

TESE

1088

A FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ

**AVALIAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DE
PROGRAMAS DE GERENCIAMENTO
PELO LADO DA DEMANDA**

Alvaro Afonso Furtado Leite

ITAJUBÁ » MG

2000



ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO



**AVALIAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE
GERENCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA**

Autor: Álvaro Afonso Furtado Leite

Orientador: Jamil Haddad

Co-orientador: André Ramon Silva Martins

Dissertação apresentada à Escola Federal de Engenharia de Itajubá para obtenção de título de Mestre em Engenharia da Energia.



Ministério da Educação e do Desporto
ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ
Reconhecida Lei 3232 - 05/01/1917

A N E X O II

FOLHA DE JULGAMENTO DA BANCA EXAMINADORA

Título da Dissertação: "Avaliação de Implantação de Programas de Gerenciamento pelo Lado da Demanda".

Autor: Alvaro Afonso Furtado Leite

JULGAMENTO

Examinadores	Conceito	Rubrica
1º	A	
2º	A	
3º	A	

Resultado Médio: Conceito A, ou seja, Aprovado

Obsevações _____

Itajubá, 20 de dezembro 2000

Prof. Idemar Cassana Decker
1º Examinador - UFSC

Prof. Augusto Nelson Carvalho Viana - EFEI
2º Examinador - EFEI

Prof. Jamil Haddad
3º Examinador - EFEI (Orientador)

DEDICATÓRIA

Agradeço a minha querida esposa Cássia e aos meus filhos Leonardo e Lucas por estarem comigo aqui, por sua paciência, por sua compreensão pelo tempo de ausência e por estarem aqui por mim sempre nos momentos difíceis.

Agradeço aos meus pais José e Maria, pela educação que me deram, por apoio e por serem o que sou.

Agradeço ao Prof. José pela amizade, orientação, apoio e por ter acreditado em meu trabalho.

Agradeço aos meus amigos e colaboradores do IEF, Fábio e Renato, por grande colaboração e apoio e reconhecimento.

Agradeço a todos os alunos do IEF, que me apoiaram na realização deste trabalho.

Agradeço ao corpo docente e administrativo do IEF por apoio e suporte.

Agradeço aos amigos do Tinguete de Fim de Ano. Dedico este trabalho a minha filha Daniela, que tão pouco ficou e tanto ensinou.

Agradeço à todos pessoas da equipe de trabalho do IEF, que me apoiaram e me ajudaram na realização deste trabalho.

Agradeço ao meu amigo e colega Dani, pela ajuda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha querida esposa Cláudia e aos meus filhos Leandro e Juliana, por serem quem são, por sua paciência, por sua compreensão pelas horas de ausência e principalmente, por me apoiarem nas horas mais difíceis.

Agradeço aos meus pais José Afonso e Isis, pela educação que me deram, pelo apoio e por serem o quem são.

Agradeço ao Prof. Jamil, pela amizade, oportunidade, apoio e por ter acreditado em meu trabalho.

Agradeço aos meus amigos e companheiros do GEE, André e Roberto, pela amizade, companheirismo, apoio e oportunidade.

Agradeço a todos os bolsistas do GEE, que me apoiaram na realização deste trabalho.

Agradeço ao corpo docente e funcionários da EFEI pelo apoio e presteza.

Agradeço aos colegas do Programa de Engenharia da Energia pela amizade e companheirismo.

Agradeço a todo pessoal da regional de distribuição da CEMIG de Itajubá, pelo apoio na realização deste trabalho.

Acima de tudo agradeço a Deus, pela vida.

RESUMO

Os projetos de Gerenciamento Pelo Lado da Demanda (GLD) visam, entre outros objetivos, o aumento da receita das empresas com a diminuição do consumo, frente a problemática enfrentada pela indústria elétrica com relação à escassez de recursos para investimentos em capacidade. O objetivo deste trabalho é abordar algumas metodologias para atingir esta meta e mostrar como este assunto vem sendo conduzido no Brasil.

Em seus capítulos iniciais, este trabalho apresenta as técnicas utilizadas em GLD, bem como os trabalhos que estão sendo realizados pelas empresas concessionárias de distribuição de energia elétrica.

Posteriormente é comentada a resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nº. 242/98 que obrigou as empresas distribuidoras de energia elétrica a investirem 1% da Receita Anual Líquida (ano base de 1997) em programas de eficiência energética e atividades de P&D. Este estudo se baseou no "Relatório Síntese dos Programas de Combate ao desperdício de Energia Elétrica Ciclo 1998/99" emitido pela ANEEL, onde são apresentados os resultados esperados para os programas implementados no ciclo 1998/1999.

Baseando-se nos estudos até aqui realizados, desenvolve-se uma análise para determinar qual seria o melhor programa de gerenciamento pelo lado da demanda a ser implementado em três diferentes grupos de consumidores, divididos por renda/consumo de energia elétrica, que neste trabalho está representado por Classe A, B e C.

Para a realização desta tarefa, os consumidores foram caracterizados por meio de medições realizados em diferentes bairros da cidade de Itajubá/MG, seguido por uma pesquisa de posse e hábito.

Após a caracterização dos consumidores, dois tipos distintos de programas foram comparados pela relação de seus custos e benefícios, nas três classes em questão.

Dos projetos escolhidos para a realização dos estudos, tem-se a substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas, e ao controle de demanda no horário de ponta.

Entre as conclusões deste trabalho, destaca-se a existência de programas que trazem melhores resultados, sob a ótica da concessionária, quando aplicados em classes de renda/consumo diferentes.

ABSTRACT

The projects of Demand Side Management (DSM) they seek, among other objectives, the increase of the revenue into the companies with the decrease of the consumption, front the problem faced by the electric industry in relationship to the shortage of resources for investments in capacity. The objective of this work is to approach some methodologies to reach this goal and to show as this subject has been led in Brazil.

In its initial chapters, this work presents the techniques used in DSM, as well as the works that are being accomplished by the utility of electric power distribution.

Later the resolution of the Electric Power National Agency (ANEEL) nº 242/98 is commented, that it forced the distributing companies of electric power invest its 1% of the Liquid Annual Revenue (year base of 1997) in programs of energy efficiency and activities of R&D. This study based on the " Report Synthesis of the Programs of Combat the Waste Electric Power in the Cycle 1998/99 " emitted by ANEEL, where the expected results are presented for the programs implemented in the cycle 1998/1999.

Basing here on the studies accomplished, it grows an analysis to determine which would be the best administration program on the side of the demand to be implemented in three different groups of consumers, divided by electric power income/consumption, that is represented by Class A, B and C in this work

For the accomplishment of this task the consumers were characterized through measurements accomplished in different neighborhoods of the town of Itajubá/MG, followed for an ownership and habit research.

After the consumers' characterization, two different types of programs were compared by the relationship of its costs and benefits, in the three classes in subject.

From the chosen projects for the accomplishment of the studies, the substitution of incandescent lamps by compact fluorescent ones, and to the demand control in the schedule of tip.

Among the conclusions of this work, it stands out the existence of programs that bring better results, under the point of view of the utility, when applied in classes of different income/consumption.

ÍNDICE

Dedicatória	I
Agradecimentos	II
Resumo	III
Abstract	IV
Índice	V
Lista de figuras	IX
Lista de tabelas	XII
Simbologia	XVI
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1.1 – Objetivo	1
1.2 – Justificativa	1
1.3 – Desenvolvimento do Trabalho	8
CAPÍTULO II - O GERENCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA	11
2.1 – INTRODUÇÃO	11
2.2 – Definições	13
2.3 – Ações do Lado da Demanda	14
2.4 – Seqüência de Implementação de um Processo de GLD	16
2.4.1 - Planejamento e Concepção	16
2.4.2 - Implementação e Acompanhamento do Programa	18
2.4.3 - Avaliação do GLD	18
• 2.5 - As Transformações do Setor Elétrico Brasileiro	19
2.6 - O GLD e o Planejamento Integrado de Recursos (PIR)	20
• 2.7 - O Esforço em Conservação de Energia no Brasil	21
• 2.7.1 – Incentivos Legais à Eficiência Energética no Brasil	23
• 2.7.2 – Incentivos Financeiros a Projetos de Combate ao	

• Desperdício de Energia	25
2.8 - O Planejamento do Setor elétrico Brasileiro	26
2.8.1 - Setor Residencial	28
2.8.2 - Setor Comercial e Público	29
2.8.3 - Setor Industrial	29
2.9 - A Política de GLD no Brasil	31
2.10 - A Política de GLD nos E.U. A.	32
• 2.11 - Barreiras e Críticas aos Programas de Otimização Energética	33
CAPÍTULO III - TECNOLOGIAS EMPREGADAS EM PROGRAMAS DE GLD	35
3.1 – Introdução	35
3.2 - Técnicas empregadas em programas de GLD	37
3.3 - Processo de Implantação de Programas de GLD	40
3.3.1 - Projeto Piloto	40
3.3.2 - Escolha do Horário de Gerenciamento	41
3.3.3 - Potencial de Modulação	42
3.4 - Usos Finais	46
3.4.1 - Limitador de Demanda	46
3.4.2 - Tarifa Amarela	50
3.4.3 - Aquecedor Solar de Baixo Custo	51
3.4.4 - Sistema NO-TOP	55
3.5 - Comparação Entre as Alternativas Apresentadas	57
CAPÍTULO IV - ANÁLISE DOS RESULTADOS ESPERADOS NA APLICAÇÃO DA RESOLUÇÃO N.º 242/98 PARA O BIÊNIO 1998/1999	59
4.1 – Introdução	59
4.2– As Empresas Envolvidas no Ciclo 1998/1999	62
4.3– Análise do Desempenho dos Programas	63
4.4 - Síntese dos Programas por Tipo de Projeto	66
4.4.1 – Iluminação Pública	66

4.4.2 – Residencial	69
4.4.3 – Modulação de Carga	72
4.4.4 – Eficientização Energética em Edificações	74
4.4.4.1 – Eficientização Energética em Indústrias	75
4.4.4.2 – Eficientização Energético em Prédios Públicos	76
4.4.4.3 – Eficientização Energética em Edificações Comércio e Serviços	77
4.4.5 – Perdas.	78
4.4.6 – Treinamento / Capacitação e Marketing	80
4.5 – Análise Geral dos Resultados	81
4.6 – Conclusões	83

CAPÍTULO V - ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE GLD EM DIFERENTES GRUPOS DE CONSUMIDORES

5.1 – Introdução	85
5.2 – Medição de Grandezas Elétricas	86
5.2.1 – Metodologia Adotada para o Tratamento dos Dados Medidos	87
5.2.2 – Tratamento Estatístico das Medições	89
5.2.2.1 - Consumidores da Classe C	90
5.2.2.2 - Consumidores da Classe B	93
5.2.2.3 - Consumidores da Classe A	96
5.3 – Pesquisa de Posse e Hábito	99
5.3.1 – Metodologia Empregada para a Realização da Pesquisa	100
5.3.2 – Resultado da Pesquisa	101
5.3.3 – Perfil do Consumo de Energia Elétrica	103
5.3.3.1 – Sistema de Iluminação	104
5.3.3.2 – Chuveiro Elétrico	107
5.3.3.3 – Uso da Televisão	109
5.3.3.4 – Ferro Elétrico de Passar Roupa	112
5.3.4 – Conclusão da Pesquisa	116

5.4 – Análise de Custo-Benefício	118
5.4.1 – Programas a Serem Analisados	119
5.4.2 – Metodologia Utilizada para Realização de Análise Econômica de Implantação de Projetos de GLD	119
5.4.3 – Análise Econômica por Projeto	123
5.4.3.1 – Retrofit de Lâmpadas Incandescentes por LFC	123
5.4.3.2 – Projeto de Gerenciamento de Carga	126
5.4.4 – Conclusões das Análises	130
CAPÍTULO VI - SUMÁRIO, CONCLUSÕES RECOMENDAÇÕES	132
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
Anexo A - Resolução ANEEL nº 242 de 1998	140
Anexo B - Valores médios de consumo e demanda e a potência ativa das três classes de renda/consumo estudada	144
Anexo C -Formulário utilizado na pesquisa de posse e hábito	148
Anexo D –Resumo do artigo “Como Consolidar Os Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica No Brasil?”	150

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Comportamento da Demanda Desagregada por Uso Final	3
Figura 1.2 – Comportamento do Mercado da CPFL de 1998	4
Figura 1.3 – Consumo Residencial Típico, Desagregado por Uso Final	5
Figura 1.4 – Demanda Residencial Típico, Desagregada por Uso Final	5
Figura 1.5 – Custo, em Bloco, da Demanda de Suprimento	6
Figura 2.1 – Ações do Lado da Demanda	15
Figura 3.1 – Demanda Diversificada por Consumidor Residencial da Light	43
Figura 3.2 – Demanda Máxima Diversificada por Consumidor Residencial da CEMIG	43
Figura 3.3 - Demanda Máxima Coincidente da Carga Variável.	44
Figura 3.4 – Demanda Diversificada do Chuveiro Elétrico	45
Figura 3.5 - Comparação das Curvas de Carga de Clientes Controlados e Não-Controlados	46
Figura 3.6 – Diagrama de Instalação/Ligação do Módulo Chaveador	47
Figura 3.7 – Módulo Transmissor de Sinal	48
Figura 3.8 – Módulo Receptor	48
Figura 3.9 – Módulo Chaveador em Dois Consumidores	49
Figura 3.10 – Sistema em Configuração Completo	49
Figura 3.11 – Esquema do Pré-Aquecedor Solar	54
Figura 3.12 – Efeito do Sistema NO-TOP na Curva de Carga do Sistema	55

Figura 3.13 – Esquema em Blocos do Sistema NO-TOP	56
Figura 4.1 – Investimento Total Por Segmento de Mercado	83
Figura 5.1 – Curva de Demanda para Classe C	93
Figura 5.2 – Curva de demanda para Classe B	96
Figura 5.3 – Curva de Demanda para Classe A	99
Figura 5.4 – Perfil do Consumo de Energia Elétrica (E. E.) com Iluminação para a Classe A	106
Figura 5.5 – Perfil do Consumo de E. E. com Iluminação para a Classe B	106
Figura 5.6 – Perfil do Consumo de E. E. com Iluminação para a Classe C	107
Figura 5.7 – Perfil do Consumo de E. E. com o Chuveiro Elétrico para a Classe A	108
Figura 5.8 – Perfil do Consumo de E.E. com o Chuveiro Elétrico para a Classe B	109
Figura 5.9 – Perfil do Consumo de E. E. com o Chuveiro Elétrico para a Classe C	109
Figura 5.10 – Perfil do Consumo de E.E. com a Televisão para a Classe A	111
Figura 5.11 – Perfil do Consumo de E.E. com a Televisão para a Classe B	111
Figura 5.12 – Perfil do Consumo de E.E. com a Televisão para a Classe C	112
Figura 5.13 – Perfil do Consumo de E. E. com o Ferro Elétrico para a Classe A	113
Figura 5.14 – Perfil do Consumo de E. E. com o Ferro Elétrico para a Classe B	114
Figura 5.15 – Perfil do Consumo de E. E. com o Ferro Elétrico para a Classe C.	114
Figura 5.16 – Percentual de Usuários do Chuveiro Elétrico no D.F.	115
Figura 5.17 – Percentual de Usuários da TV no D.F.	115

Figura 5.18 – Percentual de Usuários do Ferro Elétrico no D.F.	116
Figura 5.19 – Demanda Desagregada por Uso Final para a Classe A	117
Figura 5.20 – Demanda Desagregada por Uso Final para a Classe B	117
Figura 5.21 – Demanda Desagregada por Uso Final para a Classe C	117
Figura 5.22 – Demanda Máxima Diversificada por Consumidor Residencial	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Diferenças entre o crescimento do PIB, População e Consumo de Energia Elétrica	7
Tabela 2.1 - Estimativa Oficial de Consumo do Sistema Elétrico Brasileiro (TWh)	27
Tabela 2.2 – Estimativa de Consumo de Energia Elétrica por Setor da Economia	28
Tabela 3.1 – Número de Consumidores por Potência Diversificada	44
Tabela 3.2 – Economia com a Substituição do Chuveiro Elétrico por Outras Tecnologias de Aquecimento da Água	52
Tabela 3.3 – Comparação Entre as Alternativas	57
Tabela 4.1 – Empresas que Implementaram Programas no Ciclo 1998/1999	63
Tabela 4.2 – Resultados Esperados para o ciclo 1998/1999	64
Tabela 4.3 – Iluminação Pública	67
Tabela 4.4 – Iluminação Residencial	79
Tabela 4.5 – Projetos em Eletrodomésticos Eficientes	70
Tabela 4.6 – Ações em Condomínios	72
Tabela 4.7 – Controladores de Demanda	72
Tabela 4.8 – Tarifa Diferenciada	73
Tabela 4.9 – Projetos em Indústrias	75
Tabela 4.10 – Projetos em Prédios Públicos	76
Tabela 4.11 – Projetos em Prédios de Comércio e de Serviços	77

Tabela 4.12 – Projetos de Perdas	79
Tabela 4.13 – Resumo das Ações	82
Tabela 5.1 – Consumo e Demanda da classe C	90
Tabela 5.2 – Cálculos dos Valores Medidos da Classe C	91
Tabela 5.3 – Consumo e Demanda da Classe B	93
Tabela 5.4 – Cálculos dos Valores Medidos da Classe B	94
Tabela 5.5 – Consumo e Demanda da Classe A	96
Tabela 5.6 – Cálculos dos Valores Medidos da Classe A	97
Tabela 5.7 – Característica das Residências	101
Tabela 5.8 – Posse de bens Não Duráveis	102
Tabela 5.9 – Características Sociais	102
Tabela 5.10 – Renda Familiar	102
Tabela 5.11 – Consumo por Classe.	103
Tabela 5.12 – Sistema de Iluminação para Classe A	104
Tabela 5.13 – Sistema de Iluminação para Classe B	104
Tabela 5.14 – Sistema de Iluminação para Classe C	104
Tabela 5.15 – Período de Utilização de Iluminação para a Classe A	105
Tabela 5.16 – Período de Utilização de iluminação para a Classe B	105
Tabela 5.17 – Período de Utilização de Iluminação para a Classe C	105
Tabela 5.18 – Período de Utilização do Chuveiro Elétrico para a Classe A	107

Tabela 5.19 – Período de Utilização do Chuveiro Elétrico para a Classe B	107
Tabela 5.20 – Período de Utilização do Chuveiro Elétrico para a Classe C	108
Tabela 5.21 – Período de Utilização da Televisão para a Classe A	110
Tabela 5.22 – Período de Utilização da Televisão para a Classe C	110
Tabela 5.23 – Período de Utilização da Televisão para a Classe C	110
Tabela 5.24 – Período de Utilização do Ferro Elétrico para a Classe A	112
Tabela 5.25 – Período de Utilização do Ferro Elétrico para a Classe B	112
Tabela 5.26 – Período de Utilização do Ferro Elétrico para a Classe C	113
Tabela 5.27 – Fator de Carga de Iluminação por Classe	120
Tabela 5.28 – Tarifa CEMIG para o Setor Residencial	120
Tabela 5.29 – Valores Utilizados Para o Cálculo da Relação Custo Benefício (RCB)	121
Tabela 5.30 – Número Total de Lâmpadas Utilizadas por Classe	123
Tabela 5.31 – Valores Assumidos para as Variáveis	124
Tabela 5.32 – Benefício Total com a venda de Energia Disponibilizada	125
Tabela 5.33 – RCB do Projeto de Iluminação	125
Tabela 5.34 – Valores Utilizados Para o Cálculo da RCB	126
Tabela 5.35 – Desconto na Tarifa por Classe	127
Tabela 5.36 – Valores Adotados para as Variáveis	128
Tabela 5.37 – Receita Perdida e valor Anual do Projeto	129
Tabela 5.38 – Benefício Total com a Venda da Energia Disponibilizada	130

Tabela 5.39 – RCB do Projeto de Controle de Demanda	130
Tabela B.1 – Consumo Médio e Demanda da Classe A	145
Tabela B.2 – Consumo Médio e Demanda da Classe B	146
Tabela B.3 – Consumo Médio e Demanda da Classe C	147

- DM – Demanda média [kW]
- E – Escala da média aritmética
- EM – Energia Elétrica Média
- EMD – Relação entre Demanda
- CC – Custo de compra [R\$]
- CC – Custo variável [R\$]
- CD – Demanda Descontínua [kW]
- DD – Desconto atenuado [R\$]
- CP – Demanda média
- FC – Fator de carga
- FRC – Fator de recuperação de custo
- GLD – Generalização para todo os demand
- GLG – Generalização para todo os oferta
- I – Taxa de juros [%]
- IP – Injeção pública
- LFD – Limite representado ex. modo
- MD – Média
- MD – Número de dias [dias]
- n – Número de testes
- ND – Nome de distribuição
- PIG – Produto Interno Bruto
- PII – Planejamento Integrado de Recursos
- RD – Perda de rede
- RA – Receita Operacional anual
- RCC – Relação de custo

SIMBOLOGIA

Caracteres Latinos

CA – Custo anualizado [R\$]

DEM_{max} – Demanda máxima [kW]

\overline{DEM} – Demanda média [kW]

\bar{X} - Estimador da média amostral

BEN – Balanço Energético Nacional

C/B – Relação custo benefício

CC – Custo do produto [R\$]

CT – Custo total [R\$]

DD – Demanda disponibilizada [kW]

DO – Desconto oferecido [R\$]

DP – Desvio padrão

FC – Fator de carga

FRC – Fator de recuperação de capital

GLD – Gerenciamento pelo lado da demanda

GLO – Gerenciamento pelo lado da oferta

I – Taxa de juros [%]

IP – Iluminação pública

LFC – Lâmpada fluorescente compacta

MD – Média.

N – Número de dias [dias]

n – Vida útil.[meses]

ND – Norma de distribuição

PIB – Produto interno bruto

PIR – Planejamento integrado de recursos

PR – Perda da receita

RA – Receita operacional anual

RBC – Relação benefício custo

RCB – Relação custo benefício

RGR – Reserva global de reversão

S^2 – Estimador

T – Intervalo de confiança

TF - Custo da energia de fornecimento [R\$]

TU – Horas de utilização [horas]

Caracteres Gregos

μ - Média amostral.

ρ - Desvio padrão.

σ^2 - Variância.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 – Objetivo

Entre as várias questões relacionadas ao Setor Elétrico Brasileiro, que vêm sendo largamente debatida, principalmente na última década, e que inspiram a escolha temática deste trabalho, destaca-se a necessidade de maior eficiência no uso da energia elétrica.

A problemática enfrentada desde a última década para os concessionários de energia elétrica é suprir o país da totalidade de energia suficiente para sustentar o crescimento econômico e social, dentro de uma política de indefinições e escassez de recursos para investir na ampliação da capacidade instalada (geração, transmissão e distribuição).

O tema deste trabalho foi definido pela constatação de que a melhor utilização da energia elétrica poderá suprir a carência do setor com menores impactos ao meio ambiente.

Apesar do reconhecimento que as decisões sobre o assunto em estudo passam pelo paradoxo do aumento da receita com a diminuição do consumo, o que se procura neste trabalho é mostrar as maneiras de atingir este objetivo e como este assunto vem sendo conduzido no Brasil. O tema em questão pretende abordar os aspectos técnicos e financeiros que permeiam os processos decisórios da implementação destes projetos.

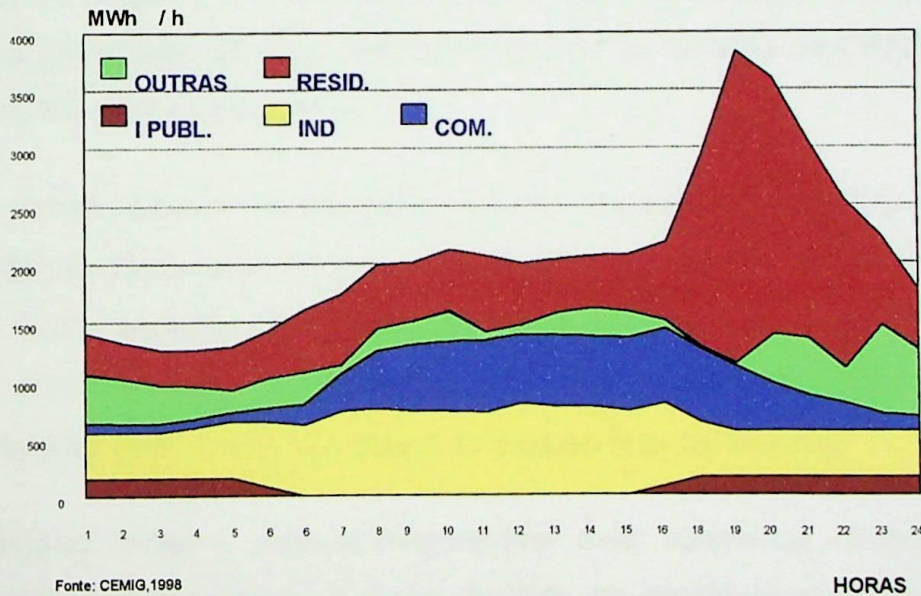
1.2 – Justificativa

A energia elétrica é um insumo fundamental para a qualidade de vida do ser humano moderno. A expansão de sua oferta cria condições favoráveis ao crescimento

No Brasil, a reestruturação do setor vive momentos nunca antes experimentados, onde diante da expectativa de uma política de competitividade trazida por este novo ambiente, baseada na eficiência dos meios produtivos, dando maior ênfase à conservação de energia.

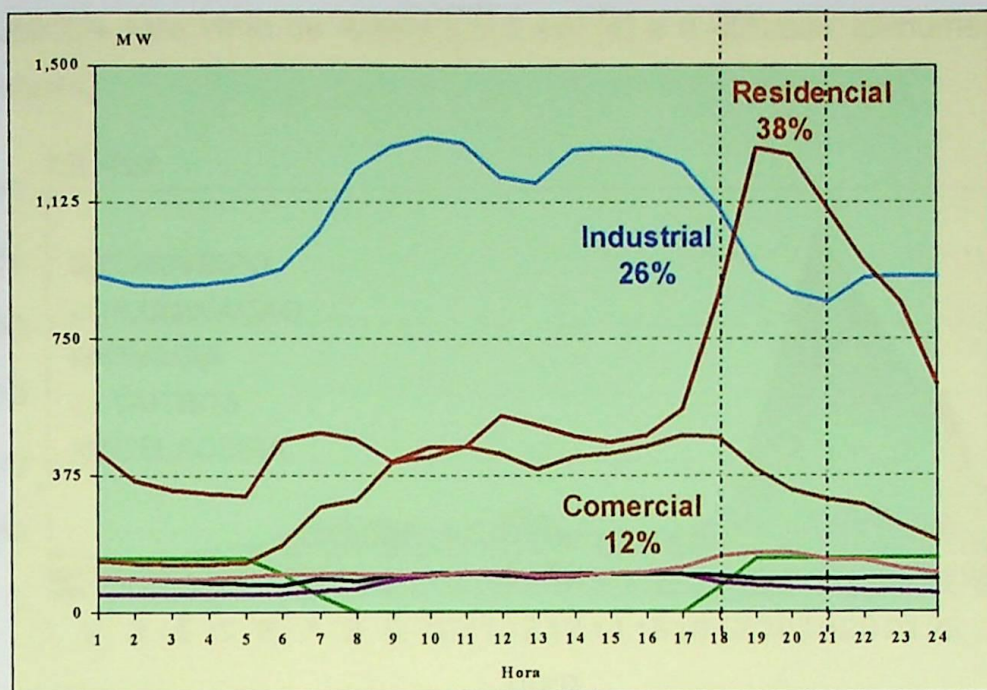
Um ponto importante a ser ressaltado está relacionado ao comportamento atual do consumo diário de energia elétrica na maioria das regiões do Brasil. Verifica-se, de modo geral, baixos fatores de carga, em alguns casos da ordem de 40%, sendo que existe uma forte concentração de consumo entre as 17:00 e 22:00 horas, principalmente nos dias úteis da semana.

Na Figura 1.1 pode-se verificar a carga de distribuição típica de baixa tensão desagregada por seguimento de mercado, a qual possibilita a visualização dos baixos valores de fator de carga. Onde o principal responsável pela ocorrência da demanda de pico dentro do horário de ponta é o setor residencial, que corresponde a 40% do consumo global [2].



Fonte: CEMIG, 1998

Figura 1.1 – Comportamento da Demanda, Desagregada por Segmento de Mercado.



Fonte: CPFL, 1998

Figura 1.2 – Comportamento do Mercado da CPFL de 1998

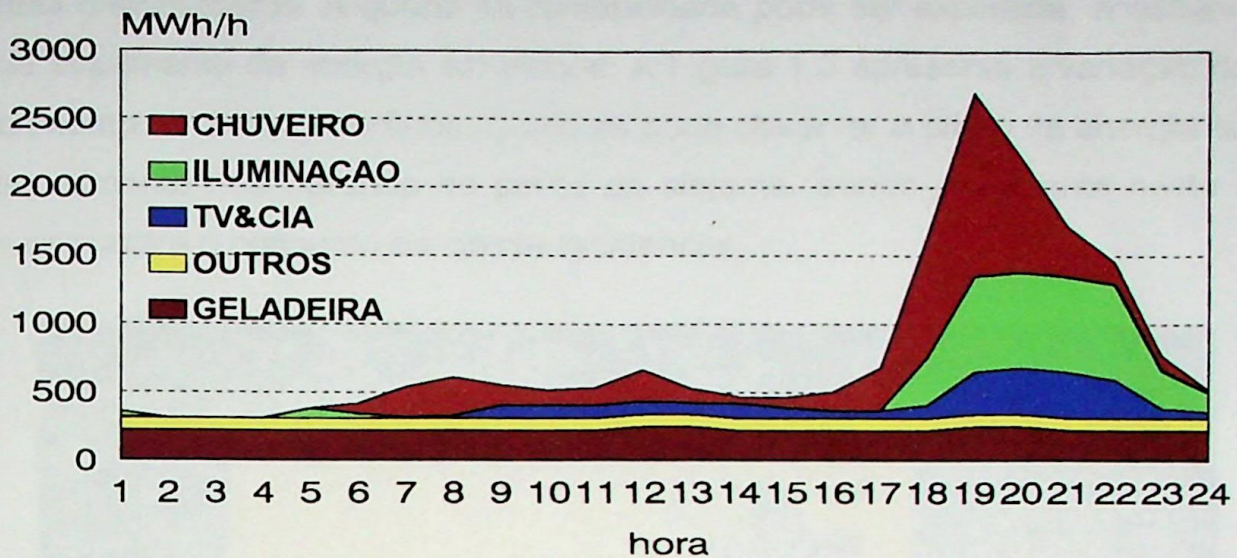
Pode-se ainda confirmar esta tendência, observando o gráfico da Figura 1.2, que apresenta a desagregação da curva de carga total do sistema da CPFL, por segmento de mercado. Na ponta do sistema.

Em certas regiões os investimentos em capacidade têm sido realizados para atender a demanda durante um curto período diário de tempo, muitas vezes menos de uma hora. Outro aspecto a ser mencionado diz respeito à sazonalidade que acentua, em certas áreas do país, o problema do baixo fator de carga, além do aumento do consumo natural, que ocorre em dias próximos ao final de semana.

Apontado como o grande responsável pela ocorrência destas distorções, o chuveiro elétrico, corresponde a cerca de 20% da demanda média diária registrada. Pode-se observar, analisando os gráficos das Figuras 1.3 e 1.4, que apresentam, respectivamente, o consumo e a demanda residencial típico desagregado por uso final, a influência, principalmente do chuveiro elétrico e da iluminação, neste aumento.

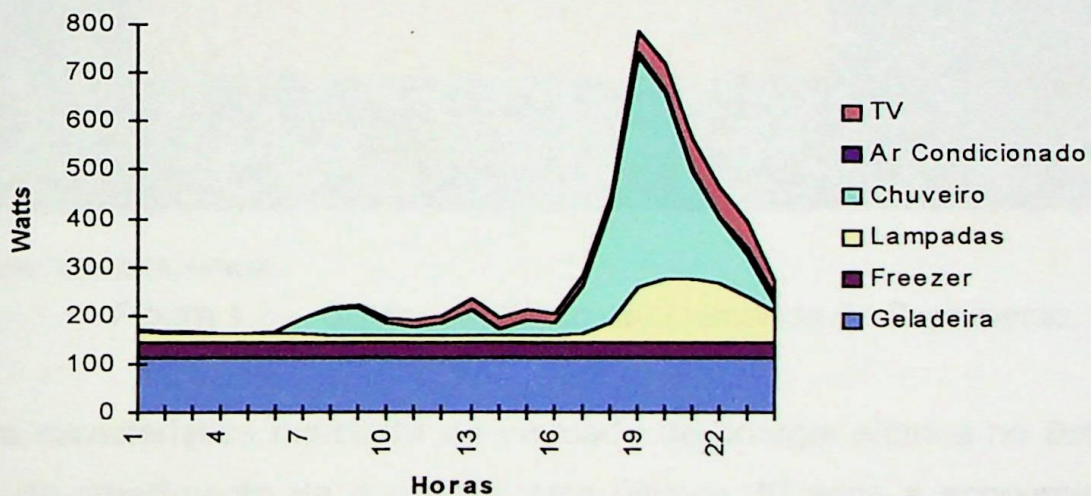
A grande utilização do chuveiro elétrico nas residências brasileiras para o aquecimento de água durante o banho, se deve principalmente ao seu baixo custo e

elevada potência, que varia de 4,4kW a 6,5 kW [4] e é utilizado, comumente, após a volta do trabalho



Fonte: CPFL, 1998

Figura 1.3 – Consumo Residencial Típico, Desagregado por Uso Final.

