46 lámparas

Lámpara incandescente de 75 W e lámpara compacta fluorescente de 11 W

Incandescentes x Compactas Fluorescentes

	Lámpara Incandescente	Lámpara Compact. Fluorescente
Eficacia (lm/W)	10.83	54.17
Servicio deseado (lm)	650.00	650.00
Potencia (W)	75.00	11.00
Vida (horas)	1000.00	10000.00
Precio lámpara US\$	0.50	13.00
Precio del Reactor US\$	0.00	0.00
Total	0.50	13.00

Observación: Se asume 10 años de vida para el reactor y las pérdidas en el reactor ya incluidas en la eficacia de la lámpara compacta fluorescente.

Premisas	
Uso (horas/día)	4
Tasa de descuento (%aa)	12%
Precio de electricidad (US\$/kWh)	0.07
Período de análisis (años)	10.00

Cantidades Calculadas	
Uso (h/año)	1,460.00
kWh/año economizados	93.44
Fact. de Rec. de Capital (FRC)	0.18

kWh utiliz. p/lamp. incan. p/año = 75 W/1000 x 1825 h = 109.5
 kWh utilizado p/lamp fluores = 11 W/1000 x 1825 h = 16.06
 \$us economizados año = 6.5408

SIMPLE PAYBACK	
(años)	1.911
(meses)	22.933
(días)	697.54

SP = IG Tiempo de retorno simple
 SP - Simple Payback
 I - Inversión inicial
 G - Ganancias anuales

LIFECYCLE COST	Incandescente	Compac. Fluores.
# fraccionamiento de lámparas	14.80	1.46
# lamp para calc FRCef	14	1
Intervalo de tiempo	0.88	6.85
tasa efectiva de descuento	8.07%	117.33%
FRC (efectivo)	0.118	1.730
valor residual (US\$)	0.20	7.02
Consumo energía (kWh/año)	109.50	16.03
Costo de elet. valor presente	43.31	6.35
LCC (US\$)	47.85	22.68
ALCC (US\$/año)	8.47	4.01
ALCCNE (US\$/año)	0.80	2.89

CSE=(ALCCNEfc-ALCCNEinc)/Ene.Econ.	0.03	(US\$/kWh)
------------------------------------	------	------------

TASA INTERNA DE RETORNO (Asumiendo que los flujos de caja ocurren al final de cada periodo)

Año	Flujo de caja		Balance	Precio de Lamp Incan	Costo de Energía	No año	Días de cada año	Numero de Lamp Incan
	I	CF						
0	0.50	13.00	(12.50)			0		1
1	8.17	1.12	7.04	0.50	7.665	1	365	1
2	8.17	1.12	7.04			2	730	1
3	8.67	1.12	7.54			3	1095	2
4	8.17	1.12	7.04			4	1460	1
5	8.67	1.12	7.54			5	1825	2
6	8.17	1.12	7.04			6	2190	1
7	8.67	14.12	(5.46)			7	2555	2
8	8.17	1.12	7.04			8	2920	1
9	8.67	1.12	7.54			9	3285	2
10	8.17	1.12	7.04			10	3650	1

Calculado
IRR = 53.81%

15
14.6 lámparas

Utilizaci: Vida de lamparas
Incandescer 250
Fluorescenti 2500

Precio de Lamp Fluore	Costo de Energía	No año	Días de cada año	Numero de Lamp Fluore
		0		1
13.00	1.1242	1	365	
		2	730	
		3	1095	
		4	1460	
		5	1825	
		6	2190	
		7	2555	1
		8	2920	
		9	3285	
		10	3650	

2
1.46 lámparas

Refrigeración

COCHABAMBA			FRC(d,n)= 0.2077	
ANALISIS ECONOMICO PARA REFRIGERACION				
Refrigerador de 10 pies				
	Convencional	Eficiente	25 años	FRC
Costo (US\$)	420	525	0.01 Tasa	0.04541
Consumo (kWh/año)	700	324	0.02	0.05122
vida útil (años)	25	25	0.03	0.05743
precio (US\$/kWh)	0.06	0.06	0.04	0.06401
Figuras de Mérito Económico			0.05	0.07095
Simple Payback	4.81 años		0.07	0.08581
TIR	20%		0.08	0.09368
CEC	0.066 US\$/kWh		0.1	0.11017
FRC(12%,25)	0.202		0.12	0.1275
0.2			0.13	0.13643
25			0.14	0.1455
LCC	738	672	0.15	0.1547
FRC (0,12, 25)	0.12749997	0.12749997	0.16	0.16401
ALLC	94	86	0.17	0.17342
			0.18	0.18292
			0.19	0.19249
			0.2	0.20212
			0.21	0.2118
			0.27	0.27089
			0.28	0.28059
			0.29	0.2905
			0.2912	0.2917
			0.38	0.3801

Refrigerador de 12 pies			FRC(d,n)= 0.1754	
	Convencional	Eficiente	25 años	FRC
Costo (US\$)	500	625	0.01 Tasa	0.04541
Consumo (kWh/año)	750	372	0.02	0.05122
vida útil (años)	25	25	0.03	0.05743
precio (US\$/kWh)	0.06	0.06	0.04	0.06401
Figuras de Mérito Económico			0.05	0.07095
Simple Payback	5.70 años		0.07	0.08581
TIR	17%		0.08	0.09368
CEC	0.058 US\$/kWh		0.1	0.11017
FRC (12%, 25)	0.175		0.12	0.1275
LCC	841	794	0.13	0.13643
FRC (0,12, 25)	0.12749997	0.12749997	0.14	0.1455
ALLC	107	101	0.15	0.1547
			0.16	0.16401
			0.17	0.17342
			0.18	0.18292
			0.19	0.19249
			0.2	0.20212
			0.21	0.2118
			0.27	0.27089
			0.28	0.28059
			0.29	0.2905
			0.2912	0.2917
			0.38	0.3801

Ejemplo de Economía de dinero y energía

Flujo de dinero con lámpara incandescente

Por Energía (US\$)
 Por Potencia (US\$)
 Total (US\$)
 Diferencia (US\$)



Observación: La empresa distribuidora tiene una pérdida de (0,31 US\$) por cada lámpara que esta encendida un promedio de cuatro horas

Flujo de dinero con lámpara compacta fluorescente

Por Energía (US\$)
 Por Potencia (US\$)
 Total (US\$)
 Diferencia (US\$)



Observaciones:

- 1) El consumidor residencial, disminuye su factura por energía eléctrica en 0,58 US\$/mes por cada lámpara incandescente de 100 W que esta encendido un promedio de 4 horas diarias en un mes
- 2) La empresa distribuidora tiene una pérdida de (0,06 US\$/mes) por cada lámpara que esta encendida 4 hr/día.

Datos Básicos:

Costo de Energía Eléctrica para Residencial	0.06 US\$/kWh
Costo de Energía Eléctrica a Distribuidora ELFEC	0.019 US\$/kWh
Costo de Potencia Eléctrica a Distribuidora ELFEC	8 US\$/kW/mes
Potencia de lámpara incandescente	0.1 kW
Potencia de lámpara compacta	0.02 kW
Horas de uso	4 horas
Días de uso (mes)	30 días