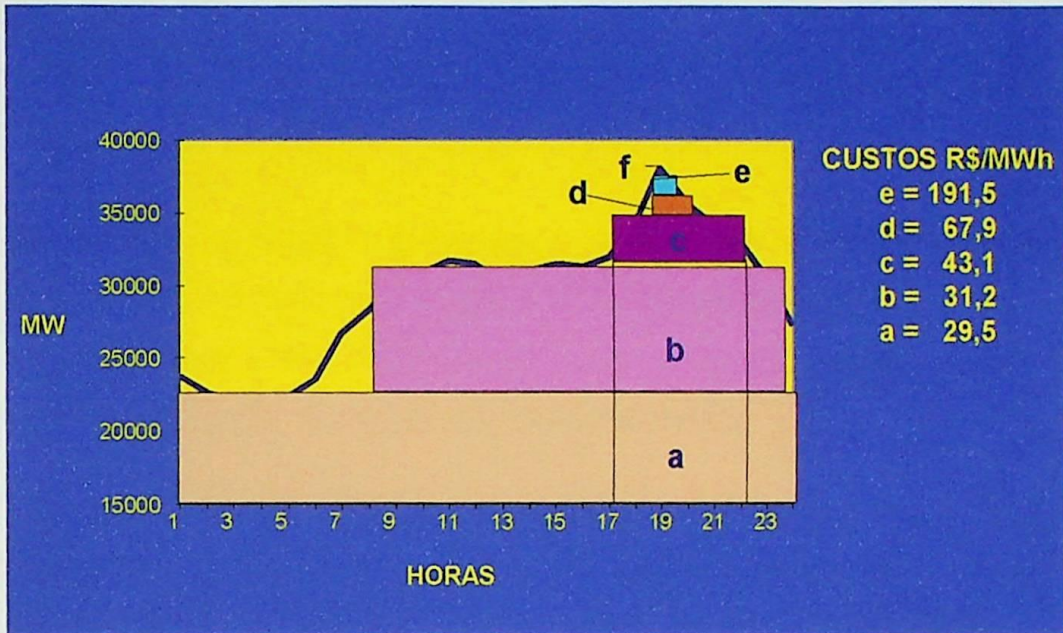


Fonte: CPFL, 1998

Figura 1.4 – Demanda Residencial Típico, Desagregada por Uso Final.

Diversas alternativas vêm sendo estudadas para tentar modificar essa situação que tem implicações não só conjunturais, de atendimento à demanda, mas também mais amplas, referentes à rentabilidade da comercialização de energia elétrica para o segmento residencial.

Os consumidores residenciais, apesar de pagarem a tarifa mais cara entre todas as classes de consumidores (industrial, rural, etc), provocam queda de rentabilidade às empresas distribuidoras. A queda da rentabilidade pode ser explicada, analisando-se o valor de suprimento de energia em blocos. A Figura 1.5 apresenta a variação do custo de suprimento em blocos horários. Como se pode observar o preço da energia aumenta substancialmente nos horários de ponta do sistema, sendo justamente neste horário que se concentra o consumo da classe residencial.



Fonte: ABRADÉE, 1998 [5].

Figura 1.5 – Custo, em Bloco, da Demanda de Suprimento.

Outra característica marcante do mercado de energia elétrica no Brasil são as altas taxas de crescimento da demanda. Nos últimos 30 anos a economia brasileira sofreu fortes transformações com reflexos no consumo de energia. Observa-se principalmente nos últimos anos, um aumento do consumo com taxas superiores às da economia. Na Tabela 1.1 verifica-se as fortes diferenças entre o crescimento populacional, econômico e de consumo de energia elétrica [6].

Tabela 1.1 – Diferenças entre o Crescimento do PIB, População e Consumo de Energia Elétrica

Diferenças entre o Crescimento do PIB, População e Consumo de Energia Elétrica											
	1970	70/80	1980	80/90	1990	90/94	1994	94/97	1997	1999	97/99
		% a.a.		% a.a.		% a.a.		% a.a.			%
Produto Interno Bruto US\$ bilhões de 1997	248	8,6	567	1,6	663	2,3	726	3,6	807	816	0,6
População Milhões de habitantes	93	2,5	119	1,9	143	1,9	154	1,5	160	165	1,5
Consumo de Energia Elétrica (TWh)	40	11,8	122	6,0	219	3,3	249	5,53	292	312	3.4

Fonte: Eletrobrás, 2000

Analisando a evolução do consumo de energia elétrica, relativamente à economia nacional, constata-se que existe uma progressiva mudança estrutural na dinâmica da evolução destes dois fatores, com a energia elétrica seguindo uma trajetória permanentemente superior à evolução econômica.

A relação entre o consumo de energia elétrica e o Produto Interno Bruto (BIP), tem oscilado nos últimos anos indicando alterações estruturais na economia. Provavelmente devido à utilização de tecnologias mais eficientes no uso final da eletricidade. Por outro lado, uma componente inercial da dinâmica de mercado de energia elétrica explica seu maior crescimento relativo, que pode ser associado a penetração constante da energia elétrica, em razão da modernização de diversos setores, do crescimento populacional e da extensão das redes elétricas.

GELLER & JANUZZI [7], expõem que:

“As relações entre o mercado de energia elétrica, o consumo global de energia, o crescimento econômico e a política industrial são complexas, em função do processo e do estágio de desenvolvimento econômico do Brasil. Obrigando o setor elétrico, a desenvolver tecnologias próprias de previsão de mercado”².

Diretamente associada à forma de consumo de energia elétrica está a estrutura tarifária utilizada no país como um todo. Existem diferenciações tarifárias no horário de

² Vários autores citam a dificuldade de se elaborar o planejamento do setor elétrico não só no Brasil, mas em geral todos os países em desenvolvimento.

ponta de carga do sistema elétrico, particularmente para os setores industriais e parte do comercial. O setor residencial por enquanto paga a mesma tarifa em qualquer hora do dia, não havendo estímulo a redução do consumo em horários específicos.

Ainda como uma característica do mercado de energia elétrica no Brasil deve ser mencionada a existência de parcela (significativa em certas regiões menos desenvolvidas) de consumidores residenciais subsidiados, além do fato de existir grande inadimplência de municípios para com as concessionárias de energia elétrica [5].

Atuar no perfil de consumo de energia elétrica para aquecimento de água residencial, refrigeração, equipamentos e iluminação, visando modular a curva de carga destes usos finais, do segmento residencial e comercial, implica em alteração de hábitos e costumes dos consumidores e/ou em substituição de equipamentos. Essa metodologia é conhecida por GLD - Gerenciamento pelo Lado da Demanda (do inglês "DSM – Demand Side Management").

O GLD é considerado um importante instrumento, pois através destes tipos de programas se consegue otimizar a curva de demanda, postergando-se investimentos, e viabilizando-se o atendimento a um maior número de consumidores com a mesma capacidade instalada. Como consequência atua-se na conservação dos recursos naturais, colaborando para o desenvolvimento sustentado.

1.3 – Desenvolvimento do Trabalho

Para o desenvolvimento deste trabalho, após este Capítulo I, introdutório, serão abordados no Capítulo II os conceitos básicos que norteiam a implementação de projetos de Gerenciamento pelo Lado da Demanda, seus princípios básicos, as ferramentas utilizadas em sua implementação e outros conceitos referentes ao assunto em questão.

Comenta-se no Capítulo II, as formas de financiamento e as iniciativas governamentais até então praticadas como forma de incentivo e as principais barreiras

e críticas a programas deste tipo e sua relação com o Planejamento Integrado de Recursos (PIR).

No Capítulo III, é dada ênfase às tecnologias empregadas na implantação de programas de GLD, analisando-se as ferramentas e metodologias empregadas, procurando com isso expor o processo completo de implantação de programas deste tipo.

No Capítulo IV é feita uma análise dos resultados esperados com a implantação dos programas gerados em função da resolução ANEEL nº 242 de 24/07/1998, e divulgados através do "*Relatório Síntese dos Programas de Combate a Desperdício de Energia Elétrica para o Ciclo 1998/1999*" [8], que apresenta um resumo de todos os programas a serem implementados.

A realização desta análise foi motivada pelo fato de que os resultados esperados apresentam, em ações de mesma natureza, grandes discrepâncias em seu resultado. Ao final deste estudo, pretende-se saber os motivos que levaram as empresas a apresentarem expectativas tão otimistas ou pessimistas em relação aos resultados de seus programas, já que todos os projetos apresentados, devem ser norteados pelo mesmo manual de elaboração.

O Capítulo V trata da realização de um estudo de caso, através de medições em consumidores típicos e de pesquisas de posse e hábito, tratados estatisticamente. Em seguida é feita uma simulação de implantação de projetos de GLD. Após esta fase será analisando comparativamente pelo método da relação Benefício/Custo (RBC), quando implementados em diferentes grupos de consumidores segregados pela renda/consumo de energia elétrica.

Uma das contribuições deste trabalho, é reunir as informações que vêm sendo desenvolvidas no sentido de gerenciar o consumo, analisando seus custos e benefícios. Pode tornar-se um material de consultas futuras, não permitindo que erros passados se repitam, e por outro lado, experiências bem sucedidas possam ser divulgadas e implementadas.

Finalmente, o Capítulo VI apresenta as principais conclusões e recomendações.



O INFERNCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA

1.1 - Introdução

O setor elétrico brasileiro possui características que são fruto de um desenvolvimento tecnológico diferenciado, a saber, a utilização de energia elétrica para a produção de energia elétrica do GLD - Gerenciamento por Lado de Demanda, que se trata de uma modalidade de contratação de energia elétrica de produção de energia elétrica, a ser realizada no âmbito do mercado de energia elétrica do GLD - Gerenciamento por Lado de Demanda, quando se trata de energia elétrica produzida a energia

Assim, o GLD se trata de uma modalidade de contratação de energia elétrica, a ser realizada no âmbito do mercado de energia elétrica do GLD - Gerenciamento por Lado de Demanda, quando se trata de energia elétrica produzida a energia

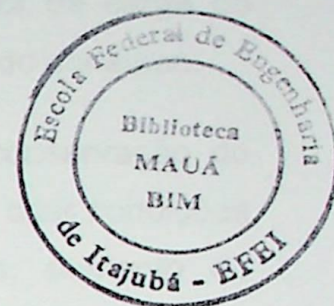
Exemplo de PROCEL, Programa Nacional de Controle de Consumo de Energia Elétrica, do Grupo Eletrobrás

Quando se trata de energia elétrica, as condições necessárias à realização de uma operação de energia elétrica são, em primeiro lugar, a existência de uma infraestrutura adequada para a realização de uma operação de energia elétrica, a ser realizada no âmbito do mercado de energia elétrica do GLD - Gerenciamento por Lado de Demanda, quando se trata de energia elétrica produzida a energia

A realização de uma operação de energia elétrica, a ser realizada no âmbito do mercado de energia elétrica do GLD - Gerenciamento por Lado de Demanda, quando se trata de energia elétrica produzida a energia

CAPÍTULO II

O GERENCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA



2.1 – Introdução

O setor elétrico possui duas componentes que são alvos de seu planejamento estratégico e operacional, a oferta e a demanda de energia. A primeira relaciona-se à produção de energia através do GLO – Gerenciamento pelo Lado da Oferta, que se refere a ações de otimização energética em equipamentos de produção e transporte de energia, e o segundo ao consumo de energia através do GLD – Gerenciamento pelo Lado da Demanda, quando se refere à forma de se consumir a energia.

Apesar do GLD ser ainda pouco considerado no Brasil, ele deve caminhar lado a lado com o GLO, pois à medida que crescem as necessidades de consumo em condições cada vez mais escassas, deve-se pensar cada vez mais na eficiência na forma de consumi-la, não só de produzi-la, devendo-se considerar o GLO e o GLD com a mesma importância.

Segundo o PROCEL (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica) [9]:

“Gerenciar a demanda significa criar condições favoráveis ao consumidor, que justifique a mudança de hábito e costumes, sem prejuízo do conforto e bem estar, criando a possibilidade de aumentar a rentabilidade das empresas distribuidoras de energia elétrica, com a possibilidade de otimização tarifária, maximizando a rentabilidade”.

As atividades de GLD constituem ações no lado da demanda de energia, isto é, do consumidor final, implementadas diretamente ou estimuladas indiretamente pela

concessionária de energia. São atuações sobre o mercado no sentido de modificar e racionalizar a forma como a energia é utilizada pelos consumidores, devendo resultar em alteração na configuração da curva de carga, aumentando o fator de carga do sistema elétrico da concessionária e alterando as taxas de crescimento do consumo.

Essas atividades que incluem o gerenciamento de carga, a conservação de energia, a eletrificação e o crescimento estratégico de mercado, deve criar condições de suportar o crescimento vegetativo, captação de clientes livres, aumento de equipamentos no mercado, aumento das atividades econômicas, novos usos para energia elétrica e, se possível, a substituição desta por outros energéticos.

Segundo GELLINGS & CHAMBERLIN [10], para a concessionária, a atuação em GLD pode representar um recurso para minimizar custos futuros e manter a confiabilidade. Para o consumidor, pode significar uma melhoria da qualidade do serviço recebido da concessionária, e tarifas mais justas, pois com a melhoria do fator de carga, possibilita à concessionária disponibilizar esta demanda a setores mais rentáveis que possuem um melhor fator de carga.

O GEPEA – Grupo de Energia do Departamento de Engenharia e Automação Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo [11], caracteriza o GLD, genericamente, como um conjunto de medidas direcionadas ao consumidor, com o objetivo de interagir com as quantidades e as maneiras do consumo de energia elétrica, sendo considerado como importante fonte de recursos, trazendo economia em investimentos em geração e ao meio ambiente, na medida que, com as fontes existentes pode-se atender uma quantidade maior de consumidores. Seus objetivos básicos são a eficiência energética, otimização da curva de carga e a substituição de combustíveis na geração.

Para a viabilização dos programas de GLD, alguns pontos básicos devem ser disponibilizados. Segundo estudo elaborado pelo GEPEA [12], com o incentivo regulador à implantação das medidas e legislações, principalmente com relação a incentivos na taxação sobre os resultados obtidos, as chances de sucesso seriam maiores. Ainda com relação a se criar condições favoráveis à implantação destes programas, pode-se destacar:

- Seleção Prévia: onde a escolha da medida a ser implantada é resultado de uma seleção prévia, dentre todas as possibilidades, com o objetivo de melhorar a custo/benefício do projeto;
- Competitividade: processos que levam em conta a competitividade do programa;
- Oportunidade de Negócio: para o desenvolvimento de novas oportunidades de negócio;
- Penetração no Mercado: desenvolvimento de métodos que levem à divulgação das medidas;
- Transformação do Mercado: criar condições que levem a mudanças de comportamento.

Entre as principais argumentações a favor dos programas de GLD, sob o ponto de vista do consumidor, pode-se destacar a sua influência na redução dos custos do serviço, as questões ambientais, que influenciam diretamente no padrão de vida, qualidade do serviço e o desenvolvimento econômico. E sob o ponto de vista da concessionária, destaca-se a retenção dos clientes, a opção de recursos em longo prazo e a melhoria da imagem pública da empresa.

2.2 - Definições

Segundo Featherstone [13], o Gerenciamento Pelo Lado da Demanda (GLD), pode ser definido como sendo:

“Planejamento, implantação e monitoração das atividades das concessionárias, com intenção de modificar a forma dos consumidores utilizarem os usos finais de energia, providenciando a melhor combinação entre os custos em investimentos em infra-estrutura de fornecimento de energia e programas de eficiência energética, oferecendo ao consumidor melhores serviços a baixos custos”.

Nos últimos anos, vários sistemas vêm sendo desenvolvidos para modificar a forma do consumo e, conseqüentemente, a forma da curva de carga, eliminando vales

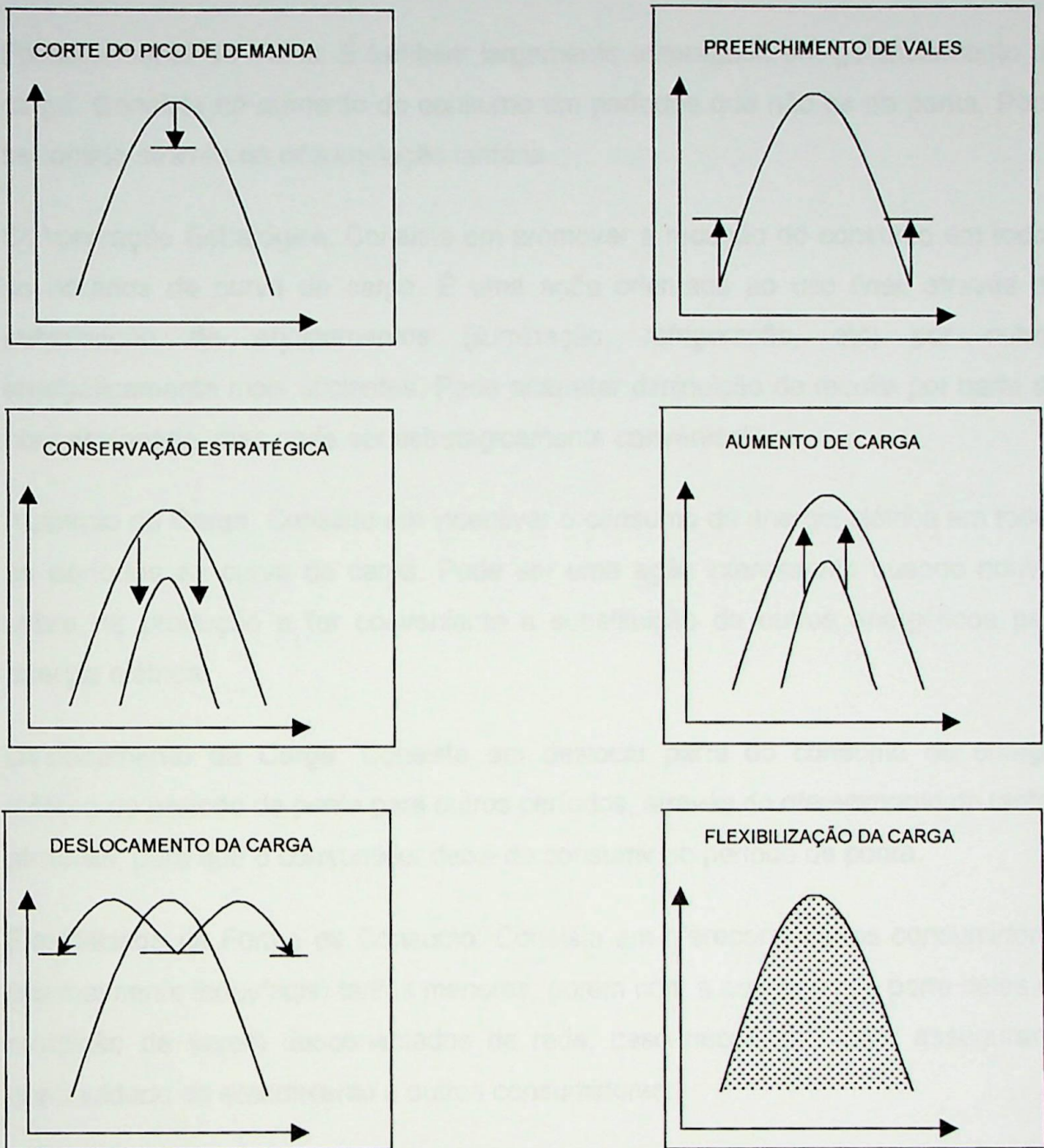
e picos, evitando ou postergando assim investimentos em geração, transmissão e distribuição.

A eficiência dos programas implantados, as novas tecnologias aplicadas aos usos finais com maior eficiência energética e a modificação da maneira de se utilizar as tecnologias existentes, dão a consistência necessária para o sucesso dos programas de GLD, trazendo grandes benefícios aos consumidores na provável diminuição do valor médio da fatura de energia.

Medidas de GLD não significam necessariamente uma redução no consumo de energia, mas sim alterações na sua forma, com maior eficiência e sem prejuízo das atividades econômicas. O GLD pode ser considerado como “fonte de energia” disponível para o consumo em qualquer outra atividade, particularmente quando as fontes de suprimento são escassas, podendo ser classificado como redutor do número de kWh consumido e do pico em kW demandado.

2.3 - Ações do Lado da Demanda

As ações adotadas para gerenciar a curva de carga dependem do objetivo final da concessionária, considerando-se a forma de consumo do grupo de consumidores onde as medidas estão sendo implementadas. Essas ações podem ser adotadas isoladamente ou em conjunto que, de maneira sistematizada irão refletir diretamente na curva de carga [14]. A Figura 2.1 resume as seis ações possíveis de se implementar um programa de GLD. Em seguida está descrito cada uma delas.



Fonte: Bajay, S. V., 1996

Figura 2.1 – Ações do Lado da Demanda

- **Corte do Pico de Demanda:** A redução do pico de demanda talvez seja a forma mais comum de gerenciamento de carga. Para o corte no pico da curva de carga, no período de maior consumo (ponta), deve-se atuar diretamente nos equipamentos dos consumidores através de controladores de demanda e/ou por diferenciação tarifária. Este controle pode ser por nível de potência ou horário, sendo uma ação direta da concessionária.

- **Preenchimento de Vales:** É também largamente empregado em gerenciamento de carga. Consiste no aumento do consumo em períodos que não os de ponta. Pode ser obtido através da diferenciação tarifária.
- **Conservação Estratégica:** Consiste em promover a redução do consumo em todos os horários da curva de carga. É uma ação orientada ao uso final, através da substituição de equipamentos (iluminação, refrigeração, etc) por outros energeticamente mais eficientes. Pode acarretar diminuição de receita por parte da concessionária, mas pode ser estrategicamente conveniente.
- **Aumento de Carga:** Consiste em incentivar o consumo de energia elétrica em todos os períodos da curva de carga. Pode ser uma ação interessante quando houver sobra na produção e for conveniente a substituição de outros energéticos pela energia elétrica.
- **Deslocamento da Carga:** Consiste em deslocar parte do consumo de energia elétrica do período de ponta para outros períodos, através do oferecimento de tarifas atrativas, para que o consumidor deixe de consumir no período de ponta.
- **Flexibilidade na Forma de Consumo:** Consiste em oferecer a certos consumidores (normalmente industriais) tarifas menores, porém com a aceitação da parte deles da condição de serem desconectados da rede, caso necessário, para assegurar a continuidade do atendimento a outros consumidores.

2.4 - Seqüência de Implementação de um Processo de GLD

Segundo BAKARAT & CHAMBERLIN [15], o processo de implementação de um programa de GLD segue uma seqüência lógica de ações, consistindo basicamente nas fases de planejamento, concepção, implementação e avaliação, com o objetivo de gerar e implementar os programas mais adequados a serem oferecidos aos consumidores.

2.4.1 - Planejamento e Concepção

De uma forma resumida o planejamento de um programa de GLD, se divide em cinco fases, como segue:

- **Definição dos Objetivos:** São os objetivos corporativos da concessionária que irão orientar na definição das medidas que atenderão suas metas empresariais, como por exemplo, a concessionária poderá assumir que seu objetivo é um ou mais dentre minimizar os custos totais de atendimento à carga, minimizar a tarifa, reduzir o impacto ambiental ou maximizar a satisfação do consumidor.
- **Previsão do Mercado:** Nesta etapa, considera-se o mercado sem a introdução de medidas de GLD (mercado natural), normalmente elaborado pelo departamento de planejamento das concessionárias, levando em conta as melhorias espontâneas de eficiência, e por todos os anos que compõem o período de análise, para uma determinada região. De um modo geral, esta previsão não contém o nível de detalhamento necessário para a concepção de um programa de GLD, sendo então necessário um detalhamento adicional visando desagregar os montantes de consumo e demanda máximo previsto.
- **Cálculo dos Impactos e Custos:** Consiste em identificar as medidas de GLD que trarão os resultados esperados e estimar, individualmente, seus impactos no consumo de energia e na demanda e seus custos associados.
- **Cálculo da relação Custo/Benefício (C/B) Efetivo:** Os programas de GLD afetam diferentes segmentos da sociedade de diferentes maneiras. O C/B efetivo indica se um programa é bom e para quem. São vários os testes utilizados para a avaliação do C/B, onde se avalia o participante, custos totais, o impacto na tarifa, a concessionária e a sociedade. A escolha do teste correto vai depender do ponto de vista de análise, e não existe um único teste que, isoladamente, definirá os programas recomendáveis.
- **Desenho dos Programas:** Desenhar os programas de GLD é definir claramente suas características, considerando o ambiente no qual será implementado, proporcionando a obtenção dos impactos desejados, garantindo seu C/B efetivo. Nesta etapa, são identificados os segmentos de mercados alvos e as necessidades dos consumidores, definindo as características do programa e a estruturação do Marketing.

2.4.2 - Implementação e Acompanhamento do Programa

Nesta etapa os programas atrativos do ponto de vista do C/B efetivo, são implementados, verificando a ocorrência, através do acompanhamento, da taxa de participação e os impactos causados no consumo e na demanda previstos na fase de planejamento.

Neste ponto é importante a implementação de projetos pilotos, principalmente em concessionárias que tenham pouca ou nenhuma experiência na implementação deste tipo de programas, pois em projetos de menor vulto fica fácil a correção de falhas. Neste ponto é importante salientar que se opera muito mais com o lado humano, do que com o material (capital), e sua aceitação vai depender das vantagens oferecidas, podendo assim, incorrer em erros onde os métodos mais avançados de planejamento não prevêm.

Sendo uma atividade multidisciplinar, congrega profissionais de várias áreas, como engenharia, economia, marketing, informática, etc, sendo necessário a criação de uma estrutura própria para a condução dos trabalhos. Os funcionários podem ser da concessionária ou prestadores de serviços, envolvendo grandes recursos de pessoal, muito mais do que em ativos, exigindo importantes ações de gerência e coordenação.

2.4.3 - Avaliação do GLD

Com a avaliação do programa de GLD implementado, verifica-se sua eficiência em atingir os objetivos propostos, sendo fundamental a equipe de trabalho, mostrar a eficiência e incentivar novos projetos. Por outro lado, a avaliação pode indicar a necessidade de promover correções em itens em que estas ainda são possíveis.

A avaliação deve ser feita de forma mais clara possível, detalhando os objetivos propostos e atingidos, explicitando cada item avaliado, estabelecendo os métodos de avaliação, as formas de obtenção dos dados, seguindo um cronograma pré-definido, e por fim calcular seu custo.

Devem ser realizados dois tipos de avaliação: a avaliação do processo (quantitativa), onde se indica os problemas e se recomenda as correções, tendo em

vista a aceitação do mercado e a satisfação do consumidor, e a avaliação dos impactos (qualitativa) sobre a curva de carga.

2.5 - As Transformações do Setor Elétrico Brasileiro

É fato notório, que o sistema elétrico brasileiro está sofrendo profundas modificações. Devido as grandes dimensões do sistema elétrico brasileiro, que é constituído de um grande número de concessionárias de energia elétrica, notadamente de distribuição. Na medida que em médio prazo, grande parte destas empresas estão sendo transferidas para a iniciativa privada, prevalecendo em suas administrações os princípios empresariais da maximização dos lucros, é de se esperar, provavelmente um uso intenso do GLD no país.

Estima-se que no sistema interligado Sul, Sudeste e Centro-oeste, é possível se alcançar uma redução na demanda na ponta do sistema na ordem de 2 GW [9] somente com a instalação de controladores de demanda¹. Estes são dispositivos que limitam o consumo, evitando assim, por exemplo, o uso do chuveiro elétrico neste horário.

Por este motivo, o gerenciamento da demanda se torna uma alternativa altamente atraente aos princípios de mercado, pois possibilita a postergação de investimentos no lado da oferta, de valores muito mais elevados do que os investimentos do lado da demanda.

Com a privatização e a reestruturação do setor elétrico, as concessionárias terão futuramente, que travar uma disputa por seus clientes. Estas terão que adotar medidas que se aproximem dos consumidores, oferecendo não só energia elétrica, mas serviços, e sem dúvida, o GLD é um dos instrumentos para isso. Isto pode ser confirmado, observando que as empresas recentemente privatizadas usam do GLD como parte de sua estratégia empresarial.

O fato de a maioria dos programas de GLD implementados ou a serem implementados pelas concessionárias estar localizada em áreas que apresentam

estrangulamento no sistema de transmissão/distribuição, comprova o objetivo do GLD, que é de postergar investimentos em obras, o que representa ganhos econômicos para as empresas. As oportunidades nesse sentido tendem a crescer, considerando as altas taxas de crescimento do mercado e a otimização do uso de recursos financeiros para a execução das obras necessárias.

Enquanto para as empresas, o GLD passa a ser um novo e lucrativo negócio, para a sociedade como um todo a sua importância pode ser atribuída ao fato mencionado anteriormente, de utilizar de maneira mais eficiente os recursos existentes do lado da oferta de energia; além de contribuir para a transformação do mercado, promovendo no uso final da energia elétrica equipamentos mais eficientes.

A fase de transição pela qual o setor elétrico brasileiro está passando implica dificuldades em curto prazo, para a plena implantação do GLD nas concessionárias. Esta fase é caracterizada pela reorganização institucional do setor e pelo processo de privatização, o que tem criado um ambiente de indefinição para as concessionárias, dificultando dessa maneira a incorporação, de imediato, do instrumento do GLD como uma linha de atuação empresarial. Na verdade, considerando que o gerenciamento da demanda faz parte da estratégia das concessionárias de distribuição, o processo de privatização passa a ser o fato mais relevante neste caso.

É importante salientar que o GLD, pelas características intrínsecas a esse instrumento e pela abrangência de suas ações, significa uma mudança cultural dentro da concessionária que, de modo geral, se encontra hoje com uma cultura cristalizada no sentido de atuar, considerando apenas as opções do lado da oferta.

Nesse sentido o desafio que se coloca, no momento, é como convencer as empresas de distribuição de energia elétrica brasileira, de que o GLD pode se constituir num negócio extremamente atrativo sob o aspecto econômico-financeiro.

¹ Todas as técnicas de implementação de projetos de GLD serão debatidas no Capítulo III.

2.6 - O GLD e o Planejamento Integrado de Recursos (PIR)

Os programas de GLD ainda são pouco consolidados no Brasil, fato constatado através de pesquisas realizadas pelo GEPEA [12]. Em muitos casos o assunto é abordado somente considerando ações do lado da oferta (GLO), como, por exemplo, à construção de uma nova usina, compra de energia de outro produtor. Sendo, então necessário considerar na concepção do planejamento a idéia de alternativas pelo lado da demanda, e não somente pelo lado da oferta. A esta nova maneira de planejar se deu o nome de Planejamento Integrado de Recursos (PIR).

É importante salientar que o GLD é praticado nos Estados Unidos e Europa a mais de uma década e é um importante recurso do PIR. No Brasil é tratado como ferramenta emergencial, em casos de estrangulamento do sistema em determinadas regiões, não sendo considerado como ferramenta ao PIR [18].

Jannuzzi, G.M. e Swisher, J.N. [19], apresentam uma definição mais precisa do PIR como sendo:

“O PIR é o desenvolvimento combinado de oferta de eletricidade e de opções de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD) para oferecer serviços de energia a custo mínimo, incluindo custos sociais e ambientais. Este tipo de planejamento incorpora o esforço de se contabilizar o potencial de recursos em melhorias do uso de energia com o mesmo rigor empregado para se inventariar os recursos de oferta de energia”.

Então, conclui-se que o GLD incorpora-se ao PIR para que este defina um plano composto por recursos tanto do lado da oferta, como do lado da demanda, a menores custos satisfazendo os objetivos no âmbito do PIR.

A grande diferença do planejamento tradicional para o PIR, está na incorporação de avaliações ex-ante de alternativas pelo lado da demanda, estando aí a fonte das maiores dificuldades para implantação do PIR no Brasil, pois as empresas precisam montar uma estrutura própria de elaboração de programas de GLD.

2.7 - O Esforço em Conservação de Energia no Brasil

O interesse no uso eficiente da eletricidade no Brasil surgiu em meados dos anos oitenta, conduzido pelo setor elétrico, com a intenção de reduzir a necessidade de novos investimentos em infra-estrutura devido à carência de recursos.

Em 1985 o Governo Federal criou o *Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica*, o PROCEL, que em 1995 passou a se chamar *Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica* administrado pela Eletrobrás. Entre suas atribuições encontra-se, “estabelecer as metas de eficiência na geração e nos usos finais da energia elétrica, estabelecendo metas de qualidade dos serviços, e na postergação de investimentos na capacidade instalada”. O mesmo vem desenvolvendo um trabalho árduo no intuito de desenvolver o sistema elétrico minimizando a necessidade de novos investimentos em capacidade.

Entre 1986 e 1992 o programa investiu aproximadamente US\$ 24 milhões em conservação de energia. Estimativas oficiais mostram que neste período os esforços do PROCEL resultaram em 1,2 GWh por ano de energia economizada. Estes resultados foram obtidos em iluminação dos setores residencial e comercial (465 GWh/ano), selo de eficiência em refrigeradores (380 GWh/ano), auditorias energéticas nos setores industrial e comercial (215 GWh/ano), iluminação pública (100 GWh/ano) e medidas de conservação de energia em prédios públicos (40 GWh/ano). Economizar 1,2 GWh/ano, equivale, segundo dados do PROCEL à capacidade instalada de uma usina hidrelétrica de 300 MW, a um custo de US\$ 2.000 por kW resultando em uma economia para as concessionárias equivalentes a US\$ 600 milhões. [20].

No início dos anos noventa, o PROCEL atravessou sérias discontinuidades em suas atividades, com a redução orçamentária e dificuldades de financiamentos experimentados pelo setor em geral, resultado dos baixos preços praticados nas tarifas [21].

Em 1994, o programa teve um orçamento de cerca de US\$ 10 milhões, que resultou em 294 GWh de economia de energia elétrica, oriundos de vários programas

implementados em iluminação, eliminação de furtos e uma série de outras ações implementadas diretamente pelas concessionárias.

Em 28 de agosto de 1996 foi concluído o Plano de Ações Emergenciais elaborado pelo PROCEL [22] e elaborado em aproximadamente três meses, o mesmo contemplava ações executáveis pelo lado da demanda, envolvendo a soma de R\$ 833,9 milhões e que resultariam, para o período de 97/98, uma redução de demanda na ordem de 1825 MW e uma economia de energia de 3424 GWh.

As metas de longo prazo do Procel estão determinadas no Plano 2015, que prevêem uma redução de demanda da ordem de 130 bilhões de kWh até 2015, evitando a instalação de 25.000 MW (cerca de duas usinas de ITAIPU), resultando em um ganho líquido para o país previsto em R\$ 34 bilhões [22].

2.7.1 – Incentivos Legais à Eficiência Energética no Brasil

Em 1995, com o início dos processos de privatizações das empresas do setor elétrico, o Governo Federal preocupado com as questões relacionadas com a eficiência energética nos meios de produção e consumo da energia elétrica, passou a incluir nos novos contratos de concessão cláusulas visando aumentar a eficiência no uso e na oferta de energia elétrica.

Isto foi possível através da Resolução ANEEL nº 242 de 24/07/1998². A mesma se tomou a mais importante política pública de eficiência energética do setor elétrico brasileiro, pois o montante de investimentos somente no primeiro ano de vigência (1998) somou R\$ 195.609.000,00 (cento e noventa e cinco milhões, seiscentos e nove mil reais), suplantando o total até então realizado no setor.

A resolução Nº 242/98 estabeleceu uma série de regras, direcionando as aplicações em áreas de atuação, como aplicar anualmente recursos de no mínimo 1% da receita operacional anual (RA) apurada no ano anterior. Do montante a ser aplicado,

²No Anexo I, deste trabalho está apresentada, cópia completa da resolução Nº 242/98 visando facilitar a consulta por interessados.

no mínimo 0,25% da receita operacional anual (RA), deve ser destinado a ações especificamente vinculadas ao uso final de energia elétrica.

Para as ações especificamente vinculadas ao uso final de energia elétrica, ficaram definidos para o biênio 1998/1999, os seguintes limites para aplicação por tipo de projeto de eficiência energética:

- I. No máximo 50% (cinquenta por cento) do valor referido ao mínimo de 0,25% da RA destinado a ações especificamente vinculadas ao uso final de energia elétrica, poderá ser alocado em projetos de iluminação pública e marketing;
- II. No mínimo 0,025% da RA, deverá ser destinado para projetos abrangendo a classe de consumidores industriais;
- III. No mínimo 0,025% da RA, deverá ser destinado para projetos abrangendo a classe de consumidores residenciais;
- IV. No mínimo 0,025% da RA, deverá ser aplicada em projetos destinados a conservação de energia em prédios públicos;

Caso o somatório dos valores alocados nos projetos indicados acima não totalize o valor estabelecido, o concessionário deverá aplicar a diferença em outros projetos vinculados ao aumento da oferta de energia elétrica.

Em 06 de agosto de 1997, a Lei nº 9.478 institui o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, que, entre outras competências, deve *“Promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do País”* e *“para o exercício de suas atribuições, o CNPE contará com o apoio técnico dos órgãos reguladores do setor energético”*, onde se posiciona a ANEEL.

Em 06 de outubro de 1997, o Decreto nº 2.335/97 cita como competência da ANEEL *“incentivar o combate ao desperdício de energia no que diz respeito a todas as formas de produção, transmissão, distribuição, comercialização e uso da energia”*.

Em 02 de dezembro de 1999, a ANEEL através da Resolução nº 334, autorizou as concessionárias de serviço público de energia elétrica a desenvolverem projetos visando à melhoria do fator de carga. Tal medida levou em consideração, além das cláusulas existentes nos contratos de concessão em vigor, estabelecendo a obrigatoriedade da aplicação de recursos em Programas de Eficiência Energética, os seguintes fatores:

- A necessidade de estimular as concessionárias a desenvolverem produtos e serviços direcionados a segmentos específicos de seu mercado.
- A importância da participação da sociedade em projetos que visem à economia de energia elétrica nas horas de maior concentração de carga.

Em 19 de julho de 2000, a ANEEL através da Resolução nº 271, estabeleceu os critérios de aplicação de recursos em ações de combate ao desperdício de energia elétrica e pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico brasileiro.

Em 24 de julho de 2000, foi sancionada a Lei nº 9.991, que dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica.

2.7.2 – Incentivos Financeiros a Projetos de Combate ao Desperdício de Energia

Existem várias formas de se financiarem projetos de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica. Estas diversas formas variam conforme a natureza do contratante.

Para projetos realizados pelas concessionárias, a Eletrobrás/PROCEL dispõe de linha de crédito específica, utilizando recursos próprios ou da Reserva Global de Reversão - RGR - fundo do Governo Federal administrado pela Eletrobrás [21]. É um fundo formado com recursos das concessionárias, proporcionais aos investimentos das mesmas em instalações e serviços. Este fundo destina-se ao investimento em energia elétrica, sendo uma parte destinada a projetos de efficientização energética.

Para projetos realizados por consumidores finais (industriais, comerciais e residenciais de grande porte), os financiamentos podem ser obtidos diretamente por intermédio de instituições de crédito oficiais do governo, assim como internacionais. São elas: BNDES; CEF; BIRD; BID; Banco do Brasil; FINEP. Outra forma de se financiar é por meio de Empresas de Serviços de Conservação de Energia – ESCO's – que fazem os investimentos necessários, remunerando-se com base nas economias obtidas nos projetos.

Para o financiamento às concessionárias, o PROCEL mantém o Programa de Conservação de Energia nas Concessionárias - PROCECON, através do qual ajuda as concessionárias a estruturar projetos de apoio à redução de desperdício. Este recurso é a fundo perdido e concedido mediante análise caso a caso.

Os recursos do PROCECON têm sido aplicados na melhoria da eficiência energética nas instalações industriais, PROCEL nas Escolas, melhoria da eficiência da iluminação pública, seminários/feiras de energia e diagnósticos energéticos.

Diversas agências internacionais de crédito têm mostrado interesse em abrir linhas de financiamento para apoiar o programa brasileiro de eficiência energética. O trabalho mais promissor vem sendo desenvolvido com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BIRD), que está negociando um empréstimo de US\$150 milhões (em contrapartida de igual valor pela Eletrobrás) a serem empregados no combate ao desperdício de energia elétrica. Faz parte deste pacote a constituição de um fundo de US\$20 milhões do Global Environmental Fund –GEF, para ser empregado no custeio de projeto sem retorno financeiro direto, tais como, desenvolvimento de normas, pesquisas de novos sistemas e equipamentos e treinamento.

2.8 - O Planejamento do Setor elétrico Brasileiro.

A expansão da capacidade de geração de energia elétrica do País era baseada em estudos de planejamento que abrangem diferentes horizontes temporais, tendo sempre como objetivo definir, em função de um ou mais cenários de crescimento do mercado, quando, onde e como expandir a oferta de energia elétrica.

O Plano Setorial 2015, publicado em Abril de 1994, referente ao período de 1993 a 2015 [23], baseado em estimativas feitas em 1990, prevê quatro diferentes cenários macroeconômicos, todos baseados em estimativas otimistas do crescimento econômico do país. A tabela 2.1 resume estas estimativas de consumo com e sem esforços de conservação (representados entre parênteses), de energia elétrica para o período de 1995 a 2015.

Tabela 2.1 - Estimativa Oficial de Consumo do Sistema Elétrico Brasileiro (TWh).

Estimativa Oficial de Consumo do Sistema Elétrico Brasileiro (TWh)						
Cenário	1990	1995	2000	2005	2010	2015
I	210,3	249,2 (246,2)	302,7 (293,8)	405,1 (384,0)	510,0 (467,2)	626,9 (563,0)
II	210,3	254,5 (250,9)	344,2 (329,5)	461,9 (430,6)	574,8 (523,9)	707,1 (631,3)
III	210,3	278,3 (273,7)	378,5 (360,7)	517,4 (473,2)	660,5 (589,7)	836,7 (731,4)
IV	210,3	278,9 (273,7)	397,6 (377,6)	544,9 (495,4)	724,2 (642,6)	950,1 (826,4)

Fonte: PROCEL, 1996.

Dos quatro cenários apresentados, o cenário III é considerado pelo setor elétrico, como sendo o mais representativo, pelo fato do consumo ter ficado em 1995 entre os cenários II e III com conservação. Desde então o consumo teve um crescimento de 6% sobre o de 1994 que foi de 251 TWh, ou seja, de 266 TWh em 1995 [24]. Esta maneira oficial de se estimar o consumo de energia elétrica, pode gerar um crescimento médio anual entre 5,6 a 6,5% ao ano entre 2000 e 2005, 4,5 a 5,0% ao ano entre 2005 e 2010 e 4,4 a 4,8% ao ano entre 2010 e 2015.

Se estas estimativas estiverem corretas, será necessário de uma capacidade instalada entre 170 a 190 GW em 2015, ou aproximadamente três vezes a capacidade instalada em 1994 que era de 56 GW. Levando em conta que atualmente tem-se uma capacidade instalada de geração predominantemente hidráulica, uma das opções é o investimento em geração térmica. Alternativa difícil de ocorrer devido aos altos valores envolvidos, principalmente em um país como o Brasil com sérios problemas de capital, além do impacto ambiental que esta expansão traria. Certamente, maiores investimentos em eficiência energética diminuiriam este problema.

A solução encontrada para a falta de capital de investimento, foi à abertura do mercado para produtores independentes, abrindo o mercado para o capital privado. Mas para que o mercado brasileiro se tome economicamente atraente, foi necessário uma radical mudança na política tarifária, adequando seus valores para níveis internacionais.

Para um melhor entendimento das oportunidades de conservação de energia elétrica no Brasil, primeiramente precisa-se conhecer como a eletricidade é utilizada. A Tabela 2.2. apresenta as estimativas de consumo, dividida pelos setores mais representativos da economia no período de 2000 a 2008 [25]. Como pode-se observar, segundo as previsões, a porcentagem do consumo total por setor, se manterá praticamente constante; em 2002, por exemplo, o setor industrial consumirá 43% do total da energia consumida no país, o comercial 15%, o residencial 28%, e outros serviços 14%, para 2008 estará em 39%, 17% e 30%, respectivamente.

Tabela 2.2 – Estimativa de Consumo de Energia Elétrica por Setor da Economia (TWh).

PERÍODO	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	COMERCIAL	OUTROS	BRASIL
2000	90,3	130,5	48,8	46,6	316,2
2001	95,5	134,8	51,9	48,8	331,0
2002	100,9	138,6	55,0	51,0	345,5
2003	106,44	143,2	58,1	53,4	361,1
2004	112,2	150,4	61,5	55,6	379,7
2005	118,1	155,5	64,9	58,0	396,5
2006	124,3	162,7	68,4	60,4	415,8
2007	130,8	168,3	72,1	63,0	434,2
2008	137,4	174,6	75,9	65,6	453,5
Taxas de crescimento (%)					
2000/2003	6,0	3,24	6,4	4,9	4,7
2003/2008	5,2	4,0	5,5	4,2	4,7
1998/2008	5,6	3,5	6,0	4,6	4,7
Estrutura de Participação (%)					
1998	27,8	43,0	14,7	14,5	100,0
2003	29,5	39,7	16,1	14,7	100,0
2008	30,3	38,5	16,7	14,5	100,0

Fonte: Eletrobrás, 1999.

2.8.1 - Setor Residencial

O setor residencial dobrou o seu consumo nos anos setenta e apresentou nos anos oitenta um crescimento médio anual de 4,3 %. Nos anos noventa, principalmente na sua segunda metade, vem apresentando um aumento médio ainda mais significativo. Isso devido aos efeitos do plano Real, que proporcionou às classes baixas da sociedade a ter acesso a eletrodomésticos e outros bens de consumo, que até então se limitavam às camadas mais altas da sociedade. Neste período o setor residencial apresentou um aumento médio ainda mais significativo, na ordem de 5,9% a.a. A tendência para o período de 1998/2008, é que fique no patamar de 5,6% a.a. conforme apresentado na Tabela 2.2, com taxa de crescimento maior que o previsto para todo o sistema.

O agravante na classe residencial é a presença de picos de demanda no horário de ponta do sistema (18:00 às 22:00), principalmente pelo uso intensivo do chuveiro elétrico.

2.8.2 - Setores Comercial e Público

Os setores comercial e público representam cerca de 21% do total consumido no Brasil. Iluminação e refrigeração são os principais usos finais utilizados, representando respectivamente 44% e 37%, do uso da eletricidade nestes setores.

Todavia são classes da economia em que a forma de consumo de energia elétrica, não traz efeitos danosos ao planejamento da curva de carga do sistema, por apresentarem um horário de funcionamento bem definido e praticamente constante durante o período. Por outro lado é rico em oportunidades de conservação de energia em iluminação e sistemas de ar-condicionado, como exemplo, tem-se o rápido crescimento da utilização de Lâmpada Fluorescente Compacta (LFC), sendo muito populares em hotéis, restaurantes, bancos, etc.

2.8.3 - Setor Industrial

O setor industrial representa aproximadamente 51% do consumo total de energia elétrica no Brasil. Semelhante aos outros setores da economia, este também vem

apresentando um substancial aumento no consumo nos últimos 30 anos, e pode-se observar na Tabela 2.2, que este setor apresenta uma queda na participação do consumo global do Brasil, pois, na previsão, está se levando em conta a utilização eficiente da energia.

Os principais usos finais do setor industrial são: motores elétricos 51%, processos eletromecânicos 21%, processos eletroquímicos 20%, refrigeração com 6% e iluminação 2% [26].

Principalmente em relação aos motores elétricos, o Brasil possui um enorme potencial de conservação de energia. Segundo Henriques Junior [27], 71% de todos os motores utilizados em nossas indústrias, operam com cargas abaixo de sua capacidade, resultando em baixa eficiência energética. O uso de motores eficientes, controladores de velocidade, realizações de manutenções preventivas, balanceamento entre as fases e a correta adequação do fator de potência, podem trazer uma significativa redução no consumo em motores elétricos.

A partir de 1981 os grandes consumidores, pertencentes ao grupo A (atendidos por tensão primária a partir de 2,3 kV) são regidos pela Tarifação Horossazonal (binomial), que possui em sua estrutura dois componentes básicos para definição do preço: um componente relativo à demanda de potência (kW) e outro relativo ao consumo de energia (kWh). Este sistema tarifário permitiu que os grandes consumidores percebessem os reflexos na forma de consumir a eletricidade, pois até então, o sistema de tarifação adotado, chamado convencional, não permitia que se notasse diferença entre a forma e a hora do consumo, pois não havia diferenciação de preços para a hora nem a época do ano.

Com a atribuição de preços diferenciados para o consumo e demanda, conforme a hora do dia (ponta e fora de ponta) e período do ano (seco ou úmido), estimulou-se o deslocamento de parte do consumo para horários em que o sistema elétrico estivesse menos carregado, tornando-se um fator importante para a diminuição na demanda e consumo no horário de ponta do sistema.

2.9 - A Política de GLD no Brasil

Uma das motivações para a implantação de projetos de GLD no Brasil decorre da necessidade de se adaptar a capacidade de transmissão em algumas regiões específicas. Os investimentos em capacidade de transmissão e geração destas regiões, normalmente não apresentam taxas de retorno do capital investido atrativo a novos investimentos, mas apresentam características benéficas à implantação de projetos de GLD.

Novos programas vêm sendo implantados³, na tentativa de antecipar os problemas na transmissão, pois, em determinadas regiões o crescimento da demanda leva a estabelecer metas de ações, estabelecendo prioridades de acordo com a relação entre custo marginal⁴ de geração e da tarifa paga pelos consumidores. Entretanto, muitas concessionárias se encontram arredias quanto a este tipo de projeto, ou pela aceitação das novas tecnologias ou por acreditar somente na expansão do sistema elétrico.

Um grande desafio é a implementação de planos emergenciais de GLD, em regiões onde o sistema elétrico está em vias de entrar em colapso. O insucesso em algum destes programas pode provocar descrédito, naquelas concessionárias que acreditam que a única solução para o sistema elétrico são os investimentos no aumento da geração.

A maior parte das empresas geradoras argumentam que o impacto causado por programas implementados em pequena escala são insignificantes. Algumas argumentam que o GLD é um negócio somente das empresas distribuidoras. Esta atitude tem sido observada em vários países em desenvolvimento, e está de acordo com o paradigma da expansão do sistema.

2.10 - A Política de GLD nos E.U. A.

³O capítulo 4 deste trabalho será integralmente dedicado a uma análise dos programas de GLD no Brasil.

⁴Custo Marginal é entendido como a relação entre o crescimento do custo total do sistema de geração provocado pelo incremento do mercado de energia elétrica, e a quantidade de energia acrescida.

O GLD teve um grande desenvolvimento nos Estados Unidos até o início da década de 90, apresentado uma redução em anos recentes em função da reestruturação do setor elétrico americano. Mesmo assim em 1997 foram investidos em GLD cerca de US\$ 1,6 bilhão, por 971 concessionárias de eletricidade com redução de 25,3 GW de demanda de ponta [28].

A experiência Americana é freqüentemente citada como exemplo de GLD que deva ser seguido [13]. Entretanto as condições e a legislação são muito diferentes das existentes no Brasil. Os programas de GLD nos E.U.A tem como objetivo principal a conservação de energia. Eles oferecem pacotes de incentivos aos consumidores para obter a redução do consumo. Pode-se citar vários exemplos de incentivos que são oferecidos, para se obter a redução do consumo, como por exemplo: descontos para o consumidor industrial adquirir motores de alta eficiência, descontos para o consumidor comercial adquirir iluminação mais eficiente, financiamentos ao consumidor residencial para implantação de sistemas mais eficientes de calafetação e aquisição de eletrodomésticos energeticamente mais eficientes, como refrigeradores e ar condicionado. Algumas destas medidas não são adotadas no Brasil, a não ser por algumas iniciativas isoladas. A legislação nos E.U.A. permite que as concessionárias implantem seus programas, sem que ocorram prejuízos em seus negócios.

O conceito original de Gerenciamento Pelo Lado da Demanda vem do Electrical Power Research Institute nos E.U., onde o GLD é rotineiramente aplicado na metodologia do Plano de Menor Custo (Least Cost Planning), que consiste na redução de investimento na capacidade de geração, satisfazendo as condições econômicas e ambientais. Mais recentemente as técnicas de GLD vêm sendo aplicadas para maximizar o retorno dos investimentos em distribuição.

Em muitos estados dos E.U.A, a legislação permite que as concessionárias tenham retorno dos investimentos em programas de GLD, melhores que o retorno do investimento na geração. Permite-se incrementos na tarifa como forma de compensação nas perdas de receita e com os custos dos programas. Algumas concessionárias americanas chegam a investir cerca de 5% do faturamento em GLD.

O subsídio administrado pelas concessionárias não considera o critério da igualdade. Tipicamente, as concessionárias arcam com alguns ou todos os custos dos projetos, mas os programas de subsídios almejam somente alguns consumidores, enquanto que o ônus recai sobre todos. Alguns consumidores se envolvem com os projetos, enquanto outros somente pagam pelos serviços, na verdade duas vezes, quando investem nos seus projetos e na forma de subsídios dados pelo governo.

2.11 - Barreiras e Críticas aos Programas de Otimização Energética

Por mais regulamentado que o mercado de energia elétrica possa ser, continuam sendo grandes as barreiras às medidas de efficientização energética. Isto pode ser constatado verificando as experiências de países onde existem as regras de mercado e assim mesmo as imperfeições continuam interferindo negativamente em sua implementação, pois na prática estas imperfeições dificultam a introdução de medidas neste sentido.

Com a identificação e análise destas barreiras se pode conduzir trabalhos dirigidos no sentido de “quebrar” o ciclo que impede o desenvolvimento dos programas pelos agentes envolvidos.

Podemos identificar como as principais barreiras aos programas de otimização energética:

- Reduzido nível de informação e difusão de informações aos consumidores;
- O descrédito dado ao assunto;
- Custos elevados das novas tecnologias;
- Política energética no que se refere à ausência de uma sinalização adequada das tarifas;
- Falta de estímulo à atuação das concessionárias;
- Falta de recursos para investimento no setor.

- Altas taxas de juros e altos custos de novas tecnologias.

GELLER [29] ressalta como principal fator desanimador dos programas de otimização energética as diferenças encontradas no potencial detectado de economia de energia, e não atingida na maior parte das aplicações energéticas.

De todas as críticas aos programas de eficiência energética, sem dúvida a mais defendida por seus opositores, é a questão do antagonismo do aumento da receita com a diminuição das vendas, pois como o uso eficiente da energia diminui o número de kWh consumidos, certos incentivos regulatórios que ligam os lucros apenas às quantidades vendidas, penalizam os investimentos em eficiência.

Os programas de GLD implementados por concessionárias visando maior eficiência no uso final da energia, conseguem economias significativas, ajudando a suplantar as barreiras acima citadas.

CAPÍTULO III

TECNOLOGIAS EMPREGADAS EM PROGRAMAS DE GLD

3.1 - Introdução

Algumas concessionárias distribuidoras de energia elétrica, ao longo dos últimos anos, têm adotado algumas medidas bem sucedidas de Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD), nos segmentos do mercado de baixa, média e alta tensão.

O GLD se mostra como um instrumento de relevante eficácia na busca da otimização da capacidade instalada, pois são medidas adotadas, capazes de aumentar o fator de carga, viabilizando o atendimento de novas cargas e postergando investimentos de ampliação da malha elétrica.

No Brasil, com a utilização de programas de GLD, espera-se a redução da demanda de ponta no período mais crítico para a operação do sistema elétrico, evitando a utilização de equipamentos elétricos de maior potência, em residências, durante o período definido como de ponta do sistema elétrico, deslocando o seu uso para o período fora de ponta.

As concessionárias de energia elétrica podem utilizar várias técnicas para implantar seus projetos em GLD.

A utilização de limitadores de demanda é uma das formas mais difundidas e largamente empregadas de se obter modulação da curva de carga. O uso de limitadores de demanda tem como objetivo evitar a utilização de equipamentos elétricos de maior potência, geralmente em residências, durante o período definido como de ponta do sistema elétrico; deslocando o seu uso para o período fora de ponta, especialmente nas faixas de consumidores com menor consumo e fator de carga,

abaixo de 200 kWh/mês que representa mais de 35,3 milhões de consumidores, sendo 70% do mercado residencial [9].

Uma outra maneira que vem sendo implementada, de se obter a modulação de carga, é através do oferecimento de uma tarifa diferenciada (amarela ou binômia), com preços distintos na ponta e fora de ponta, e que pode conviver com a solução de uso de controladores de demanda, pois atuam em faixas distintas de consumo, normalmente em consumidores com consumo médio mensal acima de 250 kWh [30].

Novas medidas de GLD estão sendo executadas por várias concessionárias distribuidoras de energia elétrica.

Por exemplo, a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) vem desenvolvendo, em caráter experimental, um sistema bastante inovador, o NO-TOP [31]. Este sistema consiste em um equalizador de demanda, onde um banco de baterias DC (acumuladores), é convertido em sinal AC através de um conversor bidirecional, e este sinal é injetado na rede primária de distribuição no ponto de pico da ponta do sistema. Fora da ponta, este banco de baterias é recarregado, através do conversor bidirecional, mantendo-se apto a entrar em operação na próxima ocorrência do pico de demanda do sistema. Este sistema, em seus primeiros resultados, vem se mostrando bastante eficiente, apresentando uma relação custo benefício favorável à continuidade dos estudos para o seu desenvolvimento e aprimoramento, pois apresenta como principal vantagem, o fato de estar ligado diretamente ao transformador de distribuição, assim sendo, é um sistema de GLD que independe de alterações dos hábitos e costumes dos consumidores, nem da faixa de consumo.

Uma outra medida inovadora vem sendo estudada pela CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz), que consiste de pré-aquecedor solar de água para chuveiros elétricos de potência reduzida [32], que visa tornar o aproveitamento de energia solar mais acessível à população de baixa renda. Estudos recentes mostram a eficiência deste sistema, quando empregados com outras medidas de GLD, pois apresentam algumas inconveniências, como, por exemplo, aumento do consumo de energia e água, pois aumenta em muito o conforto do banho, aumentando a duração do mesmo.

Todas medidas em GLD dão, em geral, bons resultados, atingindo seu objetivo de modular a curva de carga, mas todas estas medidas apresentam melhor resultado quando implementadas em conjunto com medidas de eficiência energética. Medidas de conscientização dos usos e costumes do consumidor, através de um marketing eficiente, financiamentos para aquisição de eletrodomésticos eficientes, substituição da iluminação de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas ou circulares. No âmbito governamental, medidas como a substituição da iluminação pública por lâmpadas mais eficientes (Vapor de Mercúrio por Vapor de Sódio), diagnósticos energéticos em prédios públicos, indústrias e comércio, cogeração e a utilização de equipamentos eficientes. Todas estas medidas contribuem para a redução do consumo. Por consequência a redução da demanda de ponta do sistema.

Nos itens seguintes deste capítulo, tem-se maior comentário das técnicas empregadas em programas de GLD e a da forma de como os projetos devem ser implementados. Geralmente através de projetos pilotos. Em seguida tem-se uma análise de cada um dos usos finais empregados em GLD.

3.2 - Técnicas empregadas em programas de GLD

Em termos macros, as técnicas empregadas em programas de GLD, podem ser divididas em dois grupos. No primeiro grupo estariam as técnicas que não interferem diretamente no consumidor, utilizando-se de equipamentos energeticamente eficientes, ou seja, lida com a conservação de energia, referindo-se ao consumo. No segundo grupo estariam as ações que interferem diretamente na forma de utilização da energia pelos consumidores, utilizando-se de técnicas de gerenciamento de carga, que se referem à demanda.

A seguir será apresentado um breve relato das técnicas utilizadas dentro de cada grupo.

A) Conservação de Energia:

- **Motores Elétricos:** Melhoramento do rendimento na fabricação e da eficiência elétrica, casando a potência elétrica com a mecânica ou utilizando-se de variadores de velocidade.
- **Refrigeração:** sistemas de refrigeração são largamente empregados tanto no setor industrial como comercial. Projetos eficientes, como os sistemas de estocagem, onde o gelo pode ser produzido durante a noite e estocados para utilização durante o dia, aliados a projetos arquitetônicos que visam a conservação de energia, podem reduzir o consumo nestes sistemas na ordem de 30% [33].
- **Iluminação:** com o emprego de iluminação de alta eficiência, utilizando-se de lâmpadas fluorescente compactas ou circulares, a substituição de lâmpadas de Vapor de Mercúrio por Vapor de Sódio, o emprego de refletores eficientes, com a combinação de iluminação natural e artificial, aliada a técnicas de gerenciamento, reduzem drasticamente o consumo em sistemas de iluminação, podendo chegar a 60% de redução [33].
- **Aquecimento:** os sistemas de aquecimento, principalmente para a água do banho, são os grandes responsáveis pelo pico de demanda verificado no horário de ponta. A substituição dos sistemas, largamente empregados no Brasil, de chuveiros elétricos por sistemas mais eficientes permitem efeitos imediatos sobre a curva de carga.
- **Compressores de Ar:** a eficiência dos compressores de ar é muito baixa, somente 5% da energia entregue é utilizada. Usando técnicas, tais como compressões em múltiplos estágios, correção do tamanho das linhas de pressão pode-se reduzir o consumo em cerca de 30% [33]. Efetuar limpezas periódicas, trocas regulares dos filtros, redução de operações desnecessárias e a eliminação de vazamentos podem também trazer grandes benefícios quanto à redução do consumo de energia.
- **Outras:** o emprego de técnicas, tais como o balanceamento de tensão, correção do fator de potência e o correto dimensionamento de cabos e fiação, influenciam

diretamente no consumo de energia elétrica, se tomando alvos importantes em se tratando de conservação de energia.

B) Gerenciamento de Carga

- **Tarifas:** a diferenciação no preço da tarifa por horário de utilização, é uma das maneiras mais eficientes de se promover o deslocamento do horário de consumo, providenciando a mudança de hábitos e costumes. A implantação de tarifas diferenciadas trás o inconveniente com relação aos altos custos de implementação, por parte das concessionárias e a problemática da aceitação por parte dos consumidores.
- **Limitadores de Demanda:** são equipamentos instalados diretamente na medição de clientes residenciais, onde através do chaveamento de disjuntores, promove-se a limitação do consumo em horários pré determinados.
- **Outros:** Em setores específicos existem tecnologias sendo desenvolvidas que podem influenciar na demanda, por exemplo, está em estudo pela CEMIG [34], um sistema de suprimento de demanda em ramais de distribuição. No setor industrial, há várias iniciativas em estudo e/ou implementação, tais como sistemas inteligentes de controle, etc.

Enfocando as ações de GLD que interferem diretamente no uso da energia, que é o objetivo central deste trabalho, as técnicas acima apresentadas são conhecidas mundialmente como métodos direto, indireto e incentivado [33].

O método direto de restrição de carga, é aquele onde se impõe as restrições no fornecimento de energia ao consumidor, através dos limitadores de demanda, e trás resultados imediatos sobre a curva de carga, sendo assim, o método mais eficiente em termos de modulação.

O grande inconveniente deste método é que a limitação do consumo pode não ser bem recebida pelos consumidores, provocando uma piora na imagem da concessionária. Assim torna-se necessário a adesão voluntária aos programas, através do oferecimento de vantagens tarifárias.

O método indireto é baseado em tarifas diferenciadas para um determinado grupo de consumidores, resultando, em primeira instância, numa redução da demanda na ponta, e em um segundo momento, provoca-se o aumento no faturamento pelo aumento do consumo fora do horário de ponta, como consequência das novas necessidades criadas pela tarifa diferenciada.

Finalmente, o método incentivado, seria a aplicação em conjunto dos métodos direto e indireto, onde o consumidor modula voluntariamente sua carga para períodos fora de ponta, ou seja, existe o incentivo para ligar cargas em períodos de tarifas mais baixas, sendo possível desligar cargas no período de ponta, onde a tarifa é mais cara. Com certeza, o método incentivado, proporciona um melhor gerenciamento de carga, como consequência da flexibilização tarifária com o desligamento voluntário das cargas no períodos de ponta, passando a ser mais um serviço oferecido pela concessionária, com alto grau de aceitação por parte dos consumidores.

3.3 - Processo de Implantação de Programas de GLD

Para a implantação de um programa de GLD, alguns passos básicos devem ser seguidos. Principalmente no Brasil onde o conhecimento dos resultados alcançados ainda são desconhecidos por muitas das empresas do setor. Seguir uma seqüência lógica de implementação pode contornar várias barreiras normalmente encontradas neste processo.

A seguir apresenta-se três dos principais passos que devem ser seguidos quando se projeta um programa de GLD.

3.3.1 - Projeto Piloto

De forma a mostrar a atratividade econômico-financeira de programas envolvendo a redução da demanda é necessário dispor de informações e dados, que sejam os mais confiáveis possíveis, para que se possa avaliá-los de maneira adequada e, a partir daí, recomendar a implementação de um ou outro projeto de GLD. A realização de um projeto piloto, surge como uma alternativa de baixo custo para a obtenção daqueles dados e informações, sendo também seu propósito identificar

barreiras na sua realização, de forma a buscar maneiras de superá-las, para se atingir as metas estabelecidas em um projeto em larga escala.

De posse das informações e dados obtidos no projeto piloto, torna possível realizar uma avaliação de impacto mais apurada de projetos em larga escala, desenvolvendo uma metodologia para a obtenção do valor de impacto na demanda por consumidor, de forma que ela possa ser utilizada em outros projetos similares.

Com isso, torna possível avaliar o desenvolvimento de instrumentos de marketing para a promoção dos programas, o desempenho da tecnologia utilizada, verifica-se os ajustes necessários no sistema de faturamento da concessionária e as faixas de horários, dentro do período da ponta, a serem oferecidas aos participantes, e os respectivos percentuais de desconto.

Em resumo, o objetivo do projeto piloto é o de aprofundar as análises de viabilidade técnico-econômica para a implementação de um projeto de GLD, prevendo os resultados que podem ser alcançados com a implantação do programa em larga escala.

3.3.2 - Escolha do Horário de Gerenciamento

A determinação do horário de gerenciamento deve ser escolhido de forma criteriosa, e deve ser bem posicionado em relação ao horário de ponta, verificando sua mudança em relação ao período do ano (verão/inverno), onde ocorrem mudanças no horário de consumo.

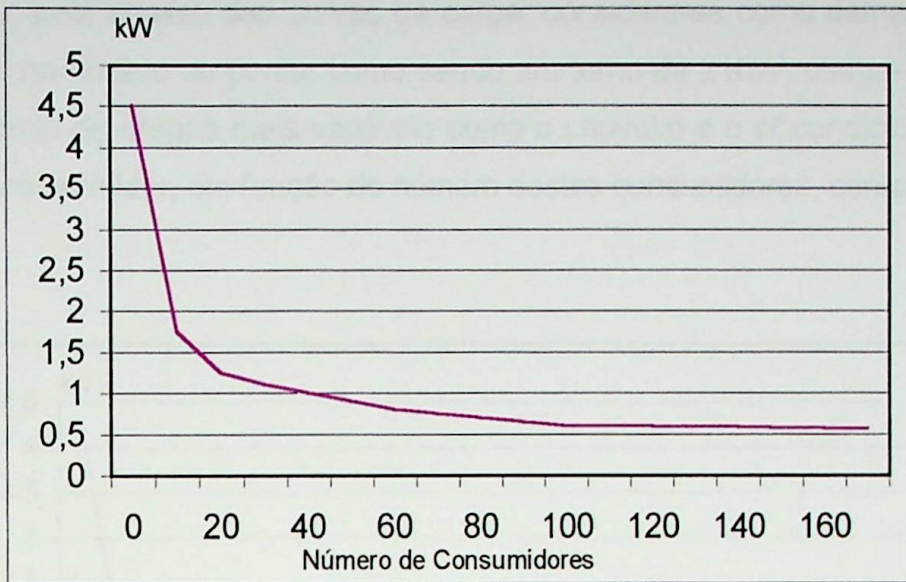
A experiência da Light Serviços de Eletricidade S/A no Rio de Janeiro, levou a verificação de que o período crítico de carregamento corresponde ao de verão e está situado no intervalo de 21:00h às 23:00h (com a ponta máxima ocorrendo às 22:00h). E não de 18:00h às 19:30h conforme previamente estabelecido no projeto piloto, onde a duração do intervalo de 1:30h é pequena, para esta época do ano, considerando a conformação das curvas de cargas da subestação e dos transformadores de distribuição. Sendo que o período mínimo de duração do intervalo de gerenciamento, deveria ser de 2:00h com o ideal de 3:00h.

Através desta experiência, pode-se verificar a necessidade de uma escolha criteriosa do horário de gerenciamento, antes mesmo da implantação do projeto piloto, pois mudanças posteriores causam desgastes perante os consumidores, que em muitos casos não as aceitam, causando a desistência de clientes do projeto.

3.3.3 - Potencial de Modulação

Em pesquisas realizadas pela Light na ocasião da implantação do projeto piloto acima citado, constatou que a demanda média na ponta do sistema seria de 620W, possuindo um potencial de modulação de 295W, em apenas dois usos finais, ou seja, chuveiro elétrico com 170W (57,6%) e ar condicionado com 125W (42,4%).

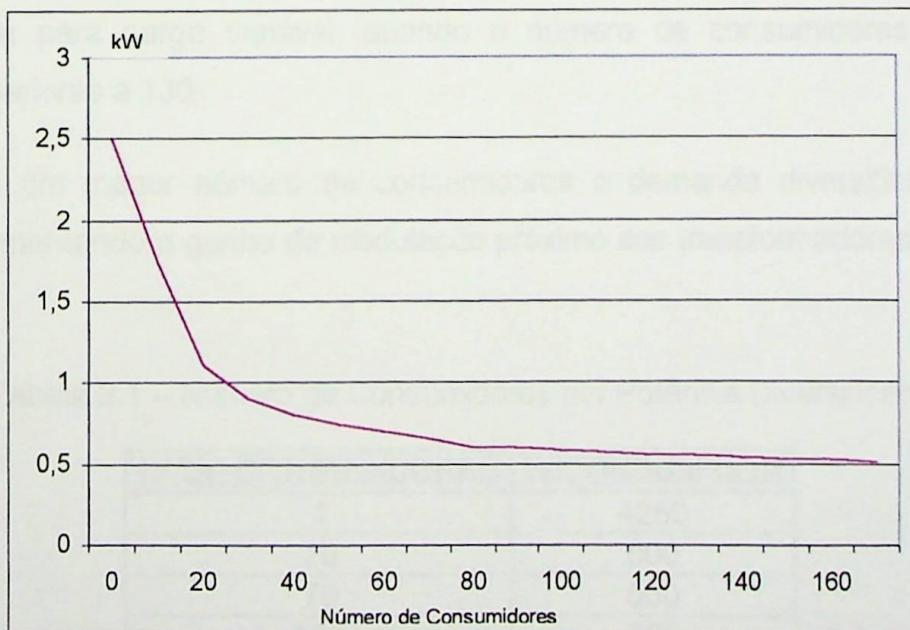
Analisando-se as curvas de carga, pode-se concluir que existe um potencial de modulação que varia em função do número (n) de consumidores. Ao nível do consumidor verificam-se demandas pontuais, características de uso de chuveiros elétricos, variando de 1850W até 4500W, com uma média de 2500W. Ao nível de um conjunto de 8 consumidores, verificam-se demandas coincidentes, na ponta, de até 1400W, por consumidor. Ao nível dos transformadores de distribuição encontraram-se demandas coincidentes, na ponta, de até 650W por consumidor, com tendência para 600W, coerentes com os dados de pesquisa, a Figura 3.1, foi elaborada a partir dos dados de medição, mostrando a demanda diversificada em função do número de consumidores envolvidos:



Fonte: Light, 1998.

Figura 3.1 – Demanda Diversificada por Consumidor Residencial da Light.

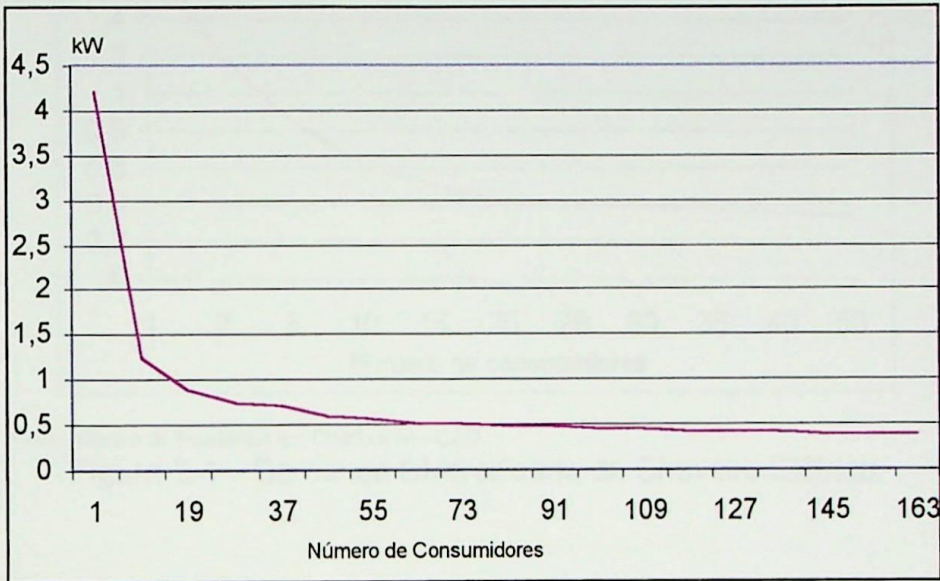
A título de comparação, a Figura 3.2, apresenta o gráfico da demanda diversificada por consumidor residencial, em função do número aglutinado destes consumidores, na faixa de 150 a 300 kWh/mês, usada em dimensionamento e planejamento de distribuição de energia pela CEMIG, conforme Norma de Distribuição ND-3.1 [35].



Fonte: ND-3.1

Figura 3.2 – Demanda Máxima Diversificada por Consumidor Residencial da CEMIG.

Ainda, pela análise das curvas de carga, considera-se como demanda firme do consumidor, no horário de ponta, como sendo em torno de 210W, chega-se a valores de coincidência de cargas mais variáveis como o chuveiro e o ar condicionado, dados em kW por consumidor, em função do número destes consumidores, conforme a Figura 3.3.



Fonte: Light, 1998

Figura 3.3 - Demanda Máxima Coincidente da Carga Variável.

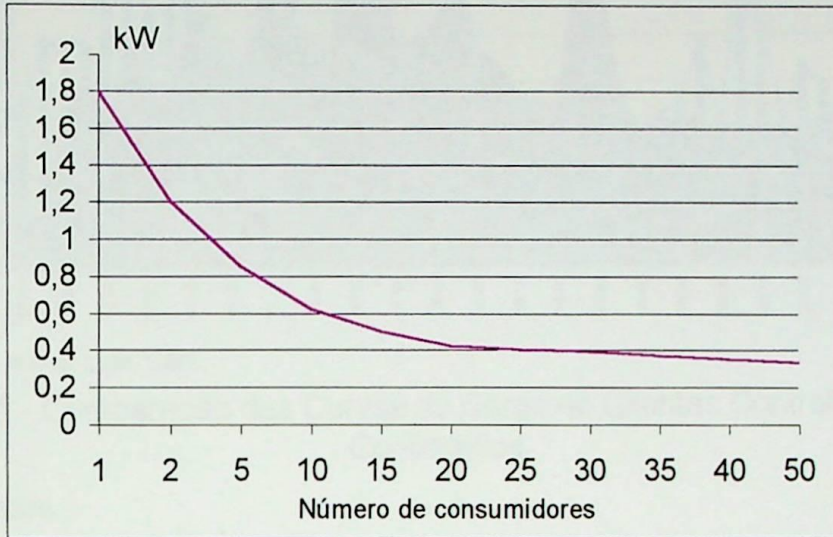
Observa-se uma tendência de valor de 300W/consumidor, de demanda diversificada para carga variável, quando o número de consumidores tende para valores superiores a 130.

Para um menor número de consumidores a demanda diversificada tende a crescer, aumentando o ganho de modulação próximo aos transformadores, conforme a tabela 3.1:

Tabela 3.1 – Número de Consumidores por Potência Diversificada.

Nº DE CONSUMIDORES	W/CONSUMIDOR
1	4250
20	800
70	500
130	300

Como parâmetro de comparação, o gráfico da Figura 3.4, mostra a demanda diversificada de chuveiro elétrico, em trabalho divulgado pelo CED (Centro de Excelência em Distribuição de Energia) [35]:



Fonte: Centro de Excelência em Distribuição - CED

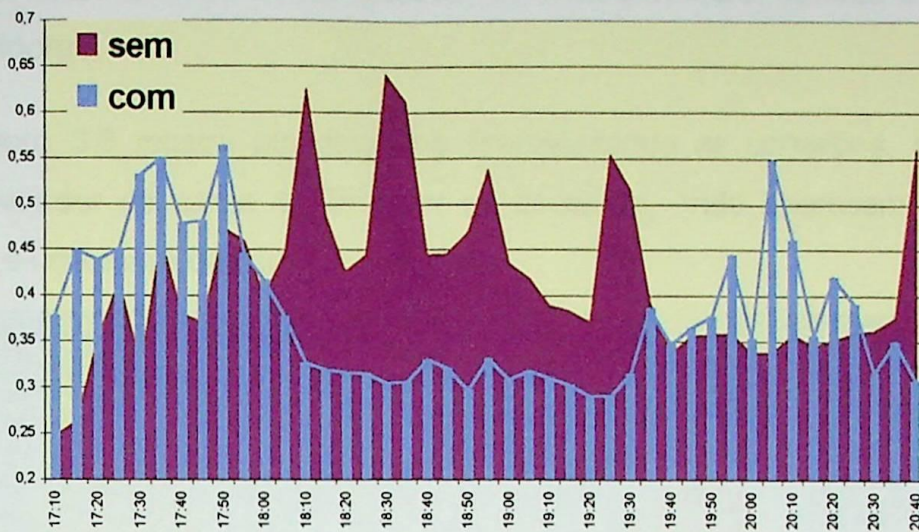
Figura 3.4 – Demanda Diversificada de Chuveiro Elétrico.

A tendência da demanda diversificada por chuveiro elétrico em função do número de aparelhos é de 300 W/chuveiro, com a demanda crescendo para um número menor, coerente com a interpretação dos gráficos anteriores.

Pelas análises efetuadas estima-se um potencial de deslocamento de demanda de 300 W por controlador, considerando a modulação de cargas variáveis.

Como forma de verificação dos dados apresentados pelas curvas anteriores, foi levantada as curvas de carga da Figura 3.5 [34], que foram elaboradas a partir dos dados de medição com 9 consumidores com controlador e 4 sem controlador.

Onde por meio da extensão da série de dados, gerou-se novas curvas a partir das originais, simulando o comportamento de um grupo de 45 consumidores correspondendo ao comportamento de um transformador de distribuição. O ganho de potência obtido ao nível de um grupo de consumidores chega a 310W médios por consumidor, consolidando os resultados anteriores, pois este valor corresponde aos alcançados pelas curvas de demanda diversificada apresentada.



Fonte: Light, 1998.

Figura 3.5 - Comparação das Curvas de Carga de Clientes Controlados e Não-Controlados.



3.4 - Usos Finais

3.4.1 - Limitador de Demanda

Os Limitadores de Demanda são equipamentos instalados no painel de entrada de energia do consumidor, constituído de um módulo chaveador de carga, que é uma unidade limitadora de demanda, instalada para cada consumidor individualmente. O módulo compõe-se de um contactor e dois disjuntores de diferentes correntes nominais, um de valor maior e outro menor (normalmente de 40A e de 15A). O contactor comuta a alimentação do consumidor do disjuntor de maior valor (40A), para o disjuntor de menor valor (15A), no início do horário de ponta, retornando ao disjuntor de maior valor (40A) ao final deste horário.

O contactor do módulo chaveador pode ser acionado de duas maneiras: ou por um sistema de *timer* pré-programado, ou por um sistema de chaveamento por telecomando. No primeiro caso, para cada consumidor, deve-se fazer uma programação do horário de acionamento. Este sistema provoca uma série de inconveniências. Se for um projeto ainda em sua fase piloto, onde os ajustes do horário de acionamento ainda estão em estudo, ou a cada mudança do horário de verão, terá de ser refeita a programação em todos os consumidores. Por este motivo este sistema

de chaveamento não é utilizado, sendo então utilizado um sistema de chaveamento por telecomando, onde através de um receptor de onda portadora, comuta a alimentação dos consumidores.

A Figura 3.6 mostra um diagrama representando as conexões, sem e como módulo chaveador de carga do limitador de demanda, onde aparecem as unidades chaveadora e limitadora de carga.

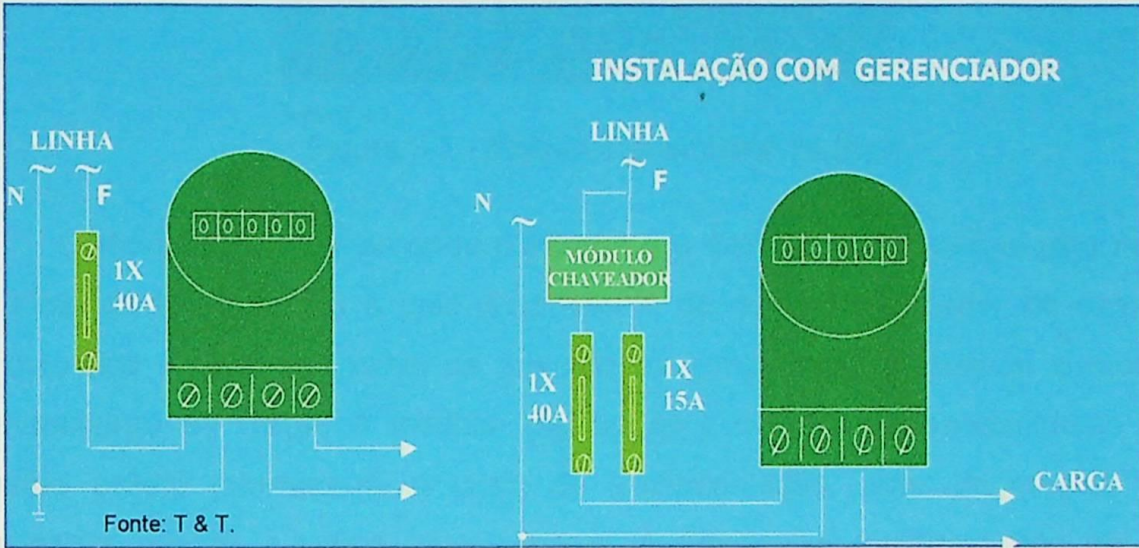


Figura 3.6 – Diagrama de Instalação/Ligação do Módulo Chaveador.

A título de exemplificação tem-se o equipamento da *T&T Company do Brasil*, que utiliza um sistema de tecnologia desenvolvida pelo *CEPEL- ELETROBRÁS*, que é composto de três módulos: Módulo Transmissor de Onda Portadora, Módulo Receptor de Onda Portadora e Módulo Chaveador de Carga.

O módulo transmissor de onda portadora é instalado junto ao transformador de média/baixa tensão e é o equipamento responsável pela geração e injeção do sinal de telecomando que indica o início ou o fim do período de limitação de demanda segundo a ordem de um microcontrolador programável alojado na mesma caixa que abriga o transmissor. A Figura 3.7 apresenta a foto do transmissor instalado no poste.



Fonte:T & T.

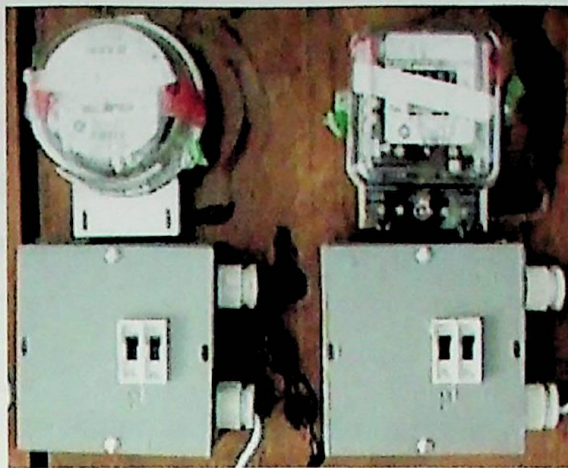
Figura 3.7 - Módulo Transmissor de Sinal.

O módulo receptor de onda portadora é o elemento responsável pela recepção do sinal de telecomando e pelo acionamento do módulo chaveador de carga. Este módulo fica alojado no painel de medição do consumidor, acionando o módulo de chaveamento de carga. A medida que cresce o número de consumidores em um mesmo prédio minimiza-se o custo da implementação, pois um mesmo módulo chaveador atende a vários consumidores. A Figura 3.8 mostra a foto do módulo receptor instalado no quadro de distribuição, e a seguir é apresentada a Figura 3.9, referente ao módulo chaveador instalado na caixa de medição de dois consumidores.



Fonte: T & T.

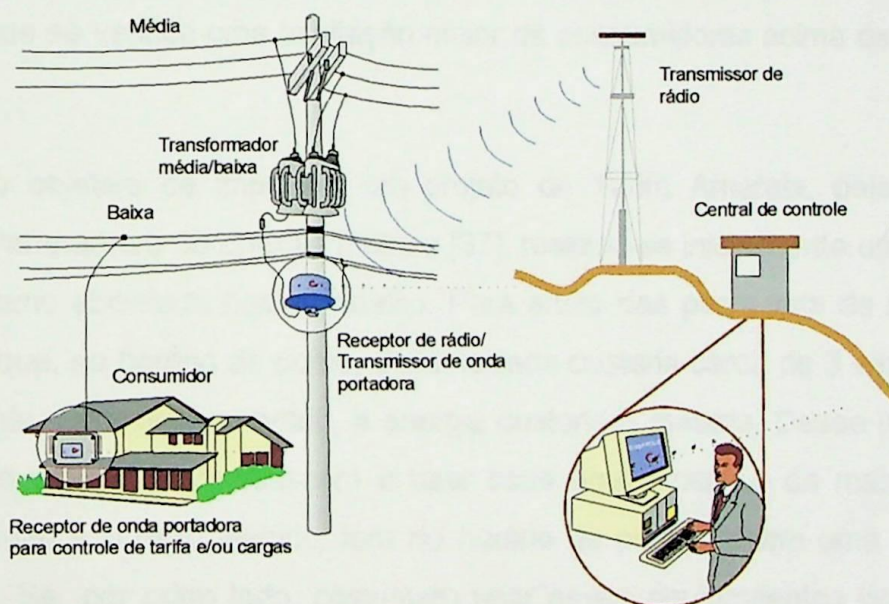
Figura 3.8 – Módulo Receptor.



Fonte: T & T.

Figura 3.9 - Módulo Chaveador em Dois Consumidores.

A configuração completa do sistema prevê um enlace de rádio, possibilitando a centralização total do comando de limitação de demanda em substituição a programação individual dos transmissores de onda portadora através dos microcontroladores. A configuração completa do sistema pode ser visualizada na Figura 3.10.



Fonte: T & T.

Figura 3.10 - Sistema em Configuração Completa.

O enlace de rádio utiliza-se da onda portadora de uma emissora comercial na faixa de ondas médias, transmitindo-se a informação por modulação de fase da portadora sem causar interferência no áudio.

A configuração completa permite uma grande flexibilização para alterar o período de ponta sempre que for necessário ou conveniente, programação de postos tarifários, desligamento de consumidores inadimplentes, etc.

3.4.2 - Tarifa Amarela

Com o objetivo de obter a modulação da curva de carga, foi aberta a possibilidade de se ter uma nova modalidade tarifária para os consumidores ligados na baixa tensão, na qual o preço da energia é maior no horário de ponta do que fora desse horário. A chamada tarifa amarela.

Normalmente os projetos envolvendo este sistema de tarifação, vêm sendo desenvolvidos em consumidores com consumo médio mensal acima de 250 kWh [36]. Em medições já realizadas, após a implantação deste tipo de projeto, confirmou-se os dados levantados em pesquisas de opinião realizadas previamente à implantação do projeto, em que se verifica uma aceitação maior de consumidores acima desta faixa de consumo.

Com o objetivo de implantar um projeto de Tarifa Amarela, pela COPEL – Companhia Paranaense de Energia Elétrica [37], realizou-se inicialmente uma pesquisa de campo, como abordado neste trabalho. Para efeito das pesquisas de mercado foi considerado que, no horário de ponta, a eletricidade custaria cerca de 3 vezes mais do que atualmente. Fora desse horário, a energia custaria a metade. Desse modo, se os moradores de uma casa passassem a usar seus equipamentos de maior potência, como o chuveiro e o ferro elétrico, fora do horário de ponta, teriam uma redução na conta de luz. Se, por outro lado, costumam usar esses equipamentos no horário de ponta, e continuarem a utilizá-los nesse horário, pagariam mais pela energia.

Na pesquisa realizada pela COPEL, procurou-se dar um enfoque específico nos impactos causados na curva de carga e no consumo do mercado, ou seja, na arrecadação e nos investimentos. Os recursos necessários para a implantação e o grau de aceitação da nova tarifa pela população, se mostraram diferentes, das respostas obtidas por pesquisa realizada, por exemplo, para a implantação de projetos de controle de demanda.

Esta diferença nas respostas das pesquisas, verifica-se analisando-se os dados obtido pela COPEL, quando da aplicação de seu projeto piloto. Projetos com desconto nas tarifas (i.é, controle de carga) para o horário de ponta, tem uma resposta melhor em faixas de menor consumo, entre 161 a 300 kWh/mês, e projetos com acréscimo, como os de Tarifa Amarela, apresentam uma resposta melhor a este tipo de estímulo tarifário, em uma faixa de consumo de 301 a 500 kWh/mês. Esta resposta está coerente com dados de outros projetos¹, que apontam para uma faixa acima de 250 kWh/mês, quando da aplicação de projetos de Tarifa Amarela.

Existem dois sistemas básicos, para a implementação de projetos de Tarifa Amarela, o Sistema "Ripple Control" e o "Relé Horário".

O sistema Ripple Control consiste de um sistema de telecomando, utilizando-se da própria rede de distribuição (sistema Carrier), para o envio do sinal da mudança do posto horário. Este sistema vem se mostrando bastante confiável na implementação destes projetos, pois apresenta as mesmas vantagens dos sistemas Limitadores de Demanda telecomandados, ou seja, permite uma grande flexibilização para alterar o período de ponta, postos tarifários e desligamento de clientes inadimplentes.

Outro sistema existente é o de Relé Horário, que apresenta alguns problemas, principalmente com relação a flexibilização nas mudanças de postos tarifários e alteração no período de ponta, resultando dispêndios de mão-de-obra. Em projetos piloto, onde o número de participantes é pequeno, este sistema se mostra eficiente pois é de custo reduzido em relação ao Ripple Control, servindo como ótimo instrumento de laboratório.

3.4.3 - Aquecedor Solar de Baixo Custo

O chuveiro de resistência elétrica é o mais comum equipamento utilizado para aquecimento de água para banho, sendo largamente utilizado por todo o país. Estima-se que é utilizado por cerca de 85% dos consumidores residenciais [38]. Estes dispositivos possuem geralmente uma faixa de potência de 2kW a 6 kW, por um custo muito baixo, em torno de U.S. \$ 10 a 12 no mercado varejista.

¹Por exemplo, o projeto da CEMIG, implantado em Juiz de Fora

O uso do aquecimento solar ainda é pouco difundido, principalmente por seu alto custo U.S. \$ 1000 a 3000 [38] Os sistemas de gás canalizado ainda são pouco difundidos no Brasil.

A substituição dos sistemas elétricos para aquecimento de água do banho, por outras tecnologias, trazem grandes vantagens econômicas para as concessionárias e consumidores, como se pode verificar na Tabela 3.2. Esta apresenta dados e informações colhidos de projetos realizados por concessionárias do estado de São Paulo, onde para cada kW requerido no pico da demanda pelos chuveiros elétricos (onde existe uma grande coincidência no horário de funcionamento) tem-se grandes somas de investimentos [39]. Se outras tecnologias fossem utilizadas em substituição ao chuveiro elétrico, as concessionárias teriam grandes benefícios evitando os picos de demanda no horário de ponta do sistema.

Tabela 3.2 – Economia com a Substituição do Chuveiro Elétrico por Outras Tecnologias de Aquecimento da Água.

Economia com a Substituição do Chuveiro Elétrico por Outras Tecnologias de Aquecimento de Água		Concessionárias	Consumidores
Custo da energia elétrica conservada (US \$/kWh)	Aquecedor solar convencional	0,02	0,54
	Aquecedor solar modificado	-0,08	0,21
	Aquecedores a gás	-0,06	0,21
	Aquecedores elétricos (pico)	0,26	-
	Tarifa média residencial	-	0,07
Custo para se evitar o pico na demanda (US \$/kWh)	Aquecedor solar convencional	527	-
	Aquecedor solar modificado	-1,815	-
	Aquecedores a gás	-902	-

Nota: Dados referentes ao estado de São Paulo em 1993

Para o consumidor, somando-se ao fato do chuveiro elétrico ser de fácil instalação e de baixo custo, comparado a outros sistemas de aquecimento, tem-se que os preços das tarifas de fornecimento não tornarem atrativos os investimentos em outros sistemas de aquecimento de água para o banho.

As grandes vantagens obtidas com a substituição dos chuveiros elétricos por sistemas de aquecimento mais eficientes, faz com que várias concessionária,

principalmente a CEMIG [34], CEB [40] e a CPFL [44], apliquem esforços em pesquisa e desenvolvimentos em equipamentos que sejam economicamente atraentes para os consumidores.

Como uma das alternativas consideradas para reduzir a potência demandada no aquecimento de água residencial no horário de ponta, tem-se a tecnologia do Pré-Aquecedor Solar de Água para Chuveiros Elétricos de Potência Reduzida.

A tecnologia empregada em sistemas de aquecimento solar de água para uso residencial, por meio de coletores solares do tipo placa plana, é bem dominada e tem sido empregada com bons resultados. Isto se verifica quando os aquecedores são projetados, construídos e instalados de forma adequada [42]. Existem milhares de sistemas instalados no país. Esses aquecedores, entretanto, encontra-se instalados geralmente em casas de classes sociais de maior poder aquisitivo.

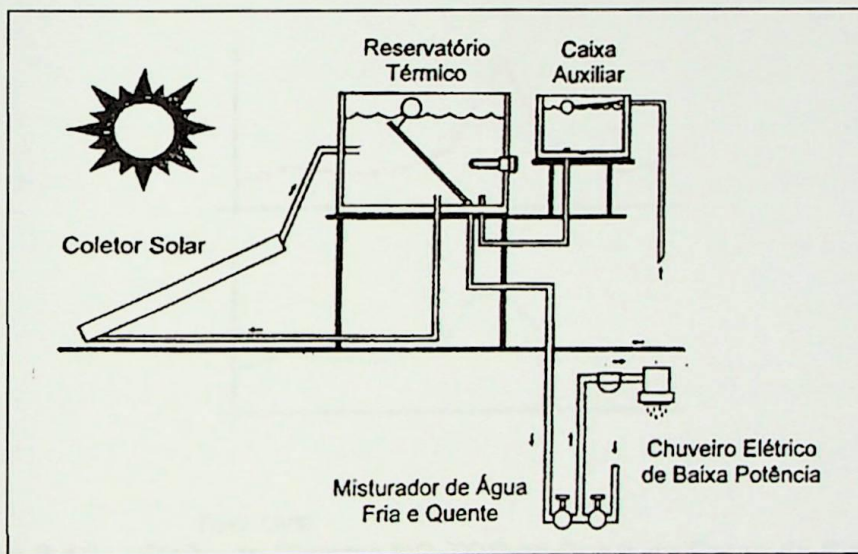
Uma das barreiras à maior disseminação do uso de aquecedores solares de água refere-se ao valor do investimento inicial, relativamente elevado, pois os equipamentos são construídos com materiais nobres e de maneira artesanal e em pequena escala. A ampliação do aproveitamento da energia solar em residências passa, necessariamente, pela redução do preço dos equipamentos. Sabe-se, entretanto, que por mais baixo que seja o custo do aquecedor solar, ele deverá sempre ter preço maior do que o do chuveiro elétrico, por ser um sistema de acumulação de água quente.

Estudos vem sendo feitos no sentido de desenvolver um sistema de aquecimento solar de custo reduzido, quando comparado a aquecimentos solares tradicionais para aquecimento da água do banho, configurando alternativas ao chuveiro elétrico, e acessível à população de baixa renda.

A preocupação central, no desenvolvimento destes projetos, foi desenvolver sistemas de aquecimento solar de baixo custo mas que não significasse necessariamente baixa eficiência, apesar de, em muitos casos, haver redução relativa de rendimento térmico ou da vida útil. O ponto central neste desenvolvimento é de

otimizar ao máximo a configuração do sistema, minimizando custos sem prejuízo do desempenho energético e econômico, tomando-os economicamente mais viáveis.

O Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) é basicamente um aquecedor solar projetado para fornecer água pré-aquecida a uma certa temperatura a um chuveiro de baixa potência. Este tem a função de elevar a temperatura até a de banho. O sistema inclui um resistor elétrico no reservatório térmico, também de potência reduzida, para garantir a energia em dias de baixa radiação solar incidente, conforme Figura 3.11. A soma das potências dos dois resistores, normalmente, é menor do que a metade da potência dos chuveiros elétricos comuns[43].



Fonte: CPFL

Figura 3.11 – Esquema do Pré-Aquecedor Solar.

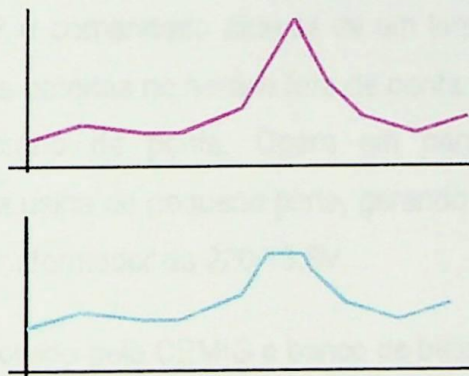
Os primeiros protótipos dos sistemas foram especificados com um reservatório térmico (RT) de 500 litros, coletor solar com 2m² de área, potência do resistor do RT de 350 W, potência do chuveiro de 1659 W e temperatura de pré-aquecimento, controlada pro termostato, de 30 °C, projetado para ser instalado em casas já construídas [43].

Através dos resultados das pesquisas realizadas após a implantação de projetos de ASBC, pode-se constatar elevada satisfação por parte dos usuários e reduções no consumo de energia e na demanda de ponta. A economia de energia observada foi menor do que a esperada, em alguns casos, devido ao aumento do conforto (maior

vazão de água quente e maior número e duração de banhos), conforme medições e declarações dos usuários[39].

3.4.4 - Sistema NO-TOP

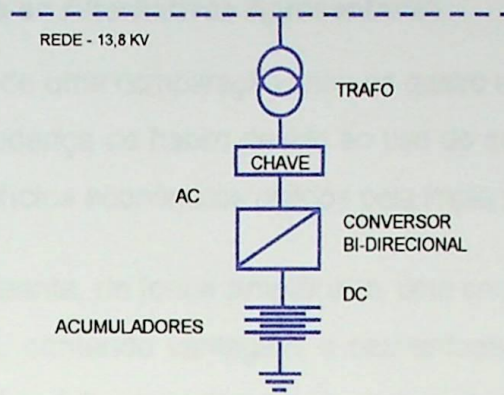
O sistema “NO-TOP” desenvolvido pela CEMIG [44] é uma forma alternativa de eliminar os picos de demanda dentro do horário de ponta (Figura 3.12). Sendo um acumulador de energia fora da ponta, a mesma estará disponibilizada no horário de ponta, suplementando a necessidade energética neste horário de altas demandas, surgindo aí a razão de seu nome (NO: não; TOP: ponta).



Fonte: CMIG

Figura 3.12 – Efeito do Sistema NO-TOP na Curva de Carga do Sistema.

Este sistema consiste em um equalizador de demanda, onde um banco de baterias DC (acumuladores), é convertido em sinal AC através de um conversor bidirecional. Este sinal é injetado na rede primária de distribuição no local de máximas demandas do horário de ponta do sistema elétrico. Fora da ponta, este banco de baterias é recarregado, através do conversor bidirecional, mantendo-se apto a entrar em operação na próxima ocorrência do pico de demanda do sistema, conforme Figura 3.13.



Fonte: CEMIG
Figura 3.13 – Esquema em Blocos do Sistema NO-TOP.

O sistema NO-TOP é comandado através de um temporizador que comanda o retificador para carregar as baterias no horário fora de ponta, acionando o inversor para injetar a energia no horário de ponta. Opera em paralelo com o sistema da concessionária, como uma usina de pequeno porte, gerando em 220 V e interliga-se ao sistema através de um transformador de 220/13.8V.

No sistema desenvolvido pela CEMIG o banco de bateria é carregado através do retificador durante 23 horas no máximo, operando como inversor durante uma hora, pré-definido pelo temporizador. Este equipamento poderia ser aperfeiçoado através de um sistema de detecção de nível, para que entre em operação somente após um determinado valor de potência, pré-determinado, da rede em que estiver ligado.

Em seus primeiros resultados o NO-TOP vem se mostrando bastante eficiente, apresentando uma relação custo benefício favorável à continuidade dos estudos para o seu desenvolvimento e aprimoramento. Apresenta a vantagem, de estar ligado diretamente ao transformador de distribuição, sendo assim, um sistema de GLD que independe do hábito e usos e nem da faixa de consumo.

3.5 - Comparação Entre as Alternativas Apresentadas

Para a realização de uma comparação entre as quatro alternativas apresentadas, deve-se considerar a mudança de hábito devido ao uso do equipamento por parte dos consumidores e os benefícios econômicos obtidos pela implantação destas mudanças.

A Tabela 3.3 apresenta, de forma simplificada, uma comparação das alternativas expostas neste trabalho, contendo vantagens e desvantagens para o consumidor. A realização de comparações é fundamental em programas de GLD, quando os mesmos dependem de adesões voluntárias dos consumidores aos programas.

Tabela 3.3 - Comparação Entre as Alternativas.

ALTERNATIVAS	VANTAGEM PARA O CONSUMIDOR	DESVANTAGENS PARA O CONSUMIDOR
Limitador de Demanda Residencial	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição garantida do Valor da conta de energia (desconto de 20%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Impossibilidade do banho, com água quente, no horário de ponta.
Tarifa Amarela	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidade no horário de banho • Diminuição da conta de energia se mudar o horário de banho 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do valor da conta de energia, se não mudar o hábito do banho.
Aquecedor Solar de Baixo Custo	<ul style="list-style-type: none"> • Não é necessário mudar o horário de banho • Diminuição do valor da conta de energia • Aumento do conforto no banho 	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento inicial • Aumento eventual, do valor da conta de energia.
Sistema NO-TOP	<ul style="list-style-type: none"> • Não é necessária a mudança de hábitos e costumes 	<ul style="list-style-type: none"> • Não implica em desvantagens para o consumidor

Todas as alternativas apresentadas apresentam vantagens e desvantagens, sobre a óptica dos consumidores e/ou da concessionária. A escolha de cada caso depende da situação em particular, onde a opção correta relaciona-se ao resultado de uma pesquisa de posses e hábitos dos consumidores. Considera-se a aceitação por

parte destes, a disponibilidade econômica e a relação custo benefício (tanto da concessionária como dos consumidores).

ANÁLISE DOS RESULTADOS ESPERADOS NA APLICAÇÃO DA RESOLUÇÃO Nº 278/2005 PARA O MERCADO NACIONAL

4.1- Introdução

Em o ano de 2005, aproximadamente metade do GLD total, ainda não implementado no Brasil. Em função disto, a PROCEL, em 2004, decidiu pela concessão de 2.000 MW de capacidade e implementação de um projeto piloto de GLD na região do Vale do Paraíba. Como se trata de uma região com elevada utilização de energia elétrica, o projeto de custo de energia elétrica é considerado em referência ao custo médio de produção de energia.

Este trabalho tem por objetivo em primeiro lugar, em termos de metodologia, apresentar os aspectos relativos ao processo de concessão e operação, a estrutura de custos de produção e a metodologia utilizada para a avaliação econômica dos projetos de geração de energia elétrica, bem como a metodologia utilizada para a avaliação econômica dos projetos de transmissão de energia elétrica e a metodologia utilizada para a avaliação econômica dos projetos de distribuição de energia elétrica.

Os objetivos são: a) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, b) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, c) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, d) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, e) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, f) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, g) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, h) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, i) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, j) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, k) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, l) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, m) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, n) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, o) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, p) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, q) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, r) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, s) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, t) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, u) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, v) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, w) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, x) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, y) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro, z) a avaliação da situação econômica do setor elétrico brasileiro.

PROCEL, 2005, p. 100. Disponível em: <http://www.procel.com.br/>

CAPÍTULO IV

ANÁLISE DOS RESULTADOS ESPERADOS NA APLICAÇÃO DA RESOLUÇÃO N.º 242/98 PARA O BIÊNIO 1998/1999

4.1- Introdução

Até o ano de 1993, praticamente nenhuma ação de GLD havia, ainda, sido implementada no Brasil. Em função disto, o PROCEL em 1994, concluiu pela necessidade de ajudar financeiramente a implementação de um projeto pioneiro de GLD na região do Vale do Jequitinhonha, Estado de Minas Gerais [44], para estimular a utilização do chuveiro elétrico fora do período de ponta da região. Este projeto passou a ser referência para os projetos que se seguiram.

Hoje existem vários projetos em andamento e/ou em estudo, envolvendo programas relativos a iluminação residencial e pública, a concessão de incentivos para compra de refrigeradores e aparelhos de ar-condicionado eficientes, a tarifas diferenciadas, bem como a dispositivos limitadores da demanda e a aquecedores solares de baixo custo, entre outros, conforme descrito no CAPÍTULO III deste trabalho.

Os esforços em conservação de energia elétrica no Brasil tiveram sua consolidação efetiva com a entrada em vigor da resolução ANEEL¹ nº 242 de 24/07/1998 e dos Ofícios nº 051/98 – ANEEL e nº 055/98 –SFF/ANEEL. Esta resolução definiu limites mínimos para aplicação dos recursos e as áreas prioritárias para sua aplicação, gerando programas com grande diversidade de projetos, atingindo o mercado de forma abrangente e estabelecendo modelos de apresentação e critérios para sua aprovação, se tomando a mais importante política pública de eficiência energética do setor elétrico brasileiro. O montante de investimentos, somente no

¹Esta resolução é detalhada no Capítulo II, seção 2.7.1 deste trabalho.

primeiro ano de vigência (1998), somou R\$ 196 milhões, suplantando o total de investimentos até então realizados no setor [8].

Esta iniciativa tomada pelo poder regulador se tomou de fundamental importância para o processo de construção de um mercado de eficiência energética no Brasil. Pode-se dividir os programas de efficientização energética no Brasil em duas etapas, ou sejam, antes e depois da entrada em vigor da resolução nº 242. A partir desta resolução os recursos para a implementação dos projetos e passaram a ser provenientes, basicamente, dos recursos de Reserva Global de Reversão - RGR - fundo do Governo Federal administrado pela Eletrobrás², e de recursos possíveis de infra-estrutura disponíveis nas concessionárias. Hoje pode-se vivenciar uma experiência única de trabalhos ordenados de implantação de projetos de conservação de energia por parte das empresas concessionárias de energia elétrica.

Para elaboração do Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica pelas concessionárias, a ANEEL disponibiliza o *"Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica"* [45], que determina todos os procedimentos para elaboração dos projetos, sugerindo os tipos de ações que podem ser adotadas pelas concessionárias, e para cada ação o manual estipula índices ou forma de cálculo para se chegar no valor final de economia de energia e/ou diminuição de demanda.

Como forma de divulgação desta importante política de efficientização energética foi elaborado e disponibilizado pela ANEEL o *"Relatório Síntese dos Programas de Combate a Desperdício de Energia Elétrica para o Ciclo 1998/1999"*, que apresenta um resumo de todos os programas concluídos ou em fase de implementação.

O que se pretende realizar neste capítulo é uma análise dos resultados esperados com a implantação dos programas. A realização desta análise foi motivada pelo fato de que os resultados esperados apresentam, em ações de mesma natureza, discrepâncias em seu resultado. Ao final deste estudo, será verificado se é possível identificar os motivos que levaram as empresas a apresentarem expectativas tão

² Ver CAPÍTULO II, seção 2.7.2, deste trabalho

otimistas ou pessimistas em relação aos resultados de seus programas, já que todos os projetos apresentados devem ser norteados pelo mesmo manual de elaboração dos projetos.

Com relação a esta análise deve-se ressaltar que estar-se-á lidando com empresas de diferentes regiões do país, que apresentam situações sócio-econômicas distintas, sendo talvez esta causa, mas não a única, de distorções entre os resultados esperados pelas concessionárias. Como será verificado existem ações iguais implementadas por empresas diferentes, mas localizadas em regiões de mesma natureza sócio-econômicas, que apresentam resultados esperados e custo por tipo de projeto, totalmente diferente, então, qual seria o motivo destas diferenças? Com a análise aqui realizada, não foi possível concluir com exatidão, e nem chegar à resposta da questão colocada, talvez com o conhecimento mais profundo de cada projeto, poderia-se chegar a conclusões mais conclusivas.

Pelo manual para elaboração dos programas pode-se verificar que não existe diferenças, na forma de se calcular os resultados esperados, em função da região do país, condição social da região onde se está implementando o projeto ou a condição técnica atual do local, ou seja, o comportamento atual da curva de carga, que é um ponto que pode influenciar a relação Custo/Benefício do projeto.

Apesar da necessidade natural de aperfeiçoamentos que surgirão com as novas versões do manual, o que é realmente importante é que o Brasil finalmente possui uma política bem estruturada e definida em relação a esta importante questão, criando a obrigatoriedade das concessionárias investirem recursos onde até pouco tempo existiam enormes barreiras.

Esta nova política vem de encontro com as novas tendências da economia, onde predomina a maximização do lucro, e buscando formas de manejo do mercado e uma profunda interação com seus clientes, que se beneficiam de forma direta através de benefícios econômicos, vislumbrando novas formas de redução de seus custos, através da redução do consumo de energia elétrica.

ANEEL, 1998, resume:

“Consolida-se uma nova atitude sobre o desperdício em nosso País. Mudar comportamentos não é uma tarefa fácil. Somente com exemplos concretos e com uma estratégia adequada de comunicação criam-se as condições para gerar transformações estruturais na forma como o brasileiro lida com esta questão”.

A seguir, apresentar-se-á as empresas envolvidas no ciclo 1998/1999 e o conjunto de programas implementados e seus respectivos resultados esperados pelos programas, abordando-os de forma quantitativa, ou seja, analisando os benefícios diretos previstos, em termos de energia economizada e demanda retirada da ponta, comparando-os e verificando de forma analítica as diferenças apresentadas.

4.2– As Empresas Envolvidas no Ciclo 1998/1999

Para o ciclo 1998/1999 foram apresentados projetos de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica por 17 empresas concessionárias de energia elétrica, que tiveram seus contratos de concessão celebrados ou renovados. Este ciclo toma como base o ano de 1998 para o cálculo da RA e 1999 como o ano de início da execução dos projetos.

Para o ciclo 1999/2000, 62 empresas que tiveram seus contratos assinados ou renovados apresentaram seus projetos a ANEEL, os quais estão em fase de implantação e/ou aprovação. Para este ciclo a agência publicou um novo manual, que semelhantemente ao anterior, apresenta as diretrizes para elaboração dos novos programas. Os critérios de investimentos para este ciclo foram determinados pela Resolução ANEEL nº 261 de 03 de Setembro de 1999. Neste estudo, não serão tecidos maiores comentários a respeito do ciclo 1999/200.

A Tabela 4.1 apresenta a sigla e a razão social das 17 empresas envolvidas no ciclo 1998/1999.

Tabela 4.1 – Empresas que Implementaram Programas no Ciclo 1998/1999.

AES-SUL	Distribuidora Gaúcha de Energia S/A
BANDEIRANTES	Empresa Bandeirante de Energia S/A
CELPA	Centrais Elétricas do Pará S/A
CEMAT	Centrais Elétricas Matogrossenses S/A
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais S/A
CERJ	Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro
COELBA	Companhia de Eletricidade da Bahia
COELCE	Companhia Energética do Ceará
CONSERN	Companhia Energética do Rio Grande do Norte
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
ELEKTRO	Eletricidade e Serviços S/A
ELETROPAULO	Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo
ENERGIPE	Empresa Energética do Sergipe S/A
ENERSUL	Empresa Energética do Mato Grosso do Sul S/A
ESCELSA	Espírito Santo Centrais Elétricas
LIGHT	Serviços de Eletricidade S/A
RGE	Rio Grande Energia S/A

4.3 - Análise do Desempenho dos Programas

Traçar um paralelo entre os programas pode se tornar uma tarefa difícil. Tem-se que levar em conta que cada empresa possui características diferentes, principalmente em relação ao perfil de seus consumidores, exigindo uma seleção bastante rigorosa dos critérios de análise.

Inicialmente irá ser realizada uma análise comparativa do desempenho dos programas de efficientização energética das empresas de uma forma global, ou seja, serão avaliados os resultados levando em consideração os valores totais investidos, o mercado de distribuição de cada empresa, e os resultados totais que se pretende atingir em termos de energia economizada e demanda retirada através da concepção de índices que traduzam esta realidade.

A Tabela 4.2 apresenta o resultado dos cálculos relativo aos índices do custo da energia conservada (R\$/GWh), custo da demanda retirada (R\$/MW) e energia conservada pelo mercado de distribuição(%).

Tabela 4.2 – Resultados Esperados para o Ciclo 1998/1999.

Concessionária	Investimentos Totais (R\$ mil)	Mercado Distribuição (GWh/ano)	Energia Conservada (GWh/ano)	Demanda Retirada (MW/ano)	Custo / Energia Conservada (R\$ / MWh)	Custo / Demanda Retirada (R\$ / MW)	Energia Conservada / Mercado de Distribuição (%)
AES-SUL	5.845,25	6.228,97	29,90	7,77	195,49	752,28	0,48
BANDEIRANTE	18.004,05	22.666,51	54,90	13,37	327,94	1346,60	0,24
CELPA	3.317,99	3.214,74	12,88	4,56	257,61	727,63	0,40
CEMAT	4.606,87	2.731,32	45,44	42,43	101,38	108,58	1,66
CEMIG	25.468,53	35.113,22	43,73	33,27	582,40	765,51	0,12
CERJ	20.133,66	6.884,92	68,35	14,36	294,57	1402,07	0,99
COELBA	9.342,92	9.027,55	66,17	14,55	141,20	642,13	0,73
COELCE	6.816,64	5.387,09	22,68	3,65	300,56	1867,57	0,42
COSERN	2.501,83	2.518,34	8,97	2,67	278,91	937,01	0,36
CPFL	16.202,00	18.858,39	39,30	16,82	412,26	963,26	0,21
ELEKTRO	8.472,76	5.061,51	20,34	9,45	416,56	896,59	0,40
ELETROPAULO	33.515,00	35.690,35	92,10	25,70	363,90	1304,09	0,26
ENERGIPE	1.689,48	1.653,28	12,45	2,87	135,70	588,67	0,75
ENERSUL	5.643,34	2.515,71	25,69	6,55	219,67	861,58	1,02
ESCELSA	5.182,03	19.481,10	20,49	6,52	252,91	794,79	0,11
LIGHT	22.704,83	23.720,62	133,58	28,56	169,97	794,99	0,56
RGE	6.678,57	5.004,40	57,65	16,51	115,85	404,52	1,15
TOTAL	196.125,74	205.758,01	754,61	249,61	MÉDIA 257,61	MÉDIA 785,73	MÉDIA 0,37

Fonte: ANEEL, 1999

Observando os resultados esperados, nota-se grandes diferenças nos índices calculados, que provavelmente não podem ser atribuídos ao fato de algumas empresas visarem, em seus projetos, metas quantitativas, como a utilização de Controladores de Demanda e Iluminação Eficiente, que influenciam diretamente no consumo e na demanda, ou metas qualitativas como Marketing e Treinamento, que apresentaram ótimos resultados, mas de difícil mensuração.

Verificando os índices calculados, pode-se concluir que o programa da CEMAT é o que prevê o maior alcance em relação ao seu mercado consumidor, apresentando a

melhor percentagem de economia de energia em relação ao seu mercado (1,66%), e custos mais baixos de energia economizada (101,38 R\$ / MWh) e de demanda retirada (108,58 R\$ / kW), estando estes valores bem abaixo do valor médio de todos os projetos, que foram respectivamente 257,61 R\$ / MWh e 785,73 R\$ / kW.

Por outro lado, outros programas apresentam números bem mais pessimistas, como o programa da CEMIG que apresenta um custo de energia economizada de 582,40 R\$ / MWh, bem acima da média, apesar de em termos de demanda retirada ter ficado em torno da média com 765,51 R\$ / kw. Outro programa como o da COELCE onde o custo da energia economizada foi de 300,56 R\$ / MWh, estando bem próximo do valor médio, mas em relação ao custo da demanda retirada, está acima da média, com 1867,57 R\$ / kW.

De posse destes dados, discriminou-se os valores aplicados por essas concessionárias e verificou-se que os três programas tiveram percentuais bem baixos aplicados em metas qualitativas (CEMAT 2%, CEMIG 2,8% e COELCE 5%), não podendo, então, ser esta a causa de tão grandes distorções.

Então a questão que se coloca é: por que os resultados esperados apresentam diferenças tão grandes?

A resposta a esta questão pode vir das diferenças sócio-econômicas inerentes de cada região em análise. Sendo assim, poderia-se concluir que os melhores resultados alcançados estariam nas regiões com menores índices de desenvolvimento sócio-econômico, e por conseqüência, nos locais onde se observa os menores fatores de carga, obtendo assim bons resultados em programas de efficientização.

Como pode-se observar, realmente esta é uma questão difícil de se concluir, principalmente com os poucos dados disponíveis, pois a simples análise dos números não traz a resposta a estas questões.

Na tentativa de se fazer uma análise mais profunda, serão estudados, nos itens seguintes, os programas por tipo de ação.

4.4 - Síntese dos Programas por Tipo de Projeto

Neste item, diferentemente do item anterior, onde foram analisados os programas como um todo, será feita a análise dos diversos tipos de projeto, considerando as ações desenvolvidas em efficientização de iluminação pública, projetos no âmbito residencial em efficientização de iluminação e programas de eletrodomésticos eficientes, modulação de carga, efficientização em indústrias, comércios/serviços e prédios públicos e perdas em sistemas de distribuição.

Para efeito de análise em cada tipo de ação serão criados três tipos de índices que levarão em conta o custo do ponto substituído ou introduzido no projeto, o custo da energia economizada e o custo da demanda retirada na ponta.

4.4.1 – Iluminação Pública

As redes de iluminação pública no Brasil atendem cerca de 12,3 milhões de pontos, com uma potência instalada da ordem de 2.470 MW e um consumo anual de 10.670 GWh [24]. Isso representa, aproximadamente, 3,5% da energia elétrica total consumida no país. Uma das principais características é que o período de consumo abrange todo o horário de ponta do sistema elétrico.

Os programas implementados pelas concessionárias substituíram 351.361 lâmpadas de iluminação pública por outras mais eficientes em diversos municípios, representando cerca de 2,9% do número total de pontos em iluminação pública no Brasil.

Para tanto, foram necessários recursos da ordem de R\$ 31 milhões, equivalentes a 49% do total investido, os quais acarretaram uma economia de 172,9 GWh/ano e 38,1MW a serem retirados da ponta.

Os projetos em iluminação pública envolvem basicamente a instalação de equipamentos eficientes em lâmpadas, luminárias, reatores e fotocélulas, além de projetos que envolvem a efficientização das redes de alimentação.

Em sua elaboração, deve ser especificado no projeto todas as características por cada tipo de ação adotado, discriminando o número de equipamentos a serem substituídos, os tipos e suas potências.

Esta descrição detalhada do projeto servirá como guia para o levantamento das metas em termos de número de pontos a serem substituídos, energia economizada (MWh/ano) e demanda retirada da ponta (kW).

A Tabela 4.3 apresenta os dados referentes a este tipo de ação com os índices para avaliação.

Tabela 4.3 – Iluminação Pública.

Concessionária	nº de ptos	Energia Conservada (MWh/ano)	Demanda Retirada (MW)	Custo (R\$ mil)	Custo/ N.º pts (pts/R\$)	Custo / Demanda Retirada (R\$/kW)	Custo / Energia Economizada (R\$/MWh)
AES-SUL	3.226	1.760	0,48	332,07	102,94	691,81	188,68
BANDEIRANTES	11.513	7.300	1,67	1.727,93	150,09	1034,69	236,70
CELPA	9.000	2.550	0,59	416,71	46,30	706,29	163,42
CEMAT	4.483	1.840	0,42	391,2	87,26	931,43	212,61
CEMIG	12.108	5.300	2,3	2.800,00	231,25	1217,39	528,30
CERJ	19.876	16.460	1,1	1.267,01	63,75	1151,83	76,98
COELBA	71.704	20.600	4,71	4.832,10	67,39	1025,92	234,57
COELCE	10.000	2.320	0,53	574,5	57,45	1083,96	247,63
COSERN	6.000	1.800	0,43	427,36	71,23	993,86	237,42
CPFL	9.930	6.110	1,39	1.940,00	195,37	1395,68	317,51
ELEKTRO	15.000	3.690	0,86	1.104,30	73,62	1284,07	299,27
ELETROPAULO	17.345	11.240	2,6	1.500,00	86,48	576,92	133,45
ENERGIPE	6.235	2.560	0,58	597,18	95,78	1029,62	233,27
ENERSUL	38.788	12.300	2,85	2.884,23	74,36	1012,01	234,49
ESCELSA	5.800	3.150	0,73	695,17	119,86	952,29	220,69
LIGHT	113.036	70.850	16,17	8.983,54	79,48	555,57	126,80
RGE	6.317	3.050	0,71	659,74	104,44	929,21	216,31
TOTAIS	360.361	172.880	38,12	31133,04	MÉDIA 86,48	MÉDIA 1.012,01	MÉDIA 233,27

Fonte: ANEEL, 1999

O manual disponibilizado pela ANEEL para a elaboração dos programas, apresenta todos os passos para o cálculo da energia economizada e demanda retirada, mas, neste tipo de ação é normal encontrarmos grandes diferenças nos índices, pois a simples informação do número de pontos substituídos não oferece subsídio suficiente para uma análise com mais criteriosa dos índices calculados, pois a variação de potências e de tipos de ações é muito grande, oferecendo margem para distorções. Para se fazer uma análise mais apurada seria necessário uma discriminação maior da ação adotada.

Contudo, com os dados fornecidos e os cálculos efetuados pode-se realizar algumas considerações, pois, apesar da falta de informação, pode-se verificar que a distorção entre as metas pretendidas é muito grande, merecendo um esforço no intuito de se verificar as razões destas disparidades.

A CEMIG apresentou a maior expectativa de custo por ponto e, por conseqüência, os maiores custos de energia economizada e de demanda retirada. A CEMIG é a empresa pioneira no Brasil em implantação de projetos de otimização energética e GLD. É de se supor que possua a maior experiência, entre todas, neste tipo de ação. Observando as outras empresas que também já possuíam experiências anteriores, como a CPFL, também foram apresentados índices altos em relação à média.

Poderia-se, então concluir que a falta de experiência foi um fator determinante para algumas empresas apresentarem expectativas tão otimistas?

Pode ser, mas não o único, outros fatores como a situação atual de rede de IP, a disponibilidade técnica e as condições geográficas seriam outros fatores que influenciariam diretamente no custo final de implantação.

Isto pode ser comprovado analisando-se, os programas da CELPA e da CEMIG. A CELPA investiu somente em substituição de lâmpadas na Regional de Tocantins e Marajó apresentando um dos melhores índices de Energia Conservada e Demanda Retirada por R\$ investido, só sendo superado pelos índices apresentados pela ELETROPAULO, que também concentrou seu programa em substituição de lâmpadas.

Já a CEMIG concentrou-se em eficientização da rede de IP, apresentando, por consequência, os menores índices.

4.4.2 – Residencial

O setor residencial, responsável por 79,8 TWh/ano, representando 26,11% do consumo nacional de energia elétrica, que segundo dados da referência [9], foi de 305,6 TWh para atender 37 milhões de consumidores, sendo o setor, que por apresenta os menores Fatores de Carga, entre todos os segmentos do mercado. Por tais características, ele se torna alvo das principais ações adotadas no sentido de modulação de carga.

Das ações implementadas, parte se refere à venda ou doação de lâmpadas fluorescentes compactas (LFC's), totalizando 236.242 lâmpadas instaladas, com um custo de R\$ 6,3 milhões, se tornando a principal ação adotada no setor, em termos de conservação de energia e demanda retirada. A Tabela 4.4 apresenta os resultados com este tipo de projeto.

Tabela 4.4 – Iluminação Residencial.

Concessionária	Nº de pto	Energia Conservada (MWh/ano)	Demanda Retirada (MW)	Custo (R\$ mil)	Custo / N.º pts (R\$ mil/nºptos)	Custo / Demanda Retirada (R\$/kW)	Custo / Energia Conservada (R\$/MWh)
BANDEIRANTE	9.500	792	0,25	430,00	45,26	1720,00	542,93
CELPA	4.600	300	0,15	92,17	20,04	614,47	307,23
CEMAT	7.002	580	0,25	173,41	24,77	693,64	298,98
CEMIG	65.320	420	1,4	901,00	13,79	643,57	2145,24
CERJ	10.000	630	0,29	224,00	22,40	772,41	355,56
COELBA	30.000	3.240	0,84	603,79	20,13	718,80	186,35
COELCE	20.000	1.940	0,56	334,60	16,73	597,50	172,47
COSERN	15.000	1.040	0,5	148,72	9,91	297,44	143,00
ELEKTRO	10.500	570	0,29	227,00	21,62	782,76	398,25
ELETROPAULO	40.000	329	1,8	505,00	12,63	280,56	1534,95
ENERGIPE	1.620	150	0,05	55,44	34,22	1108,80	369,60
ENERSUL	5.000	320	0,11	67,04	13,41	609,45	209,50
ESCELSA	10.200	820	0,27	187,00	18,33	692,59	228,05
RGE	7.500	850	0,39	150,00	20,00	384,62	176,47
TOTAIS	236.242	11.981	7,15	4.099,17	MÉDIA 20,02	MÉDIA 668,08	MÉDIA 303,11

Assim como na iluminação pública, a falta de informação da potência das lâmpadas existentes e dos novos conjuntos (lâmpadas, reatores e luminárias), dificultam uma análise mais aprofundada dos resultados esperados.

Normalmente, neste tipo de ação, o que é mais comum é a substituição de lâmpadas incandescentes de 60 W por lâmpadas LFC de 11 W, (segundo catálogo dos fabricantes).

Entretanto, analisando os dados, pode-se observar algumas distorções que precisam ser melhor analisada. O programa da COSERN apresenta as melhores relações de custo pelo nº de pontos e da demanda retirada, em torno de 50% dos valores médios. Outros programas apresentam valores bem acima da média, o projeto da CEMIG, onde o custo da energia conservada chega a 2.145,24 (R\$/MWh), para um valor médio de 303,11 (R\$/MWh) e o custo da demanda retirada foi previsto em 643,57 (R\$/kW) para um valor médio de 668,08 (R\$/kW).

Além de projeto em iluminação, houve projetos de doação e incentivo à venda de eletrodomésticos eficientes em 4 concessionárias, com o incentivo a venda e financiamentos de 4.400 aparelhos de ar condicionado e de 14.680 refrigeradores eficientes, conforme pode ser observado na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Projeto em Eletrodomésticos Eficientes.

Concessionária	Nº de aparelhos	Energia Conservada (MWh)	Demanda Retirada (MW)	Custo (R\$ mil)	Custo (R\$)/ N.º equip.	Custo/ Demanda Retirada (R\$/MW)	Custo/ Energia Conservada (R\$/MWh)
BANDEIRANTE	180 refrigeradores	148	0,20	14,35	79,72	71,75	96,96
ELETROPAULO	2.500 refrigeradores	1.050	0,24	300,00	120,00	1250,00	285,71
LIGHT	12.000 refrigeradores	4.180	0,60	360,23	30,02	600,38	86,18
CPFL	4.400 ar condicionados	1.220	0,64	640,00	145,45	1000,00	524,59
TOTAIS	19.080 aparelhos	6.598	1,68	1314,58	MÉDIA 68,90	MÉDIA 782,49	MÉDIA 199,24

Fonte: ANEEL, 1999

Novamente observamos grandes diferenças nos resultados esperados, mas neste caso, a tarefa de se concluir os motivos que levaram a estas distorções fica muito mais difícil, pois o simples fato de se ter o número de equipamentos não é suficiente para

tira-se alguma conclusão a respeito, pois vai depender da potência destes equipamentos, do fabricante e de mais uma série de dados de placa dos equipamentos.

As ações no setor residencial que visam incentivar a venda de equipamentos eficientes utilizam-se de equipamentos que tenham recebido o Selo PROCEL de Economia de Energia, no caso de refrigeradores e condicionadores de ar, ou possuam o selo PROCEL de Conformidade, no caso das lâmpadas.

O objetivo do Selo PROCEL de Economia de Energia é distinguir os equipamentos de fabricação nacional que apresentam os melhores índices de eficiência energética em suas categorias. É um instrumento criado para estabelecer o interesse do mercado por produtos eficientes e, como efeito, gerar uma transformação na escala de produção destes produtos que leve à redução do seu preço. Pela experiência acumulada nos últimos anos, é possível prever um aumento de 20% nas vendas destes equipamentos, por ocasião das campanhas de promoção.

Busca-se, desta forma, contribuir para que o mercado de eletrodomésticos de linha branca, que movimenta quase 4 milhões de unidades por ano no país, tenha cada vez mais a participação de produtos eficientes.

Além dos projetos acima mencionados, a LIGHT e a ELETROPAULO estão atuando através da divulgação de medidas de conservação de energia junto a condomínios residenciais, e a CEMIG atua na área de aquecimento solar para prédios residenciais. Este tipo de ação possui características ainda mais intrínsecas a cada projeto, por isso não serão realizadas análises de custo por energia economizada e nem de demanda retirada. Apenas a título de curiosidade a Tabela 4.6 detalha as ações propostas [22].



Tabela 4.6 – Ações em Condomínios.

Empresa	Ação Proposta	Energia Conservada (MWh)	Demanda Retirada (MW)	Custo (R\$ mil)	Custo/ Demanda Retirada (R\$/mil/MW)	Custo/ Energia Conservada (R\$/MWh)
CEMIG	Aquecimento Solar	40	0,26	372,98	1438,54	9324,50
ELETROPAULO	Diagnóstico Energético	31	0,05	120,00	2400,00	3870,97
LIGHT	Projeto Condomínio	-	-	200,00	-	-
TOTAIS		71	0,31	692,92	1.919,27	6.597,35

Os investimentos realizados no segmento residencial têm uma expectativa de trazer uma economia de 22 GWh/ano com uma redução de demanda na ponta de 9,4 MW. Os números apresentados mostram a grande eficiência em relação ao seu custo e energia economizada e demanda retirada, principalmente analisando-se a somatória dos projetos, que em termos de custos envolvidos, são altamente atrativos.

4.4.3 - Modulação de Carga

Está previsto um investimento em modulação de carga de R\$ 36,56 milhões, em ações de controle de demanda, implementado através de duas formas básicas, Controladores de Demanda e Tarifa Diferenciada.

As Tabelas 4.7 e 4.8 detalham, respectivamente, os projetos em Controle de Demanda e Tarifa diferenciada adotados pelas concessionárias.

Tabela 4.7 – Controladores de Demanda.

Concessionária	Nº de Ptos	Demanda Retirada (Mw)	Custo (R\$ mil)	Custo/ Equipamento (R\$/N.º equip.)	Custo/ Demanda Retirada (R\$ mil/MW)
BANDEIRANTES	5.000	2,50	2000,00	400,00	800,00
CELPA	1.810	0,45	276,50	152,76	614,44
CEMIG	21.000	9,68	5068,70	241,37	523,63
CERJ	6.000	2,40	1432,00	238,67	596,67
COELBA	1.600	0,64	370,00	231,25	578,13
ELEKTRO	8.000	2,60	1787,80	223,48	687,62
ELETROPAULO	10.000	4,50	3520,00	352,00	782,22
ENERSUL	1.500	0,68	503,85	335,90	740,96
ESCELSA	1.500	0,75	375,00	250,00	500,00
LIGHT	6.000	1,80	2.126,00	354,33	1181,11
TOTAL	62.410	26,00	17.459,85	MÉDIA 245,68	MÉDIA 651,03

Neste caso, com exceção da LIGHT, que apresentou um custo de demanda retirada bem acima da média, as demais empresas tiveram seus valores propostos bem próximos da média. Neste caso as diferenças apresentadas, principalmente em relação ao custo dos equipamentos, podem ser explicadas, pelos custos indiretos embutidos nos preços, isto é, consultorias externas, etc.

Tabela 4.8 – Tarifa Diferenciada.

Concessionária	Nº de Ptos	Demanda Retirada (Mw)	Custo (R\$ mil)	Custo/ Equipamento (R\$/N.º Ptos.)	Custo/ Demanda Retirada (R\$ mil/MW)
BANDEIRANTES	5.000	1,75	2.000,00	400,00	1142,86
CERJ	500	0,30	221,00	442,00	736,67
COELBA	500	0,25	241,36	482,72	965,44
COSERN	350	0,21	231,00	660,00	1100,00
CPFL	800	0,15	3.510,00	4387,50	23400,00
ELETROPAULO	10.000	6,00	3.695,00	369,50	615,83
ENERGIPE	150	0,08	164,00	1093,33	2050,00
ENERSUL	300	0,18	100,77	335,90	559,83
ESCELSA	1.200	0,60	399,60	333,00	666,00
LIGHT	1.900	0,95	1.082,60	569,79	1139,58
TOTAL	20.700	10,47	11.645,33	MÉDIA 462,36	MÉDIA 1.032,72

Comparando as duas formas utilizadas de modulação de carga, pode-se observar que a tarifa diferenciada apresenta um custo médio bem mais elevado do que os controladores de demanda. Esta diferença nos custos se explica pelo fato dos equipamentos de medição diferenciada serem muito mais elevados. Este é um fator limitante na implantação destes projetos. Estudos de viabilidade econômica apontam para implantação destes para classes de consumo mais alto (classe média ou alta).

Neste caso volta-se a observar grandes diferenças nos resultados esperados. Projetos como o da CPFL, onde o custo do MW retirado chegou a R\$ 23.400,00, precisam ser mais detalhados, pois é muito grande a diferença em relação à média, que foi de 1.032,72 R\$/MW. Novamente, a explicação para este fato pode estar na falta de experiência de algumas empresas em introduzir este tipo de projeto.

Mas a conclusão mais importante que se pode tirar, é que, com raras exceções, os projetos de controle de demanda apresentam um custo médio bem inferior ao custo marginal de expansão do sistema elétrico, que é estimado, segundo [9], em R\$ 2.000,00.

4.4.4 - Eficientização Energética em Edificações

As ações de eficiência energética em edificações referem-se a instalações industriais, comerciais, de serviços e prédios públicos.

Como poderá ser verificado, os projetos apresentados mostraram grandes diferenças nos resultados esperados. Entretanto, como se trata de medidas em vários aspectos, variando de correção de fator de potência a diagnósticos energéticos, a análise dos custos envolvidos se torna uma tarefa difícil de se realizar.

Alem deste problema, tem-se que levar em conta que várias empresas não especificaram as metas a serem atingidas, justamente porque, neste tipo de ação, as determinações exatas dos resultados esperados são difíceis.

Todavia, o que fica de importante, são os números apresentados em termos de custo de economia de energia e de redução de demanda relacionada, a implantação destes tipos de projetos, que se mostram altamente favoráveis, em relação ao custo marginal de geração e transmissão.

A afirmação acima pode ser constatada analisando-se os dados fornecidos, realizando o somatório destes dados, verificando uma economia total de energia de 110.770 (MWh/ano) com uma retirada da demanda de 21,9 (MW/ano) a um custo global de R\$ 20,78 milhões.

As ações neste setor geram novas oportunidades de negócios, pois estimulam o mercado da eficiência energética, aumentando o processo de terceirização das empresas, principalmente com a contratação de Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ESCOS).

4.4.4.1 – Eficientização Energética em Indústrias

Para o Ciclo 1998/1999 havia uma previsão de investimentos na ordem de R\$ 10,48 milhões em projetos de eficiência energética em indústrias.

Neste ciclo, 790 indústrias serão eficientizadas com a execução de 105 diagnósticos energéticos, conforme Tabela 4.9. Ressalta-se que do total das ações implementadas, 94,3% correspondem a indústrias que terão seu fator de potência corrigido ao nível adequado (745 indústrias), acarretando uma economia de 64 GWh/ano e uma retirada de 16 MW da ponta.

Tabela 4.9 – Projetos em Indústrias.

Empresa	Número de Indústrias	Energia Conservada (Mwh)	Demanda Retirada (Mw)	Custo (R\$ Mil)	R\$/ N.º de Empresas	Custo/ Demanda Retirada (R\$ mil/MW))	Custo/ Energia Conservada (R\$/MWh)
AES-SUL	2	1.080	0,29	146,00	73000,00	503,45	135,19
BANDEIRANTE	440	4.790	0,91	783,90	1781,59	861,43	163,65
CELPA	3	-	-	92,17	30723,33	-	-
CEMAT	5	-	-	127,82	25564,00	-	-
CEMIG	67	4.080	4,21	4650,13	69404,93	1104,54	1139,74
CERJ	2	2.130	0,31	277,00	138500,00	893,55	130,05
COELBA	6	25.300	2,73	229,34	38223,33	84,01	9,06
COELCE	9	-	-	139,11	15456,67	-	-
COSERN	2	-	-	52,00	26000,00	-	-
CPFL	12	2.000	1,00	1.020,00	85000,00	1020,00	510,00
ELEKTRO	2	7.100	1,82	710,30	355150,00	390,27	100,04
ELETROPAULO	5	6.000	0,50	925,00	185000,00	1850,00	154,17
ENERGIPE	1	-	-	78,00	78000,00	-	-
ENERSUL	50	600	0,25	67,31	1346,20	269,24	112,18
ESCELSA	71	2.370	0,36	73,00	1028,17	202,78	30,80
LIGHT	13	440	0,06	819,79	63060,77	13663,17	1863,16
RGE	205	7.840	3,27	290,00	1414,63	88,69	36,99
TOTAIS	895	63.730	15,71	10.480,87	MÉDIA 38.223,33	MÉDIA 202,78	MÉDIA 100,04

4.4.4.2 – Eficientização Energética em Prédios Públicos

Para o ciclo 1998/99 esta previsto um investimento de R\$ 5,13 milhões em projetos de efficientização em prédios públicos.

Neste ciclo, 157 prédios deverão ser efficientizados, sendo que destes 80 são escolas e postos de saúde que terão suas lâmpadas substituídas. Dentre os prédios contemplados com a implementação de medidas pode-se destacar o Theatro Municipal do Rio de Janeiro, o Centro Administrativo São Sebastião (RJ), o Hospital Geral do Estado da Bahia, o Hospital Santo Antônio (BA). Serão realizados ainda 31 diagnósticos em outros tipos de prédios públicos, conforme Tabela 4.10. Do total das ações a serem implementadas neste ciclo, parte corresponde a prédios que terão seu fator de potência corrigido ao nível adequado (15 prédios).

As ações nos prédios públicos produzem benefícios diretos para a sociedade, pois a redução dos custos com energia elétrica libera recursos públicos para aplicação em outras áreas prioritárias de atuação dos estados.

As ações a serem implementadas em prédios públicos prevêm uma economia de 29,17 GWh/ano e a retirada de 3,6 MW da ponta.

Tabela 4.10 – Projetos em Prédios Públicos.

Empresa	Número de Indústrias	Energia Conservada (Mwh)	Demanda Retirada (Mw)	Custo (R\$ Mil)	R\$/ N.º de Empresas	Custo/ Demanda Retirada (R\$ mil/MW)	Custo/ Energia Conservada (R\$/MWh)
AES-SUL	4	1.300	1,20	160,00	40000,00	133,33	123,08
BANDEIRANTE	2	3.680	0,30	444,35	222175,00	1481,17	120,75
CELPA	4	-	-	-	0,00	0,00	0,00
CEMAT	6	3.700	0,06	75,40	12566,67	1256,67	20,38
CEMIG	5	1.500	0,05	662,00	132400,00	13240,00	441,33
CERJ	2	3.100	0,19	214,50	107250,00	1128,95	69,19
COELBA	2	3.890	0,29	698,46	349230,00	2408,48	179,55
COELCE	40	3.390	0,24	136,01	3400,25	566,71	40,12
COSERN	3	-	-	50,00	16666,67	0,00	0,00
CPFL	8	1.500	0,29	450,00	56250,00	1551,72	300,00
ELEKTRO	5	620	0,10	227,00	45400,00	2270,00	366,13
ELETROPAULO	10	2.400	0,40	925,00	92500,00	2312,50	385,42
ENERGIPE	40	200	0,07	67,73	1693,25	967,57	338,65
ENERSUL	2	2.000	0,05	69,35	34675,00	1387,00	34,68
ESCELSA	41	660	0,19	176,42	4302,93	928,53	267,30
LIGHT	9	1.230	0,17	560,50	62277,78	3297,06	455,69
RGE	5	-	-	220,00	44000,00	0,00	0,00
TOTAIS	188	29.170	3,6	5.136,72	MÉDIA 44.000,00	MÉDIA 1.256,67	MÉDIA 123,08

4.4.4.3 – Eficientização Energética em Edificações Comerciais e de Serviços

Por meio dos dados fornecidos pelos programas a serem implementados no ciclo 1998/1999, foram investidos R\$ 5,2 milhões em projetos em prédios comerciais e de serviços.

No setor de comércio e serviços serão implementadas medidas de combate ao desperdício de energia elétrica em 270 unidades consumidoras (7 em instalações próprias das concessionárias) e serão realizados 11 diagnósticos energéticos, conforme Tabela 4.11. Ressalta-se que do total das ações a serem implementadas neste ciclo, 85,6% corresponde a prédios que terão seu fator de potência corrigido ao nível adequado (220 prédios).

As ações a serem implementadas em prédios de comércio e serviços acarretarão uma economia de 17,87 GWh/ano e a retirada de 2,6 MW da ponta.

Tabela 4.11 – Projetos em Prédios de Comércio e de Serviços.

Empresa	Número de Indústrias	Energia Conservada (Mwh)	Demanda Retirada (Mw)	Custo (R\$ mil)	R\$/ N.º de Empresas	Custo/ Demanda Retirada (R\$ mil/MW)	Custo/ Energia Conservada (R\$/MWh)
BANDEIRANTE	206	2.600	0,49	457,74	2222,04	934,16	176,05
CELPA	1	-	-	61,07	61070,00	-	-
CEMIG	1	1.850	0,40	780,00	0,00	-	-
COELBA	1	2.730	0,57	1.256,42	1256420,00	2204,25	460,23
CPFL	1	1.060	0,25	222,00	222000,00	888,00	209,43
ELETROPAULO	20	4.800	0,70	1.814,00	90700,00	2591,43	377,92
ENERSUL	1	820	-	31,06	31060,00	-	37,88
ESCELSA	26	3.740	0,08	12,00	461,54	150,00	3,21
LIGHT	6	-	-	460,00	76666,67	-	-
RGE	7	270	0,10	70,00	10000,00	700,00	259,26
TOTAL	270	17.870	2,59	5.164,29	MÉDIA 46.065,00	MÉDIA 425,00	MÉDIA 106,97

4.4.5 – Perdas

Os projetos desta categoria visam aumentar a eficiência das empresas distribuidoras, diminuindo seus índices de perdas.

Para o ciclo 1998/1999 está prevista a realização de 52 projetos desta categoria, devendo ser aplicado um total de cerca de R\$ 98 milhões, estando as metas associadas estimadas em um total de 368 GWh/ano para a redução das perdas de energia e de 132 MW para a demanda evitada.

A maior parte dos recursos destina-se a projetos de construção e recondução de redes de distribuição, atingindo R\$ 35,54 milhões que serão aplicados em áreas críticas dos sistemas, ou seja, áreas com maiores índices de perdas técnicas, pois o estado atual destas redes, por falta de investimento no passado, que em algumas regiões se encontram em situação crítica.

A segunda maior parcela dos investimentos neste segmento diz respeito à regularização de consumidores através da instalação de medidores em consumidores ligados sem medição, assim como a construção de redes de distribuição para a regularização de consumidores clandestinos, atingindo cerca de 190 mil consumidores nesta situação. Para tal está previsto um investimento de R\$ 35 milhões.

Estes projetos visam liberar capacidade de transporte de energia, tanto ao nível das redes de repartição quanto no das redes de distribuição, através da instalação de bancos de capacitores nesses sistemas, de forma concentrada, localizada nos barramentos secundários das subestações distribuidoras ou distribuídos ao longo dos alimentadores de distribuição em pontos próximos às maiores concentrações da carga. A grande vantagem destas ações é o seu custo relativamente baixo, apresentando, com isso, elevada relação custo benefício. Serão investidos R\$ 11,6 milhões.

Outros projetos apresentados para redução de perdas são o remanejamento de transformadores e a divisão de circuitos secundários, possibilitando uma adequação dos níveis de carregamento dos circuitos secundários e dos transformadores de distribuição, sendo previsto um investimento neste tipo de projeto de R\$ 10,34 milhões.

Além dos projetos apresentados, algumas concessionárias, utilizando-se de suas experiências anteriores, apresentaram outros tipos de ações no lado da oferta, sendo previstos investimentos nestes projetos de R\$ 5,8 milhões.

A Tabela 4.12 apresenta um resumo dos efeitos em termos de energia economizada e demanda retirada da ponta, bem como os índices calculados com a aplicação dos projetos apresentados em projetos de redução de perdas no ciclo 1998/1999.

Tabela 4.12- Projetos de Perdas.

Empresa	Número de Consumidores	Energia Conservada (Mwh)	Demanda Retirada (Mw)	Custo (R\$ mil)	R\$/ Consumidores	Custo/ Demanda Retirada (R\$ mil/MW)	Custo/ Energia Conservada (R\$/MWh)
AES-SUL	-	22.530	4,16	3.068,18	-	737,54	136,18
BANDEIRANTE	10.000	24.190	5,31	9334,85	933,49	1757,98	385,90
CELPA	14.990	8.590	3,13	1989,76	132,74	635,71	231,64
CEMAT	17.632	5.180	40,84	2.205,08	125,06	53,99	425,69
CEMIG	-	19.880	14,68	24.622,00	-	1677,25	1238,53
CERJ	45.000	47.380	9,79	16.223,15	360,51	1657,11	342,41
COELCE	20.000	11.300	1,75	4.923,61	246,18	2813,49	435,72
COSERN	3.500	2.820	1,53	1.539,06	439,73	1005,92	545,77
CPFL	-	18.840	10,56	7.970,00	-	754,73	423,04
ELEKTRO	-	8.360	3,79	4.416,36	-	1165,27	528,27
ELETROPAULO	68.716	44.840	8,92	17.050,00	248,12	1911,43	380,24
ENERGIPE	4.000	7.850	1,78	500,40	125,10	281,12	63,75
ENERSUL	-	6.740	1,61	1.621,33	-	1007,04	240,55
ESCELSA	-	6,48	3,38	2.684,14	-	794,12	414219,14
LIGHT	-	49.940	7,75	7.373,00	-	951,35	147,64
RGE	1.450	45.640,00	12,04	4.001,00	2759,31	332,31	87,66
TOTAL	185.288	324.086	131,02	109.521,92	MÉDIA 125,10	MÉDIA 1.085,59	MÉDIA 424,36

Dentre as 17 empresas envolvidas no ciclo 1998/1999, somente a COELBA não apresentou proposta de projeto na área de perdas.

A falta de informação com relação ao número de consumidores atingidos pelos projetos de 7 das 16 empresas que os apresentaram, impossibilitou o cálculo do valor médio da ação por consumidor.

Na tabela acima todos os tipos de projetos estão condensados. Por este motivo, os resultados apresentados mostram grandes diferenças em relação à média, mas o importante de se constatar é que, na média, os projetos, somente como exceção o projeto da ESCELSA, prevêem bons resultados em relação ao custo marginal de expansão do sistema elétrico.

4.4.6- Treinamento / Capacitação e Marketing

As ações voltadas para o Marketing e Treinamento trazem grandes retornos, mas são de difícil mensuração. O Relatório Síntese do ciclo 1998/1999 traz tabelados os valores investidos por cada empresa, mas não apresenta valores de demanda retirada da ponta e nem valores de energia conservada. Isto provavelmente se deve às dificuldades de mensuração e, com isso, não se tecerá maiores detalhes, sobre este tipo de ação.

Entretanto, a título de informação, no ciclo 1998/1999 foram investidos em Treinamento e Capacitação recursos na ordem de R\$ 2,6 milhões. Os treinamentos visam os profissionais, tanto da própria empresa como externos, para torná-los aptos a identificar, preparar, analisar e viabilizar a execução de projetos de eficiência energética, atingindo um total de 4.360 profissionais das concessionárias.

Os investimentos em Marketing atingiram investidos na ordem de R\$ 6,3 milhões em projetos que buscam aumentar a consciência do público e motivá-lo quanto à questão do combate ao desperdício de energia elétrica no Brasil.

Embora alguns projetos apresentem metas quantitativas em termos de energia economizada, os resultados previstos pela grande maioria das concessionárias que pretendem realizar ações de marketing são expressos em termos de nível de informação e conscientização do público-alvo.

No que se refere às ações a serem promovidas durante o Ciclo 1998/99, verificou-se que grande parte dos projetos tem como objetivo a participação em eventos, tais como feiras, seminários e workshops. Outras concessionárias optaram por atingir o público através de campanhas utilizando como veículos a TV, o rádio, a mídia impressa

e a distribuição de folhetos informativos. Há projetos que se destinam a levar informação para o público através da exposição de equipamentos eficientes. Algumas concessionárias apresentaram projetos bastante criativos, dentre os quais se destacam peças teatrais destinadas ao público infantil, sorteios de equipamentos eficientes e software para verificar o consumo de energia elétrica.

Como foi citado anteriormente, os resultados decorrentes dessas ações poderão ser percebidos através do nível de conscientização dos consumidores. Tais resultados serão verificados a partir de pesquisas junto ao público-alvo, previstas na maior parte dos projetos apresentados. Cabe ressaltar que as ações de marketing previstas nos projetos relativos aos Programas das concessionárias contribuem para o aumento do nível de informação dos consumidores a respeito do tema do combate ao desperdício de energia elétrica. Porém tais esforços só terão consistência se houver uma continuidade dessas iniciativas. Havendo tal continuidade, aumenta-se a possibilidade de que o consumidor venha a modificar seus hábitos de consumo de energia elétrica, tanto na forma de uso como na aquisição de produtos mais eficientes. Dessa forma, será possível atribuir uma redução do consumo de energia elétrica às ações de marketing relativas ao Programa.

4.5– Análise Geral dos Resultados

Pela análise dos resultados esperados pelos programas apresentados pelas concessionárias no ciclo 1998/1999, pode-se verificar que são números estimuladores e possuem uma perspectiva de resultados com valores bem abaixo do custo de expansão do sistema elétrico.

A Tabela 4.13 resume todas as ações apresentadas neste trabalho, com o objetivo de termos um resultado final alcançado no ciclo 1998/1999.

Tabela 4.13 – Resumo das Ações.

Projeto	Energia Conservada (MWh/ano)	Demanda Retirada (Mk/ano)	Custo (R\$ mil)	% do Total
Iluminação Pública	172.880	38,12	31.133,04	15,83
Iluminação Residencial	11.981	7,15	4.099,17	2,08
Eletrodomésticos Eficientes	6.598	1,68	1.314,58	0,67
Condomínio	71	0,31	692,92	0,35
Controladores de Demanda	-	26,00	17.459,85	8,88
Tarifa Diferenciada	-	10,47	11.645,33	5,92
Indústrias	63.730	15,71	10.480,87	5,33
Prédios Públicos	29.170	3,6	5.136,72	2,61
Prédios Comerciais/Serviços	29.170	3,6	5.136,72	2,61
Perdas	324.086	131,02	109.521,92	55,70
TOTAL	637.686	237,66	196621,10	100,00

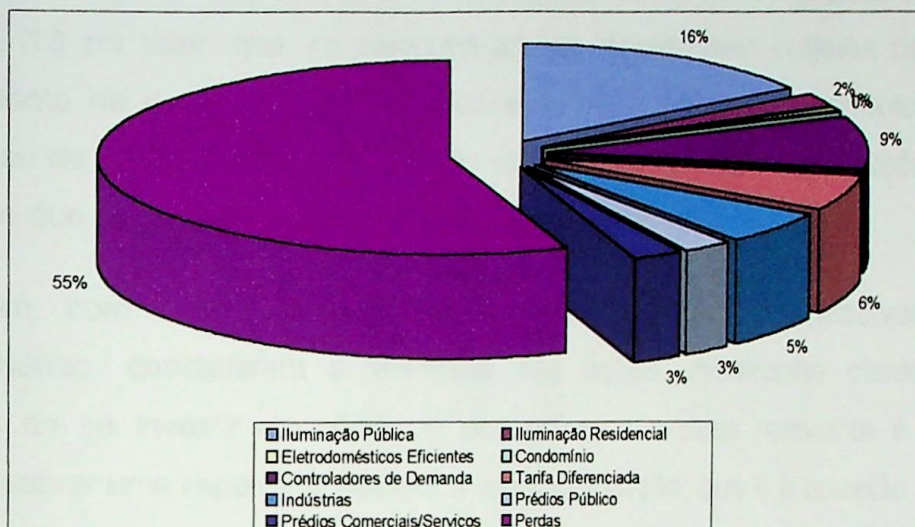
A Resolução ANEEL nº 261 de 03 de Setembro de 1999 determina valores mínimos para investimento em cada tipo de projeto, ficando assim determinado:

- No mínimo 25% dos recursos, deverão ser destinados a ações especificamente vinculadas ao uso final de energia elétrica. Deste recurso, no mínimo 30% deverá ser aplicado em projetos dos tipos residenciais, industriais e prédios públicos, sendo que deve ser apresentado no mínimo 1 projeto de cada tipo;
- No mínimo 10% deverão ser aplicados em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico;
- Os restantes dos recursos deverão ser aplicados em projetos de melhoria do fator de carga;
- Quando os recursos forem inferiores a R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais), dispensam-se as obrigações acima citadas.

Como era de se esperar, as concessionárias fizeram seus projetos obedecendo à resolução, e destinaram os maiores investimentos a projetos pelo lado da oferta de energia, ou seja, de melhoria de fator de carga, que correspondem aos projetos de controle de demanda, tarifa diferenciada e perdas nos sistemas de transmissão, representando 70,50% do total investido. Entretanto, dentro deste total investido, 55,70% destinou-se a projetos de melhoria do fator de carga. Percebe-se por este dado, que existe uma forte tendência das empresas, em investir em projetos que tragam

benefícios diretos. Quando a concessionária aplica recursos em projetos que irão aumentar a disponibilidade de energia, ela estará investindo em projetos que trarão rápido retorno financeiro.

O Figura 4.1 apresenta a divisão dos totais investidos por tipo de ação.



Fonte: ANEEL, 2000.

Figura 4.1 – Investimento Total Por Segmento de Mercado

4.6 - Conclusões

Pode-se concluir que, pelo os números apresentados, com a aplicação da resolução nº 242 o Brasil passou a ter uma política de efficientização energética abrangente, com um diversificado conjunto de medidas.

Observa-se também que existe uma forte tendência por parte das empresas em investirem em projetos que melhorem o seu índice de perdas³. Esta tendência, com o passar dos anos, tende a minimizar, pois o estado atual da malha de distribuição de energia de várias concessionárias se encontra em estado crítico devido ao reflexo da falta de investimentos adequados a suas necessidades de expansão, ocorrida em função das sérias restrições financeiras dos últimos anos, e que, após o processo de

³ Estes projetos visam melhorar a eficiência em todos os segmentos compreendidos entre baixa tensão e as chamadas redes de repartição (tensões superiores a 34,5kV até 138kV).

privatização, essas empresas vêm procurando corrigir gradativamente os problemas ainda remanescentes.

Um outro ponto importante a ser ressaltado se refere ao grande número de empresas, 13 no total, que se preocuparam em desenvolver projetos na área de gerenciamento de demanda, com a implantação de ações ou de controle direto de demanda ou de tarifa diferenciada, que são consideradas também como ações do lado da oferta, e que interferem diretamente na forma do consumo.

Enfim, com a implantação das medidas propostas será possível para as concessionárias, constatarem a eficiência das ações, mostrando claramente as vantagens de se investir em eficiência energética, e o mais relevante é que será possível quebrar uma importante barreira à sua implantação, que é a questão paradoxal de fazer o cliente economizar o produto que se deseja vender.

CAPÍTULO V

ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE GLD EM DIFERENTES GRUPOS DE CONSUMIDORES.

5.1 – Introdução

Ao se planejar a implantação de um projeto de GLD, deve-se analisar qual o objetivo esperado. Assumir posições preestabelecidas, sem conhecer o caminho a ser trilhado, pode incorrer em erros que podem ser fatais ao sucesso do programa, levando a prejuízos a todos os envolvidos, não se alcançando os resultados esperados.

Na maioria dos casos, quando uma empresa decide pela implantação de um programa de GLD, é porque ela está com dificuldades de atendimento a uma determinada região. Quase sempre esta região possui consumidores de vários níveis de renda e de consumo de energia elétrica. O que deve ser feito é pesquisar dentro deste universo qual o melhor grupo de consumidores para ser implantado o projeto.

O que se pretende realizar neste capítulo é determinar em qual grupo um determinado tipo de projeto deve ser implementado.

Ao se pensar neste estudo, algumas questões foram levantadas, como por exemplo: qual o melhor projeto a ser implementado em consumidores residenciais de nível de consumo elevado? Qual seria o resultado da implantação de um projeto de retrofit de iluminação em consumidores de baixa renda?

Destas e outras questões surgiu a necessidade de elaborar testes que fossem capazes de confirmar, ou não, algumas suposições tidas como verdadeiras.

Para a realização do estudo proposto, inicialmente foram selecionadas, na cidade de Itajubá/MG, três localidades que estivessem estrategicamente localizadas em

regiões que apresentassem características distintas. Dentre as três regiões escolhidas, uma deveria ser de consumidores predominantemente residenciais de baixa renda/consumo (Classe C), outra com características de consumidores de classe de renda/consumo médio (Classe B) e a terceira com predomínio de consumidores residenciais de classe de renda/consumo alta (Classe A). A escolha dos bairros a serem estudados, ocorreu com o auxílio do pessoal operacional da Regional de Distribuição da CEMIG de Itajubá/MG.

Com o objetivo de conhecer o perfil de consumo, inicialmente foram realizadas medições de demanda nos transformadores de distribuição, alimentadores dessas regiões. Posteriormente, os dados coletados sofreram tratamento estatístico a fim de extrapolar os resultados coletados em curto período de tempo para uma aproximação mais realista do perfil de consumo.

Posteriormente, foram realizadas pesquisas de posse e hábito com o objetivo de confirmar a condição socio-econômica da região e também obter dados para a realização de teste que medem a competitividade dos programas comparando os resultados de região a região.

Na última fase, depois de coletados todos os dados necessários, iniciaram-se os estudos visando testar alguns tipos de programas em todas as regiões e verificar em cada uma delas qual apresentara o melhor resultado.

5.2 - Medição de Grandezas Elétricas

Para o levantamento dos dados necessários à realização do trabalho proposto, foram escolhidos três transformadores estrategicamente localizados na cidade de Itajubá – M.G., em regiões tipicamente residenciais de três camadas sociais distintas (baixa, média e alta).

Neste processo ocorreram dificuldades para a escolha em algumas regiões para medição. Não foi possível achar um ramal com características puramente residencial de classe média. Com isso foi preciso localizar um transformador que tivesse o menor número possível de consumidores comerciais junto aos residenciais.

Para a Classe C, foi escolhido o transformador nº 48837 -3- 45, trifásico de 45 kVA, localizado à Rua Projetada 6 do Bairro Novo Horizonte, com 65 consumidores residenciais. Este é um bairro popular urbanizado através da doação de terrenos pela prefeitura.

Na Classe B o transformador escolhido foi o de nº 19758-3-45, trifásico de 45 kVA, localizado a Rua Brasópolis no Bairro Boa Vista, com 68 consumidores, sendo 63 residenciais e 5 de pequenos comércios.

Na Classe A o transformador escolhido foi o de nº 2898-3-75, trifásico de 75 kVA, localizado a Rua Mário Brás no Bairro BPS, com 37 consumidores residenciais.

5.2.1 - Metodologia Adotada para o Tratamento dos Dados Medidos

Todas as medições foram realizadas no período de 14 a 30 de Junho de 2000, compreendendo 16 dias completos, com intervalos de 15 em 15 minutos, dando 96 valores para cada variável por dia de medição. O mês de Junho foi escolhido pela intensificação do uso do chuveiro elétrico e aquecedores domésticos durante os meses de inverno. Por conseqüência, apresentam as piores condições de demanda e melhores condições para implantação de programas de GLD.

Este período de duração das medições foi considerado suficiente para caracterizar o perfil do consumo através de um *tratamento estatístico de estimação intervalar utilizando-se a distribuição t de Student*.

Poderia-se obter estes dados realizando medições contínuas. Desta forma, o problema estaria resolvido. No entanto, tal processo é inviável, pois demandaria longos períodos de ocupação de equipamentos e mão-de-obra.

A alternativa utilizada consistiu em estudar uma amostra representativa da população¹, e aproximá-la de uma distribuição. Esta distribuição é caracterizada por dois parâmetros: a média (μ) e o desvio padrão (σ), que não são conhecidos. Por isso precisam ser estimados, sendo que, após sua estimação, será possível estudar o comportamento das variáveis em análise.

Para estimação do parâmetro média população, utiliza-se do estimador média amostral (\bar{X}).

$$\bar{X} = \frac{1}{n}(X_1 + X_2 + \dots + X_N) \quad [1]$$

Para a estimação do parâmetro variância (σ^2), utiliza-se o estimador s^2 .

$$s^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \quad [2]$$

Onde:

n é o número de dias de medição (tamanho da amostra);

X são valores coletados nos intervalos de medição (amostras);

Realizando-se estas operações, tantas vezes quanto o número de intervalos, (que no caso foram 96), condensam-se os dados em um único período de 24 horas.

Para maior precisão da estimação, foi necessário observar que existiu uma defasagem na hora da instalação, em relação a hora de retirada do medidor no 16º dia.

¹ Por população, no sentido estatístico, entende-se como sendo o conjunto das característica de interesse em todos os elementos que a possuam.

Seja θ o parâmetro de interesse.

$$P = (\hat{\theta}_0 < \theta < \hat{\theta}_1) = 1 - \alpha \quad [3]$$

O intervalo $[\theta_0; \theta_1]$ é chamado de *Intervalo de Confiança de Nível 100 (1 - α)%*, para o parâmetro θ , onde, no caso utilizou-se $1 - \alpha = 0,95$, que é o *nível de confiança*. Isto representa dizer que, ter-se-ia 95% de probabilidade de acerto na estimativa dos parâmetros.

Como o desvio padrão das medidas é desconhecido, o intervalo de confiança é calculado utilizando-se uma nova estatística.

$$T = \frac{X - \mu}{s / \sqrt{n}} \quad [4]$$

Esta estatística tem distribuição conhecida como *t de Student* com v graus de liberdade, sendo v dado por $v = n - 1$.

De posse destes conhecimentos, pode-se finalmente partir para o cálculo do intervalo de confiança para a média (μ), através de [5]:

$$\left[\bar{X} - t_{\alpha/2,v} (s/\sqrt{n}), \bar{X} + t_{\alpha/2,v} (s/\sqrt{n}) \right] \quad [5]$$

Onde $t_{\alpha/2,v}$ é retirado da tabela de distribuição *t*.

5.2.2 – Tratamento Estatístico das Medições

A CEMIG/Itajubá forneceu os dados referentes ao consumo médio dos últimos seis meses de todos os consumidores alimentados pelos transformadores de distribuição utilizados, onde foram realizadas as medições.

Com Isso foi possível tabelar estes dados e verificar o valor médio do consumo de todos os grupos em estudo. O ANEXO II apresenta as tabelas com os valores de consumo médio dos consumidores envolvidos no estudo.

5.2.2.1 - Consumidores da Classe C

A Tabela 5.1 apresenta os valores médios de consumo (kWh) e demanda (W) e também o valor total do carregamento do transformados (kVA).².

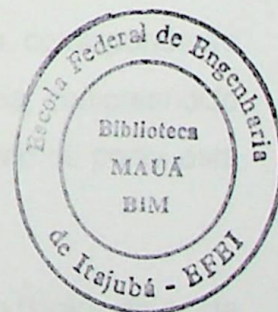
Tabela 5.1 – Consumo e Demanda da classe C.

CONSUMO MÉDIO	DEMANDA MÉDIA	POTÊNCIA APARENTE TOTAL
126 kWh	180 W	34,33 kVA

O transformador, que é de 45 kVA, encontra-se operando com um fator de capacidade de 76,29%, estando adequadamente dimensionado.

CURVA DE CARGA DA CLASSE C.

A Tabela 5.2 apresenta os valores dos estimadores das médias e dos limites inferiores e superiores, utilizados para levantar a curva de carga.



² O consumo é dado pela média dos últimos 6 meses, e a demanda foi calculado considerando o produto do Fator de Potência médio medido (0,724) pela potência aparente fornecida pela CEMIG.

Tabela 5.2 – Cálculos dos Valores Medidos da Classe C.

HORA	MÉDIA	S	LMT. INF.	LMT. SUP.	HORA	MÉDIA	S	LMT. INF.	LMT. SUP.	HORA	MÉDIA	S	LMT. INF.	LMT. SUP.
0:07	6,80	0,49	6,54	7,06	8:07	5,25	0,62	4,92	5,58	16:22	9,15	1,53	8,33	9,97
0:22	6,50	0,37	6,30	6,70	8:22	5,40	0,84	4,95	5,85	16:37	9,65	1,78	8,70	10,60
0:37	6,40	0,52	6,12	6,68	8:37	4,95	0,97	4,43	5,47	16:52	10,55	2,05	9,46	11,64
0:52	6,15	0,38	5,95	6,35	8:52	5,10	0,74	4,70	5,50	17:07	11,95	1,43	11,19	12,71
1:07	6,00	0,50	5,73	6,27	9:07	5,35	1,37	4,62	6,08	17:22	12,95	1,61	12,09	13,81
1:22	6,00	0,39	5,79	6,21	9:22	5,20	0,83	4,76	5,64	17:37	14,35	1,10	13,76	14,94
1:37	6,15	0,47	5,90	6,40	9:37	5,30	1,15	4,69	5,91	17:52	16,45	2,12	15,32	17,58
1:52	6,15	0,45	5,91	6,39	9:52	6,00	0,94	5,50	6,50	18:07	16,85	1,83	15,88	17,82
2:07	6,05	0,46	5,80	6,30	10:07	5,35	1,11	4,76	5,94	18:22	16,65	1,81	15,68	17,62
2:22	5,85	0,45	5,61	6,09	10:22	5,80	0,99	5,28	6,34	18:37	15,60	2,03	14,52	16,68
2:37	5,90	0,28	5,75	6,05	10:37	6,50	1,17	5,85	7,15	18:52	15,15	1,36	14,42	15,88
2:52	5,65	0,56	5,35	5,95	10:52	6,50	0,97	5,97	7,03	19:07	14,20	2,80	12,71	15,69
3:07	5,90	0,58	5,59	6,21	11:07	6,80	1,03	6,23	7,37	19:22	12,75	1,85	11,76	13,74
3:22	5,75	0,44	5,51	5,99	11:22	7,30	1,11	6,69	7,91	19:37	12,50	1,45	11,73	13,27
3:37	5,90	0,41	5,68	6,12	11:37	7,80	1,26	7,11	8,49	19:52	12,35	1,77	11,41	13,29
3:52	5,85	0,40	5,64	6,06	11:52	8,00	0,97	7,47	8,53	20:07	11,85	1,49	11,05	12,65
4:07	5,75	0,51	5,48	6,02	12:07	6,80	1,00	6,25	7,35	20:22	11,30	1,99	10,24	12,36
4:22	5,65	0,62	5,32	5,98	12:22	6,60	0,91	6,10	7,10	20:37	11,60	1,83	10,63	12,57
4:37	5,80	0,46	5,55	6,05	12:37	6,50	1,46	5,70	7,30	20:52	11,15	0,81	10,72	11,58
4:52	5,75	0,41	5,53	5,97	12:52	6,50	1,38	5,74	7,26	21:07	11,55	1,18	10,92	12,18
5:07	5,60	0,46	5,35	5,85	13:07	6,80	1,16	6,16	7,44	21:22	10,70	1,23	10,05	11,35
5:22	6,00	0,75	5,60	6,40	13:22	7,60	1,75	6,64	8,56	21:37	10,30	1,24	9,64	10,96
5:37	6,10	0,54	5,81	6,39	13:37	7,30	1,35	6,56	8,04	21:52	9,85	1,17	9,23	10,47
5:52	6,10	0,79	5,68	6,52	13:52	6,60	1,33	5,87	7,33	22:07	9,20	0,85	8,75	9,65
6:07	6,85	1,27	6,17	7,53	14:07	6,60	0,98	6,06	7,14	22:22	9,20	0,92	8,71	9,69
6:22	6,65	1,37	5,92	7,38	14:22	7,10	1,08	6,51	7,69	22:37	8,90	0,93	8,41	9,39
6:37	7,25	1,63	6,38	8,12	14:37	7,20	1,22	6,53	7,87	22:52	8,35	0,84	7,90	8,80
6:52	6,70	1,05	6,14	7,26	14:52	8,10	1,41	7,33	8,87	23:07	7,70	0,82	7,26	8,14
7:07	6,60	1,29	5,92	7,28	15:07	8,40	1,88	7,37	9,43	23:22	7,40	0,42	7,18	7,62
7:22	6,35	1,19	5,71	6,99	15:22	8,30	0,92	7,80	8,80	23:37	7,50	0,72	7,12	7,88
7:37	5,85	0,96	5,34	6,36	15:37	8,50	1,31	7,78	9,22	23:52	6,80	0,62	6,47	7,13
					15:37	8,75	1,31	8,05	9,45					

A área hachuriada mostra o aumento da demanda registrada durante o período de três horas consecutivas, das 17:07 às 20:07. O horário de ponta, corresponde ao intervalo de 3 (três) horas consecutivas, definido pela concessionária, compreendido entre 17 e 22 horas, de Segunda à Sexta-feira, na CEMIG, o horário de ponta esta estabelecido das 18:00 às 21:00 horas.

Para este grupo de consumidores, o melhor posicionamento do horário de ponta seria das 17:00 às 20:00 horas, com o pico de demanda ocorrendo às 18:07 horas.

Por meio dos dados da Tabela 5.2, se obtêm o Fator de Carga (FC) para o valor médio, limite inferior e limite superior.

Para a determinação dos FC's, toma-se o quociente entre o valor médio da demanda e o seu valor máximo.

FC para o valor médio

$$\overline{DEM} = 6,80(kW)$$

$$DEM_{MAX} = 16,85(kW)$$

$$FC = 0,40$$

FC para o limite inferior

$$\overline{DEM} = 6,24(kW)$$

$$DEM_{MAX} = 15,88(kW)$$

$$FC_{lim. inf.} = 0,39$$

FC para o limite superior

$$\overline{DEM} = 7,36(kW)$$

$$DEM_{MAX} = 17,82(kW)$$

$$FC_{lim. sup.} = 0,41$$

A Figura 5.1 apresenta o perfil da demanda média, levantada junto ao transformador nº 48837-3-45 no bairro de Classe C, onde se pode observar o pico de demanda no período de 19 às 21 horas. Os valores máximos e mínimos, apresentados, são a variação da demanda ao longo do tempo, com valores calculados através do método de *t de student*, com a probabilidade de 95% de acerto, ou seja, de estar dentro dos limites apresentados.

É interessante observar que, durante os períodos de maiores atividades, é justamente onde a variação do valor esperado da demanda é maior.

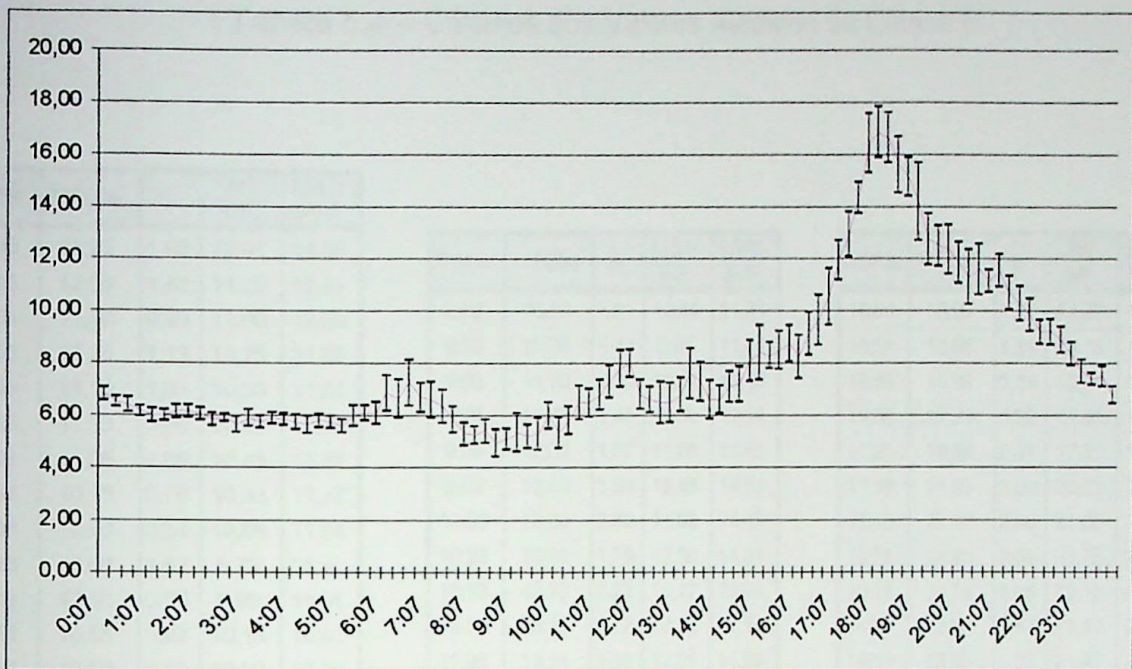


Figura 5.1 – Curva de Demanda para Classe C.

5.2.2.2 - Consumidores da Classe B

A Tabela 5.3 trás os valores médios de consumo (kWh) e demanda (W) e também o valor total do carregamento do transformados (kVA).³.

Tabela 5.3 – Consumo e Demanda da Classe B.

CONSUMO MÉDIO	DEMANDA MÉDIA	POTÊNCIA APARENTE TOTAL
157,50 kWh	500 W	51,10 kVA

O transformador encontra-se operando bem acima de sua capacidade que é de 45kVA, devendo se verificar sua substituição.

CURVA DE CARGA DA CLASSE B

A Tabela 5.4 apresenta os valores dos estimadores das médias e dos limites inferiores e superiores, utilizados para levantar a curva carga.

³ O consumo é dado pela média dos últimos 6 meses, e a demanda foi calculado considerando o produto do Fator de Potência médio medido (0,724) pela potência aparente fornecida pela CEMIG.

Tabela 5.4 – Cálculos dos Valores Medidos da Classe B.

HORA	MÉDIA	S	LMT. INF.	LMT. SUP.
0:08	13,95	1,95	12,91	14,99
0:23	12,05	1,42	11,29	12,81
0:38	11,50	0,93	11,00	12,00
0:53	11,35	1,13	10,75	11,95
1:08	11,10	1,01	10,56	11,64
1:23	11,35	0,99	10,82	11,88
1:38	11,05	1,08	10,48	11,62
1:53	10,75	0,78	10,33	11,17
2:08	10,90	0,64	10,56	11,24
2:23	10,60	1,52	9,79	11,41
2:38	10,50	0,95	9,99	11,01
2:53	10,55	0,67	10,19	10,91
3:08	10,50	0,89	10,02	10,98
3:23	10,30	0,95	9,79	10,81
3:38	10,60	0,71	10,22	10,98
3:53	10,70	0,83	10,26	11,14
4:08	10,50	0,80	10,07	10,93
4:23	10,75	1,01	10,21	11,29
4:38	10,50	0,83	10,06	10,94
4:53	10,85	1,02	10,30	11,40
5:08	10,35	0,78	9,94	10,76
5:23	10,50	1,13	9,90	11,10
5:38	10,90	0,67	10,54	11,27
5:53	11,00	1,26	10,31	11,69
6:08	12,10	2,20	10,89	13,31
6:23	12,40	2,15	11,22	13,58
6:38	11,40	2,11	10,24	12,56
6:53	10,00	1,40	9,23	10,77
7:08	9,60	1,45	8,80	10,40
7:23	10,40	1,44	9,61	11,19
7:38	9,80	1,64	8,90	10,70
8:23	10,90	1,56	10,04	11,76

HORA	MÉDIA	S	LMT. INF.	LMT. SUP.
8:38	10,70	1,01	10,14	11,26
8:53	10,70	1,44	9,91	11,49
9:08	11,70	1,39	10,94	12,46
9:23	11,40	1,44	10,61	12,19
9:38	12,60	1,67	11,68	13,52
9:53	13,50	1,90	12,46	14,54
10:08	13,20	2,33	11,92	14,48
10:23	13,30	1,70	12,36	14,24
10:38	12,70	2,23	11,47	13,93
10:53	13,25	1,72	12,33	14,17
11:08	13,55	1,38	12,81	14,29
11:23	15,70	2,91	14,15	17,25
11:38	15,30	2,55	13,94	16,66
11:53	15,85	2,75	14,38	17,32
12:08	15,05	2,12	13,92	16,18
12:23	14,00	1,10	13,41	14,59
12:38	12,45	1,44	11,68	13,22
12:53	13,15	1,55	12,32	13,98
13:08	13,15	1,39	12,41	13,89
13:23	12,75	1,12	12,15	13,35
13:38	11,55	1,35	10,83	12,27
13:53	12,05	1,19	11,42	12,68
14:08	11,40	0,81	10,97	11,83
14:23	11,85	1,53	11,03	12,67
14:38	12,20	1,44	11,43	12,97
14:53	11,75	2,00	10,68	12,82
15:08	12,05	2,15	10,90	13,20
15:23	11,80	1,48	11,01	12,59
15:38	12,00	1,98	10,94	13,06
15:53	12,75	2,02	11,67	13,83

HORA	MÉDIA	S	LMT. INF.	LMT. SUP.
16:08	13,00	1,37	12,27	13,73
16:38	13,85	1,34	13,13	14,57
16:53	14,90	2,24	13,71	16,09
17:08	17,75	1,32	17,05	18,45
17:23	18,55	2,31	17,32	19,78
17:38	21,65	2,09	20,53	22,77
17:53	22,90	2,06	21,80	24,00
18:08	24,85	2,06	23,75	25,95
18:23	24,35	2,26	23,15	25,55
18:38	22,80	2,47	21,48	24,12
18:53	22,55	2,02	21,47	23,63
19:08	22,00	1,80	21,04	22,96
19:23	20,70	1,34	19,99	21,41
19:38	19,50	2,46	18,19	20,81
19:53	20,20	2,40	18,92	21,48
20:08	20,30	1,97	19,25	21,35
20:23	20,80	1,20	20,16	21,44
20:38	19,25	1,92	18,23	20,27
20:53	18,45	1,54	17,63	19,27
21:08	19,70	2,47	18,38	21,02
21:23	18,40	1,45	17,63	19,17
21:38	17,20	1,93	16,17	18,23
21:53	17,40	1,86	16,41	18,39
22:08	16,75	1,66	15,87	17,63
22:23	16,55	1,93	15,52	17,58
22:38	15,85	1,65	14,97	16,73
22:53	15,75	1,68	14,86	16,64
23:08	14,95	1,45	14,18	15,72
23:23	14,65	1,30	13,96	15,34
23:38	14,30	1,90	13,29	15,31
23:53	13,60	1,40	12,86	14,34

A área hachurada mostra o aumento da demanda registrada durante o período de três horas consecutivas, das 17:08 às 21:08, podendo considerar um aumento acima da média diária até as 23:08 horas.

Para este grupo de consumidores, assim como o de Classe C, o melhor posicionamento do horário de ponta seria das 17:00 às 20:00 horas, com o pico de demanda também ocorrendo às 18:08 horas.

Por meio dos dados da Tabela 5.4, se obtêm o FC para o valor médio, limite inferior e limite superior:

FC para o valor médio

$$\overline{DEM} = 12,65(kW)$$

$$DEM_{MAX} = 24,85(kW)$$

$$FC = 0,51$$

FC para o limite inferior

$$\overline{DEM} = 11,68(kW)$$

$$DEM_{MAX} = 23,75(kW)$$

$$FC_{lim. inf.} = 0,49$$

FC para o limite superior

$$\overline{DEM} = 13,55(kW)$$

$$DEM_{MAX} = 25,95(kW)$$

$$FC_{lim. sup.} = 0,52$$

A Figura 5.2 apresenta o perfil da demanda média, levantada junto ao transformador nº 19758 no bairro de classe média, onde se pode observar o pico de demanda no período de 17 às 21 horas. Os valores máximos e mínimos, apresentados, são a variação da demanda ao longo do tempo, com valores calculados através do método de *t de student*, e com a probabilidade de 95% de de acerto, ou seja, de estar dentro dos limites apresentados.

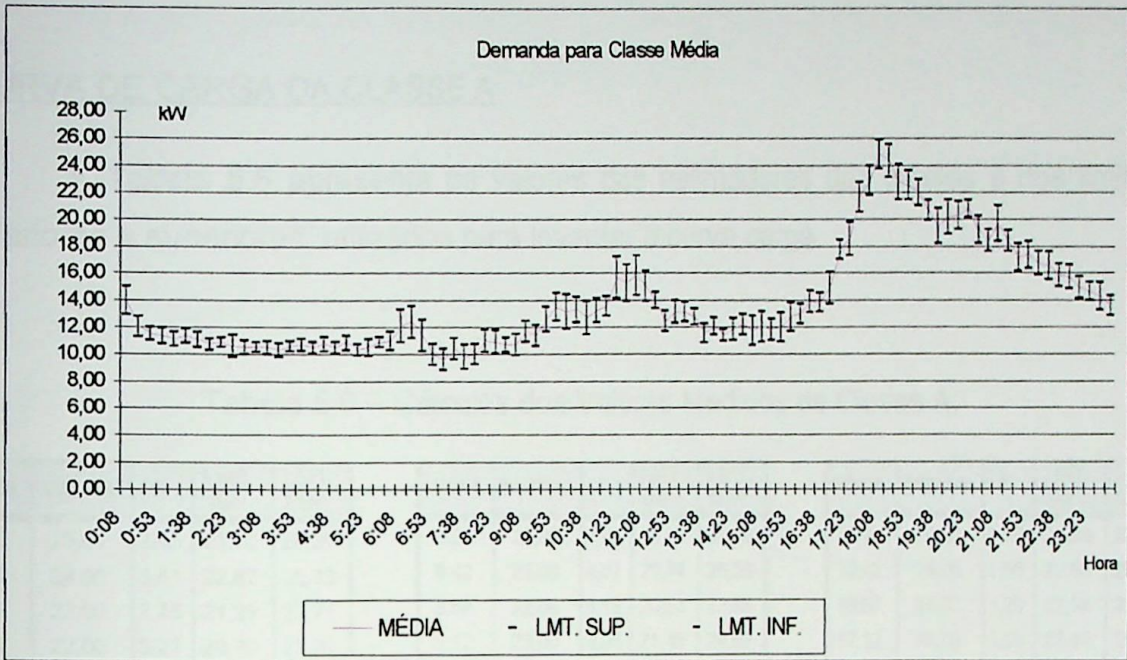


Figura 5.2 – Curva de Demanda para Classe B.

5.2.2.3 - Consumidores da Classe A

A Tabela 5.5 apresenta os valores médios de consumo (kWh) e demanda (W) e também o valor total do carregamento do transformados (kVA).⁴

Tabela 5.5 – Consumo e Demanda da Classe A.

CONSUMO MÉDIO	DEMANDA MÉDIA	POTÊNCIA APARENTE TOTAL
445,00 kWh	1,49 kW	75,05 kVA

O transformador que é de 75 kVA, está operando no seu limite.

⁴ O consumo é dado pela média dos últimos 6 meses, e a demanda foi calculado considerando o produto do Fator de Potência médio medido (0,724) pela potência aparente fornecida pela CEMIG.

CURVA DE CARGA DA CLASSE A

A Tabela 5.6 apresenta os valores dos estimadores das médias e dos limites inferiores e superiores, utilizados para levantar a curva carga.

Tabela 5.6 – Cálculos dos Valores Medidos da Classe A.

HORA	MÉDIA	S	LMT. INF.	LMT. SUP.
0:12	25,00	2,65	23,70	26,30
0:27	24,00	3,41	22,87	25,13
0:42	22,50	2,78	21,29	23,71
0:57	22,00	3,21	20,70	23,30
1:12	21,00	2,25	19,58	22,42
1:27	20,50	2,63	17,48	23,52
1:42	19,50	3,86	18,25	20,75
1:57	19,50	2,86	18,17	20,83
2:12	21,00	2,21	20,04	21,96
2:27	22,00	3,18	20,75	23,25
2:42	21,00	1,48	19,96	22,04
2:57	20,50	3,41	19,75	21,25
3:12	19,50	2,89	18,77	20,23
3:27	19,00	2,08	18,29	19,71
3:42	19,00	1,86	18,31	19,69
3:57	19,00	2,37	18,12	19,88
4:12	18,50	2,67	17,72	19,28
4:27	19,00	2,29	18,45	19,55
4:42	18,00	2,99	17,29	18,71
4:57	18,00	3,01	17,12	18,88
5:12	18,00	3,06	17,17	18,83
5:27	18,00	2,92	17,31	18,69
5:42	18,00	2,03	17,19	18,81
5:57	19,00	2,94	18,01	19,99
6:12	19,00	3,86	17,31	20,69
6:27	22,50	4,13	20,62	24,38
6:42	20,50	4,15	18,80	22,20
6:57	18,00	2,92	16,40	19,60
7:12	17,00	4,43	15,02	18,98
7:27	20,00	2,88	18,61	21,43
7:42	21,00	2,94	19,21	22,79
8:12	22,00	2,71	20,30	23,70
8:27	22,00	3,88	18,78	25,22
8:42	23,00	4,07	20,74	25,26
8:57	22,00	3,18	20,52	23,48
9:12	23,00	3,95	21,48	24,52
9:27	23,50	3,85	21,76	25,24
9:42	24,00	2,77	22,15	25,85
9:57	23,50	3,43	21,46	25,54
10:12	24,00	4,00	22,01	25,99
10:27	24,50	3,48	22,51	26,49
10:42	25,00	2,42	22,66	27,34
10:57	26,00	3,87	23,55	28,45
11:12	25,00	3,69	23,27	26,73
11:27	27,00	3,41	25,01	28,99
11:42	28,00	2,44	26,41	29,59
11:57	26,00	2,13	23,96	28,04
12:12	25,00	2,28	23,38	26,62
12:27	26,00	2,45	24,54	27,46
12:42	27,00	2,66	25,59	28,41
12:57	24,50	5,67	22,69	26,31
13:12	24,50	2,34	23,02	25,98
13:27	25,00	2,50	23,29	26,71
13:42	23,50	1,81	22,30	24,70
13:57	24,00	2,34	22,60	25,40
14:12	24,00	1,95	21,95	26,05
14:27	24,00	1,41	22,47	25,53
14:42	23,00	1,37	21,82	24,18
14:57	22,00	1,34	20,30	23,70
15:12	22,00	1,29	21,21	22,79
15:27	23,00	1,65	21,19	24,81
15:42	23,00	1,46	21,46	24,54
15:57	23,00	1,03	21,89	24,11
16:12	23,50	1,34	22,51	24,49
16:27	24,50	1,65	23,24	25,76
16:42	24,00	1,55	22,58	25,42
16:57	24,00	1,29	22,78	25,22
17:12	25,00	1,53	23,41	26,59
17:27	27,50	1,86	25,90	29,10
17:42	31,00	3,17	29,37	32,63
17:57	32,50	3,52	30,94	34,06
18:12	32,50	3,18	31,42	33,58
18:27	34,50	3,00	32,93	36,07
18:42	34,00	3,71	31,94	36,06
18:57	34,00	2,61	31,80	36,20
19:12	34,00	3,25	31,79	36,21
19:27	35,50	3,44	33,94	37,06
19:42	33,50	3,09	31,14	35,86
19:57	33,50	5,85	31,97	35,03
20:12	31,50	4,12	29,93	33,07
20:27	32,00	2,70	30,59	33,41
20:42	32,00	2,76	30,56	33,44
20:57	33,00	3,16	30,93	35,07
21:12	31,00	3,37	28,83	33,17
21:27	30,50	3,71	28,80	32,20
21:42	29,00	3,61	26,90	31,10
21:57	31,00	3,61	28,95	33,05
22:12	30,00	4,25	28,52	31,48
22:27	31,00	4,45	29,18	32,82
22:42	29,00	3,14	26,87	31,13
22:57	30,50	3,62	28,64	32,36
23:12	28,00	2,89	26,71	29,29
23:27	27,00	3,70	24,94	29,06
23:42	26,50	2,94	24,54	28,46
23:57	24,50	2,66	22,69	26,31

A área hachurada mostra o aumento da demanda registrada durante o período de quatro horas consecutivas, das 17:57 às 21:57, podendo considerar um aumento acima da média diária até as 23:57 horas.

Para este grupo de consumidores, o melhor posicionamento do horário de ponta seria das 18:00 às 21:00 horas, com o pico de demanda ocorrendo às 19:27 horas.

Por meio dos dados da Tabela 5.3, se obtêm o FC para o valor médio, limite inferior e limite superior :

FC para o valor médio

$$\overline{DEM} = 35,50(kW)$$

$$DEM_{MAX} = 24,00(kW)$$

$$FC = 0,68$$

FC para o limite inferior

$$\overline{DEM} = 37,06(kW)$$

$$DEM_{MAX} = 22,49(kW)$$

$$FC_{lim. inf.} = 0,61$$

FC para o limite superior

$$\overline{DEM} = 37,06(kW)$$

$$DEM_{MAX} = 25,47(kW)$$

$$FC_{lim. sup.} = 0,69$$

A Figura 5.3 apresenta o perfil da demanda média, levantada junto ao transformador nº 2898 no bairro de classe alta, onde se pode observar o pico de demanda no período de 18 às 22 horas. Os valores máximos e mínimos, apresentados, são a variação da demanda ao longo do tempo, com valores calculados através do método de *t de student*, e com a probabilidade de 95% de de acerto. Ou seja, de estar dentro dos limites apresentados.

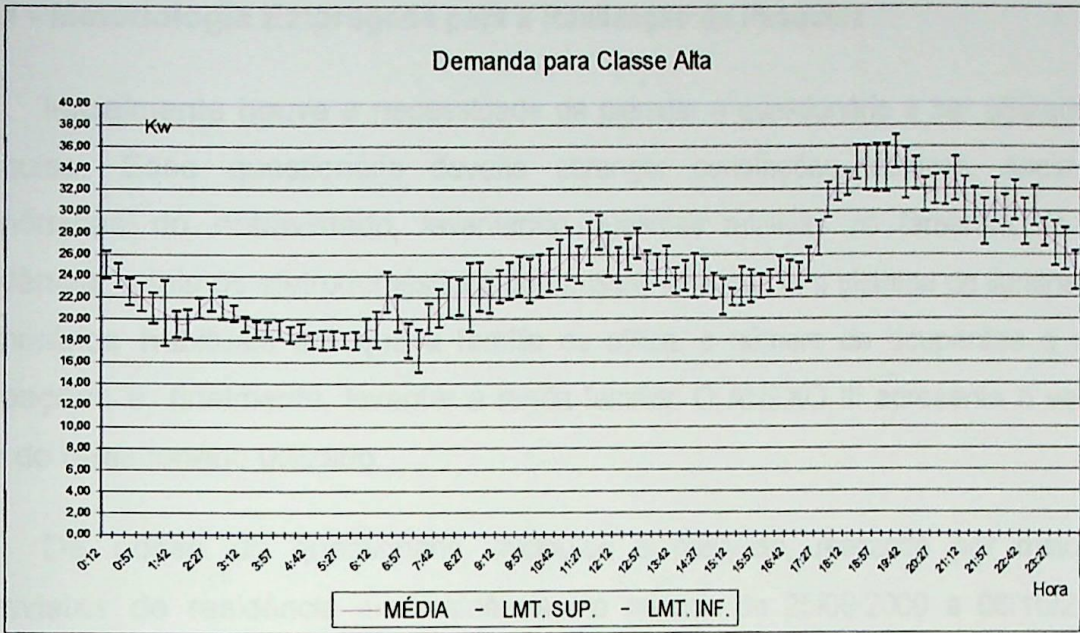


Figura 5.3 – Curva de Demanda para Classe A.

5.3 - Pesquisa de Posse e Hábito

O objetivo principal da realização da pesquisa foi de conhecer em que usos finais, e em quais proporções, o consumidor residencial utiliza a energia elétrica, segmentado por classe social.

O universo pesquisado restringiu-se a uma amostra de consumidores pertencentes aos transformadores de distribuição onde foram realizadas medições de grandezas elétricas, conforme descrito na seção 5.2. Na ocasião da escolha dos locais de medição, procurou-se distingui-los por classe social, baseado somente em conhecimento da cidade e dos bairros em questão, sem fundamentar-se em estudos que comprovassem tais suposições.

Com a realização da pesquisa de Posse e Hábito foi possível não só comprovar, através dos dados coletados, o perfil do consumo, mas também estabelecer a classe de renda/consumo de cada bairro, pois até então, tinha-se suposto esta condição.

5.3.1 - Metodologia Empregada para a Realização da Pesquisa

Inicialmente houve a necessidade de planejar o questionário a ser utilizado na pesquisa. Esse questionário deveria abranger conotações técnicas, sociais e econômicas do entrevistado, levantando questões relativas ao tamanho de sua residência, quais os eletrodomésticos que possui, incluindo aí o sistema de iluminação, os horários habituais em que a família os utiliza, o número de ocupantes e suas ocupações e, finalmente, levantar a renda familiar. O ANEXO III apresenta a versão final do questionário utilizado.

De posse do questionário, iniciou-se a pesquisa, realizada por meio de entrevistas de residência em residência, no período de 25/09/2000 a 06/10/2000, abrangendo em diferentes proporções os moradores localizados nas ruas em que os transformadores de alimentação se situavam.

A proporção de entrevistados, em relação ao número total de casas, variou de local para local. Esta diferença ocorreu principalmente em virtude de barreiras que limitou o universo pesquisado. Entre as principais barreiras encontradas, pode-se destacar: dificuldade em localizar seus ocupantes, a falta de conhecimento das questões levantadas e ainda a desconfiança em fornecer informações pessoais.

O número entre o total a ser entrevistado e o efetivamente entrevistado ficou assim distribuído:

- Na a Classe C, com 65 consumidores residenciais, sendo efetivamente pesquisados 35.
- Na Classe B, com 63 consumidores residenciais, sendo efetivamente pesquisados 38.
- Na Classe A, com 37 consumidores residenciais, sendo efetivamente pesquisados 24.

Os dados referentes às respostas obtidas serão apresentados em termos de valores médios (MD) e seus respectivos desvios padrões (DP) ou em termos percentuais em relação ao universo pesquisado.

Nas seções seguintes serão apresentados os resultados da pesquisa e as conclusões obtidas.

5.3.2 - Resultado da Pesquisa

Nesta seção serão apresentados, em forma de tabela, os dados referentes às respostas obtidas com a pesquisa no que se refere a característica das residências (Tabela 5.7), posse de bens não duráveis (Tabela 5.8), dados referente à ocupação (Tabela 5.9) e renda familiar (Tabela 5.10), de onde poderão ser observadas as diferenças socio-econômicas entre os três grupos em análise.

Tabela 5.7 – Característica das Residências

CLASSE	QUARTO		SALA		COZINHA		BANHEIRO		GARAGEM	
	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP
A	4,00	1,12	2,00	0,70	1,00	0,28	4,00	0,96	2,00	0,65
B	3,00	1,40	1,00	0,50	1,00	0,32	1,00	0,79	1,00	0,37
C	2,00	0,71	1,00	0,40	1,00	0,33	1,00	0,37	0,00	0,28

Observa-se na Tabela 5.7 e em todas as demais relativas à pesquisa, que em alguns casos o valor médio é igual a zero e o desvio padrão diferente de zero. Isto é devido ao fato do item pesquisado ocorrer raramente dentre todos os pesquisados, tendendo o valor médio de zero.

Tabela 5.8 – Posse de Bens não Duráveis

CLASSE	Televisão		Ap. de Som		Rádio		Computador		Geladeira		Freezer		Forno de Microondas		Vídeo		Torneira Elét.		Lava Roupa		Lava Louça		Ar Condicionado		Forno Elét.		Ferro de Passar		Aquecedor Elétrico		
	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP			
A	2,50	0,94	2,00	0,88	2,00	0,75	1,00	0,76	1,00	0,51	1,00	0,53	1,00	0,35	1,00	0,58	0,00	0,00	0,68	1,00	0,37	1,00	0,00	0,00	0,76	0,5,0	1,00	0,50	1,00	0,50	
B	1,50	1,13	1,00	0,59	1,00	0,85	0,00	0,43	1,00	0,48	0,00	0,51	0,00	0,47	1,00	0,65	0,00	0,54	1,00	0,58	0,00	0,27	0,44	0,00	0,35	0,00	0,39	1,00	0,62	0,00	0,22
C	1,00	0,61	1,00	0,67	0,00	0,50	0,00	0,23	1,00	0,55	0,00	0,17	0,00	0,00	0,32	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,47	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,59	0,00	0,00	

Tabela 5.9 – Características Sociais

CLASSE	OCUPANTES		MORADORES		EMPREGADOS		TRABALHAM		ESTUDAM	
	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP	MD	DP
A	4,50	1,51	3,50	1,41	1,00	0,73	2,00	0,91	1,00	1,33
B	4,00	1,96	4,00	1,94	0,00	0,32	1,00	1,62	1,00	1,10
C	5,00	2,04	5,00	2,04	0,00	0,00	1,00	0,94	1,00	1,44

Tabela 5.10 – Renda Familiar

CLASSE	Até R\$ 500	De R\$ 500 a R\$ 1000	De R\$ 1000 a R\$ 1500	De R\$ 1500 a R\$ 2000	De R\$ 2000 a R\$ 2500	Acima de R\$ 2500
	%	%	%	%	%	%
A	0,00	0,00	0,00	4,17	41,67	54,17
B	28,95	47,37	21,05	2,63	0,00	2,63
C	77,14	22,86	0,00	0,00	0,00	0,00

Da análise das tabelas acima, percebe-se diferenças socio-econômicas marcantes, em todos os itens, entre as três regiões sob análise. Podendo com isso justificar a segregação dos estudos por classe social.

A Tabela 5.11 apresenta, para cada classe, o consumo médio (MD) e seus respectivos desvios padrão (DP) verificados em um período de 6 meses (Janeiro a Junho de 2000) obtidos por meio de dados fornecidos pela CEMIG.

Tabela 5.11 – Consumo por Classe.

CLASSE	CONSUMO	
	MD	DP
A	445,00	269,17
B	157,50	141,41
C	126,00	63,67

Da análise da tabela acima, confirma-se que o consumo de energia elétrica varia de acordo com a classe social.

5.3.3 - Perfil do Consumo de Energia Elétrica

Com os dados apurados na pesquisa realizada, foi possível determinar os horários de utilização dos principais usos finais para o setor residencial, ou seja, o chuveiro elétrico, iluminação, televisão e o ferro de passar roupa.

O levantamento do horário de utilização destes itens em estudo, tornou possível a construção da curva de carga teórica estratificada por uso final e, conforme poderá ser observado, o perfil do consumo corresponde com aquele levantado por meio das medições.

Outros usos apresentam potências elevadas como: computadores, fornos elétricos, torneira elétrica, máquina de secar e de lavar, aquecedores elétricos, geladeira, freezer, ar condicionado, etc. Mas estes não foram pesquisados em termos de hábito de uso pois são pouco representativos nas regiões pesquisadas (Tabela 5.8), ou no caso da geladeira e do freezer, que funcionam 24 horas por dia, sendo desnecessário, obviamente, pesquisar o horário de funcionamento.

A seguir são apresentados os resultados obtidos, divididos para cada uso final.

5.3.3.1 - Sistema de Iluminação

As Tabelas 5.12, 5.13 e 5.14, apresentam o tipo de iluminação utilizado, respectivamente, para as classes A, B e C, em termos de número médio (MD) por residência, com seu respectivo desvio padrão (DP).

Tabela 5.12 – Sistema de Iluminação para Classe A.

	Incandescente				Fluores. Tubular			Flures. Compac.		
	40W	60W	100 W	150 W	20W	40W	60W	23W	12W	15W
MD	0,00	7,50	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DP	2,31	10,56	9,03	1,26	1,91	1,08	0,00	3,40	1,80	0,00

Tabela 5.13 – Sistema de Iluminação para Classe B.

	Incandescente				Fluores. Tubular			Flures. Compac.		
	40W	60W	100W	150W	20W	40W	60W	23W	12W	15W
MD	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DP	1,85	4,97	3,16	0,16	0,87	0,98	0,16	0,22	0,00	0,00

Tabela 5.14 – Sistema de Iluminação para Classe C.

	Incandescente				Fluores. Tubular			Flures. Compac.		
	40W	60W	100 W	150 W	20W	40W	60W	23W	12W	15W
MD	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DP	0,23	2,10	1,04	0,67	0,17	0,75	0,00	0,28	0,00	0,17

Analisando as tabelas acima, percebe-se a predominância do uso de lâmpadas incandescentes, principalmente as de 60 W, havendo uma coincidência deste fato nas três classes em análise, e praticamente não se utilizando de lâmpadas de maior eficiência energética.

As Tabelas 5.15, 5.16 e 5.17 apresentam a percentagem de usuários de iluminação de acordo com o período do dia, respectivamente para as Classes A, B e C.

Tabela 5.15 – Hora de Utilização de Iluminação para a Classe A.

PERÍODO	
02:01 - 06:00	25,0
06:01 - 07:00	0,0
07:01 - 08:00	0,0
08:01 - 09:00	0,0
09:01 - 10:00	0,0
10:01 - 11:00	0,0
11:01 - 12:00	0,0
12:01 - 13:00	0,0
13:01 - 14:00	0,0
14:01 - 15:00	0,0
15:01 - 16:00	0,0
16:01 - 17:00	0,0
17:01 - 18:00	25,0
18:01 - 19:00	95,8
19:01 - 20:00	100,0
20:01 - 21:00	100,0
21:01 - 22:00	100,0
22:01 - 24:00	83,3
24:01 - 02:00	45,8

Tabela 5.16 – Hora de Utilização de Iluminação para a Classe B.

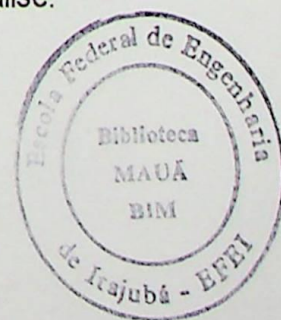
PERÍODO	
02:01 - 06:00	13,2
06:01 - 07:00	2,6
07:01 - 08:00	2,6
08:01 - 09:00	2,6
09:01 - 10:00	2,6
10:01 - 11:00	2,6
11:01 - 12:00	2,6
12:01 - 13:00	2,6
13:01 - 14:00	2,6
14:01 - 15:00	2,6
15:01 - 16:00	2,6
16:01 - 17:00	2,6
17:01 - 18:00	13,2
18:01 - 19:00	100,0
19:01 - 20:00	100,0
20:01 - 21:00	100,0
21:01 - 22:00	86,8
22:01 - 24:00	63,2
24:01 - 02:00	28,9

Tabela 5.17 – Hora de Utilização de Iluminação para a Classe C.

PERÍODO	
02:01 - 06:00	8,57
06:01 - 07:00	0,0
07:01 - 08:00	0,0
08:01 - 09:00	0,0
09:01 - 10:00	0,0
10:01 - 11:00	0,0
11:01 - 12:00	0,0
12:01 - 13:00	0,0
13:01 - 14:00	0,0
14:01 - 15:00	0,0
15:01 - 16:00	0,0
16:01 - 17:00	0,0
17:01 - 18:00	8,57
18:01 - 19:00	94,29
19:01 - 20:00	100,00
20:01 - 21:00	94,29
21:01 - 22:00	62,86
22:01 - 24:00	31,43
24:01 - 02:00	8,57

Analisando as tabelas acima, percebe-se a forte concentração de utilização no horário de 18:00 às 24:00 do dia, englobando todo o horário de ponta.

As Figuras 5.4, 5.5 e 5.6 traduzem o exposto em termos gráficos, propiciando dessa forma uma melhor visualização deste fato. Evidenciando, mais uma vez, a concentração de utilização destes artefatos, nas três classes em análise.



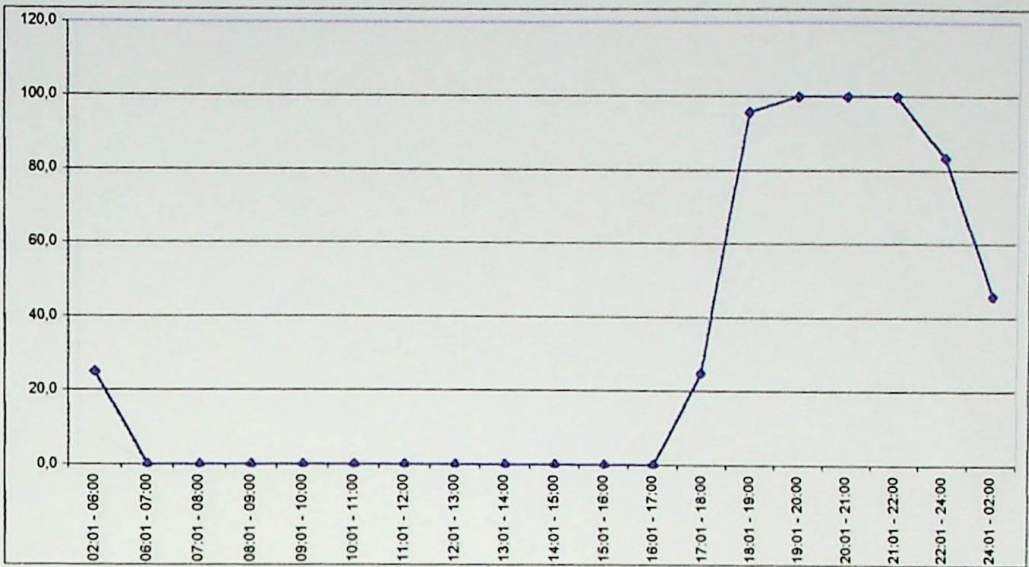


Figura 5.4 – Perfil do Consumo de E. E. com Iluminação para a Classe A.

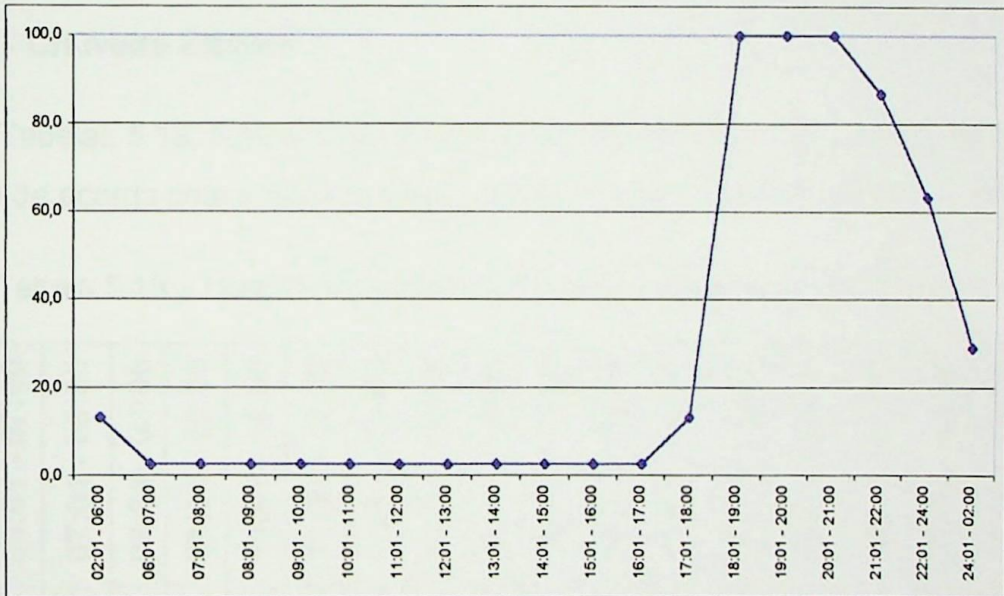


Figura 5.5 – Perfil do Consumo de E. E. com Iluminação para a Classe B.

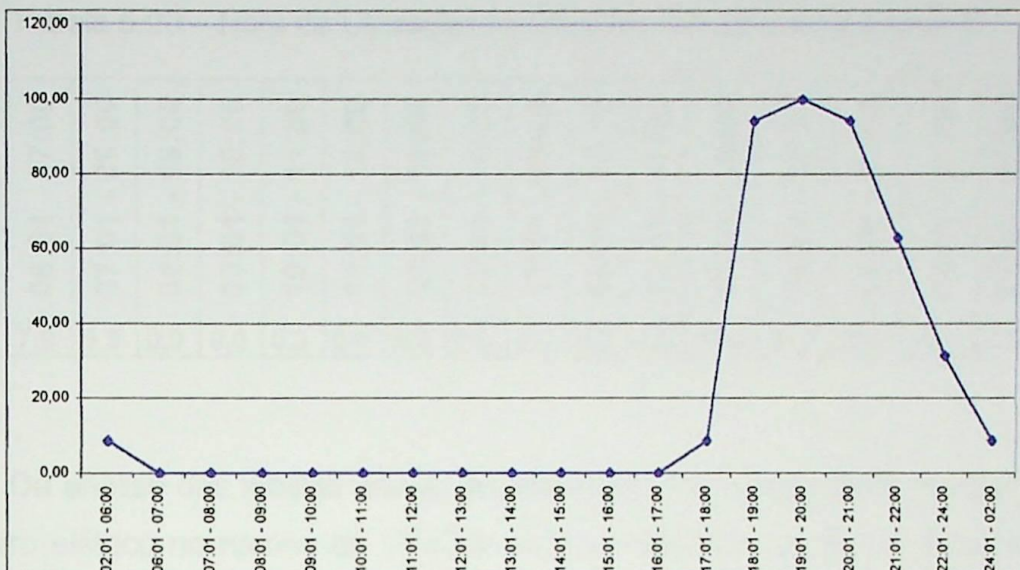


Figura 5.6 – Perfil do Consumo de E. E. com Iluminação para a Classe C.

5.3.3.2 - Chuveiro Elétrico

As Tabelas 5.18, 5.19 e 5.20, apresentam a percentagem de usuários do chuveiro elétrico de acordo com o período do dia, respectivamente para as classes A, B e C.

Tabela 5.18 – Hora de Utilização do Chuveiro Elétrico para a Classe A.

PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO
02:01 - 06:00	06:01 - 07:00	07:01 - 08:00	08:01 - 09:00	09:01 - 10:00	10:01 - 11:00	11:01 - 12:00	12:01 - 13:00	13:01 - 14:00	14:01 - 15:00	15:01 - 16:00	16:01 - 17:00	17:01 - 18:00	18:01 - 19:00	19:01 - 20:00	20:01 - 21:00	21:01 - 22:00	22:01 - 24:00	24:01 - 02:00	
0,0	4,0	16,0	8,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	40,0	36,0	8,0	8,0	12,0	0,0	

Tabela 5.19 – Hora de Utilização do Chuveiro Elétrico para a Classe B.

PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO
02:01 - 06:00	06:01 - 07:00	07:01 - 08:00	08:01 - 09:00	09:01 - 10:00	10:01 - 11:00	11:01 - 12:00	12:01 - 13:00	13:01 - 14:00	14:01 - 15:00	15:01 - 16:00	16:01 - 17:00	17:01 - 18:00	18:01 - 19:00	19:01 - 20:00	20:01 - 21:00	21:01 - 22:00	22:01 - 24:00	24:01 - 02:00	
2,6	5,3	7,9	5,3	2,6	2,6	7,9	10,5	2,6	2,6	2,6	5,3	18,4	39,5	21,1	10,5	2,6	7,9	0,0	

Tabela 5.20 – Hora de Utilização do Chuveiro Elétrico para a Classe C.

PERÍODO	02:01 - 06:00	06:01 - 07:00	07:01 - 08:00	08:01 - 09:00	09:01 - 10:00	10:01 - 11:00	11:01 - 12:00	12:01 - 13:00	13:01 - 14:00	14:01 - 15:00	15:01 - 16:00	16:01 - 17:00	17:01 - 18:00	18:01 - 19:00	19:01 - 20:00	20:01 - 21:00	21:01 - 22:00	22:01 - 24:00	24:01 - 02:00
%	0,0	7,9	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	7,9	31,6	44,7	28,9	10,5	5,3	5,3	0,0

Da análise das tabelas acima, percebe-se a forte concentração de utilização do chuveiro elétrico no horário de 18:00 às 20:00, ocorrendo também a utilização deste equipamento pela manhã (6:00 às 8:00 horas) e por volta de 12:00 horas.

As Figuras 5.7, 5.8 e 5.9 traduzem o exposto em termos gráficos, podendo com isso proporcionar melhor visualização deste fato.

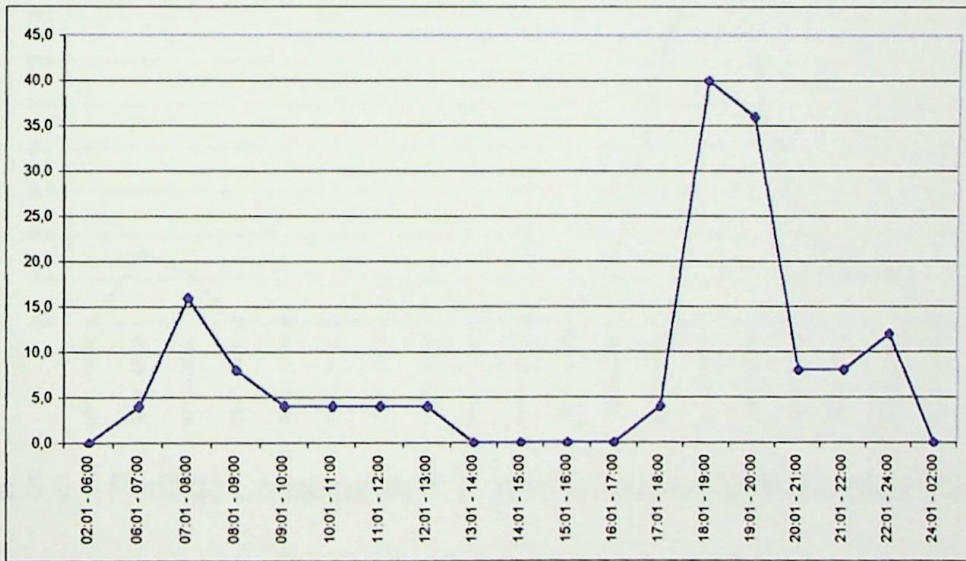


Figura 5.7 – Perfil do Consumo de E. E. com o Chuveiro Elétrico para a Classe A.

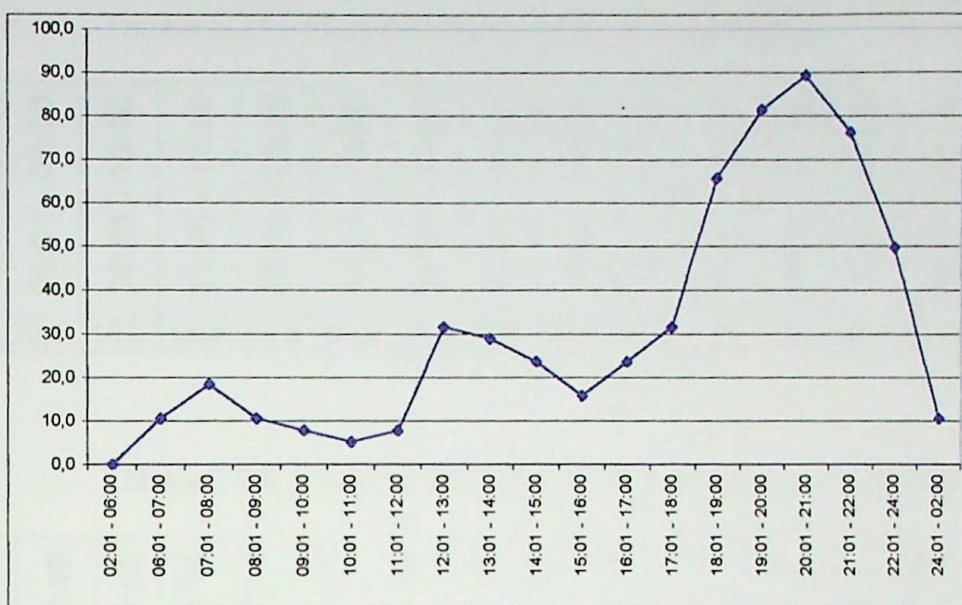


Figura 5.8 – Perfil do Consumo de E. E. com o Chuveiro Elétrico para a Classe B.

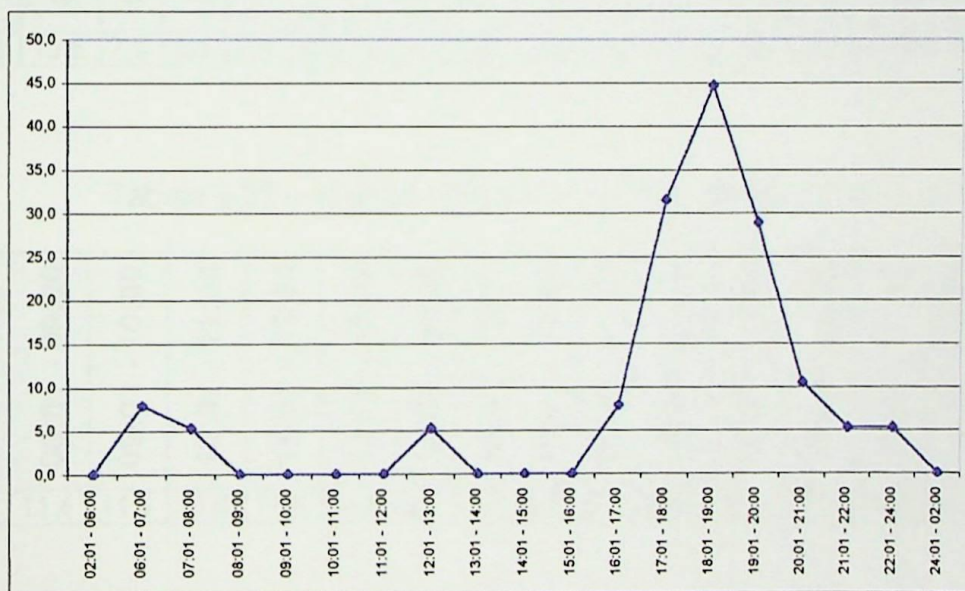


Figura 5.9 – Perfil do Consumo de E. E. com o Chuveiro Elétrico para a Classe C.

5.3.3.3 - Uso da Televisão

As Tabelas 5.21, 5.22 e 5.23 apresentam a percentagem de usuários da televisão de acordo com o período do dia, respectivamente para as Classes A, B e C.

Tabela 5.21 – Hora de Utilização da Televisão para a Classe A.

PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	
02:01 - 06:00	06:01 - 07:00	07:01 - 08:00	08:01 - 09:00	09:01 - 10:00	10:01 - 11:00	11:01 - 12:00	12:01 - 13:00	13:01 - 14:00	14:01 - 15:00	15:01 - 16:00	16:01 - 17:00	17:01 - 18:00	18:01 - 19:00	19:01 - 20:00	20:01 - 21:00	21:01 - 22:00	22:01 - 24:00	24:01 - 02:00			
8,0	8,0	16,0	20,0	16,0	16,0	16,0	36,0	28,0	20,0	16,0	16,0	20,0	48,0	80,0	96,0	96,0	76,0	28,0			

Tabela 5.22 – Hora de Utilização da Televisão para a Classe B.

PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	
02:01 - 06:00	06:01 - 07:00	07:01 - 08:00	08:01 - 09:00	09:01 - 10:00	10:01 - 11:00	11:01 - 12:00	12:01 - 13:00	13:01 - 14:00	14:01 - 15:00	15:01 - 16:00	16:01 - 17:00	17:01 - 18:00	18:01 - 19:00	19:01 - 20:00	20:01 - 21:00	21:01 - 22:00	22:01 - 24:00	24:01 - 02:00			
0,0	10,5	18,4	10,5	7,9	5,3	7,9	31,6	28,9	23,7	15,8	23,7	31,6	65,8	81,6	89,5	76,3	50,0	10,5			

Tabela 5.23 – Hora de Utilização da Televisão para a Classe C.

PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	
02:01 - 06:00	06:01 - 07:00	07:01 - 08:00	08:01 - 09:00	09:01 - 10:00	10:01 - 11:00	11:01 - 12:00	12:01 - 13:00	13:01 - 14:00	14:01 - 15:00	15:01 - 16:00	16:01 - 17:00	17:01 - 18:00	18:01 - 19:00	19:01 - 20:00	20:01 - 21:00	21:01 - 22:00	22:01 - 24:00	24:01 - 02:00			
2,9	2,9	8,6	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	5,7	5,7	5,7	8,6	28,6	68,6	77,1	80,0	62,9	31,4	11,4			

Da análise das tabelas acima, percebe-se que a televisão é um equipamento que é utilizado durante, praticamente todo o dia, havendo uma concentração maior na sua utilização a partir das 17:00 horas indo até às 24:00 horas.

Como se pode observar nas Figuras 5.10, 5.11 e 5.12, nas três classes analisadas, os perfis de utilização deste equipamento se assemelham, somente não ocorrendo uma elevação da utilização no horário de 12:00 à 14:00 horas para a Classe C, como pode ser verificado nas Classes A e B.

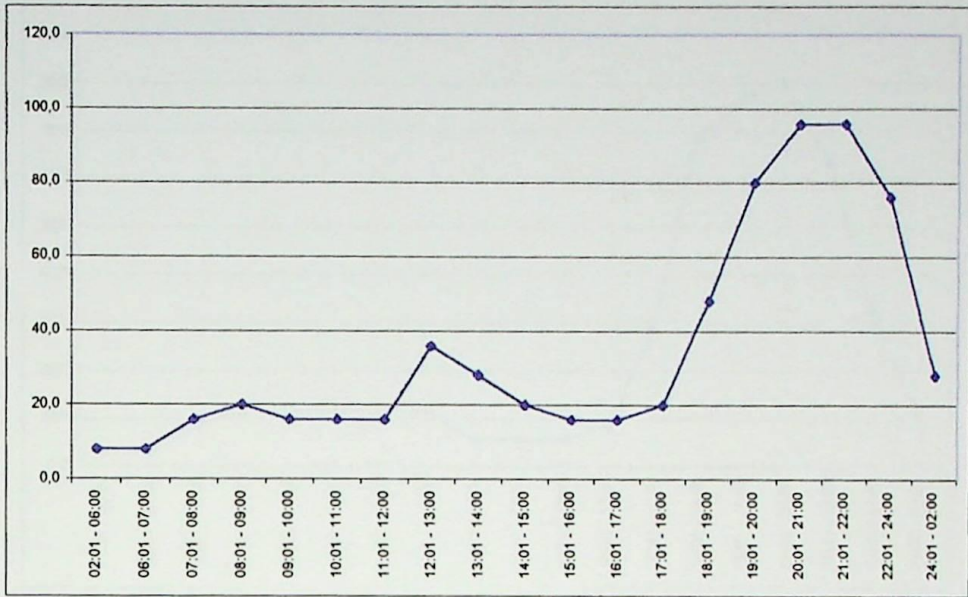


Figura 5.10 – Perfil do Consumo de E. E. com a Televisão para a Classe A.

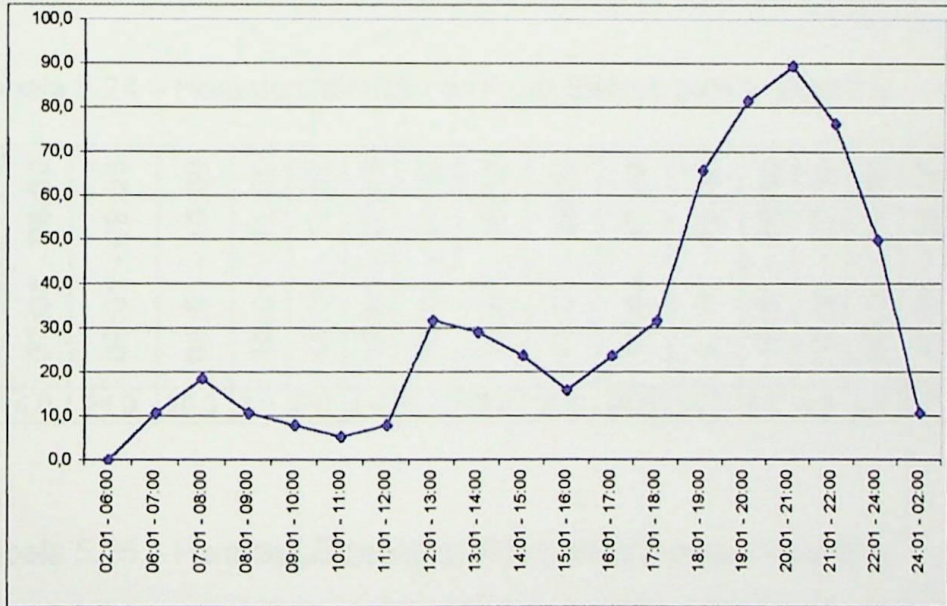


Figura 5.11 – Perfil do Consumo de E. E. com a Televisão para a Classe B.

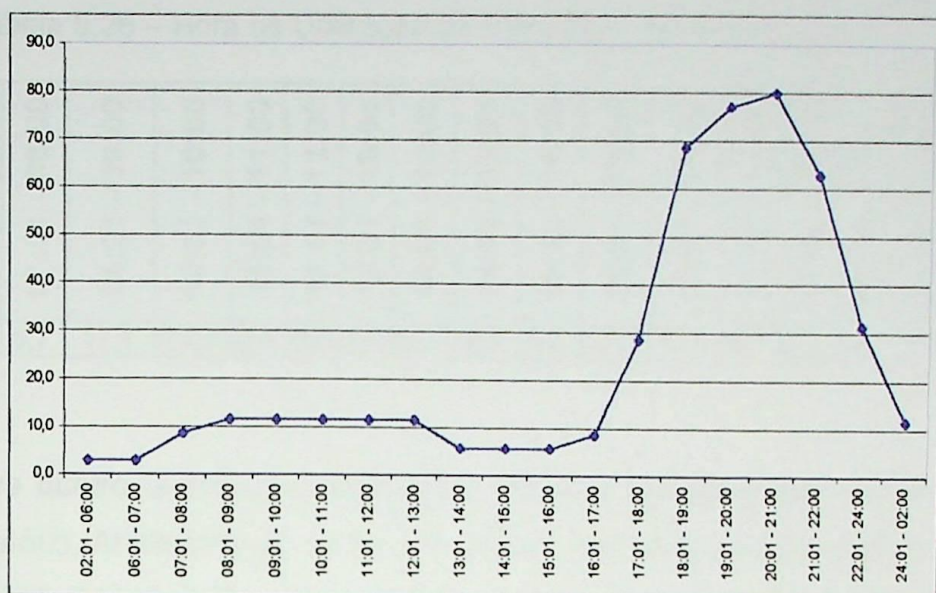


Figura 5.12 – Perfil do Consumo de E. E. com a Televisão para a Classe C.

5.3.3.4 - Ferro Elétrico de Passar Roupa

As Tabelas 5.24, 5.25 e 5.26, apresentam a percentagem de usuários do ferro de passar de acordo com o período do dia respectivamente para as classes A, B e C.

Tabela 5.24 – Hora de Utilização do Ferro Elétrico para a Classe A.

PERÍODO	PERÍODO
02:01 - 06:00	0,0
06:01 - 07:00	0,0
07:01 - 08:00	4,0
08:01 - 09:00	24,0
09:01 - 10:00	20,0
10:01 - 11:00	8,0
11:01 - 12:00	8,0
12:01 - 13:00	4,0
13:01 - 14:00	8,0
14:01 - 15:00	16,0
15:01 - 16:00	32,0
16:01 - 17:00	24,0
17:01 - 18:00	16,0
18:01 - 19:00	4,0
19:01 - 20:00	4,0
20:01 - 21:00	4,0
21:01 - 22:00	0,0
22:01 - 24:00	0,0
24:01 - 02:00	0,0

Tabela 5.25 – Hora de Utilização do Ferro Elétrico para a Classe B.

PERÍODO	PERÍODO
02:01 - 06:00	0,0
06:01 - 07:00	5,3
07:01 - 08:00	10,5
08:01 - 09:00	18,4
09:01 - 10:00	10,5
10:01 - 11:00	5,3
11:01 - 12:00	2,6
12:01 - 13:00	2,6
13:01 - 14:00	7,9
14:01 - 15:00	10,5
15:01 - 16:00	13,2
16:01 - 17:00	21,1
17:01 - 18:00	23,7
18:01 - 19:00	18,4
19:01 - 20:00	10,5
20:01 - 21:00	7,9
21:01 - 22:00	5,3
22:01 - 24:00	0,0
24:01 - 02:00	0,0

Tabela 5.26 – Hora de Utilização do Ferro Elétrico para a Classe C.

PERÍODO	02:01 - 06:00	06:01 - 07:00	07:01 - 08:00	08:01 - 09:00	09:01 - 10:00	10:01 - 11:00	11:01 - 12:00	12:01 - 13:00	13:01 - 14:00	14:01 - 15:00	15:01 - 16:00	16:01 - 17:00	17:01 - 18:00	18:01 - 19:00	19:01 - 20:00	20:01 - 21:00	21:01 - 22:00	22:01 - 24:00	24:01 - 02:00
%	0,0	0,0	5,7	17,1	14,3	2,9	0,0	0,0	5,7	2,9	5,7	17,1	14,3	5,7	2,9	0,0	2,9	0,0	0,0

Dos quatro utensílios pesquisados, este é o que apresenta o comportamento mais aleatório. Analisando-se as tabelas acima, nota-se que o ferro elétrico é utilizado durante praticamente todo o dia, havendo uma concentração maior na sua utilização pela manhã das 08:00 às 11:00 horas e no período da tarde, das 15:00 às 17:00 horas.

Observando-se as Figuras 5.13, 5.14 e 5.15, nota-se nitidamente este comportamento da semelhança do perfil de utilização deste equipamento. Uma diferença deve ser observada na classe C. Nota-se uma elevação do uso deste utensílio entre 21:00 e 22:00 horas, podendo ser mais um responsável para o aumento do consumo registrado neste horário.

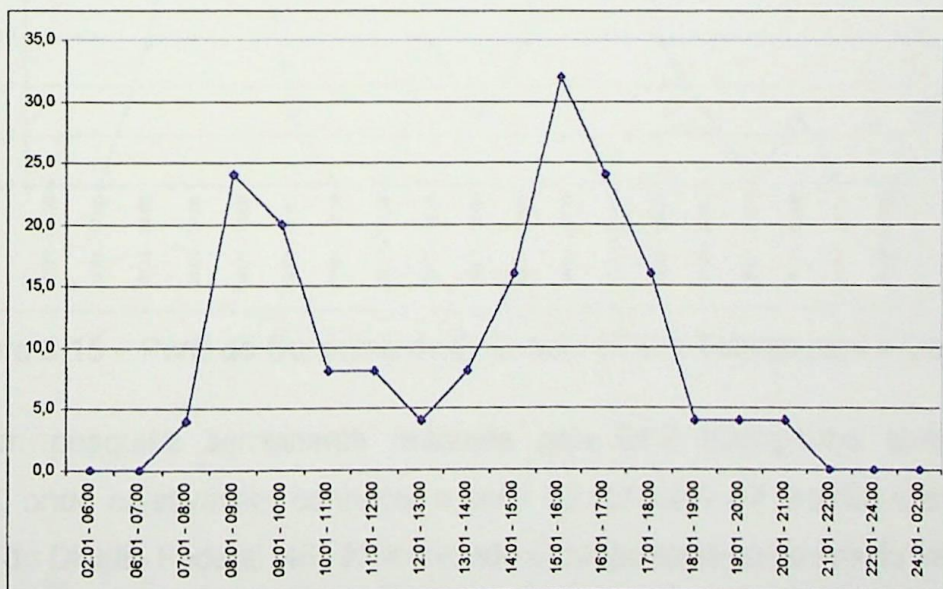


Figura 5.13 – Perfil do Consumo de E. E. com o Ferro Elétrico para a Classe A.



Figura 5.14 – Perfil do Consumo de E. E. com o Ferro Elétrico para a Classe B.

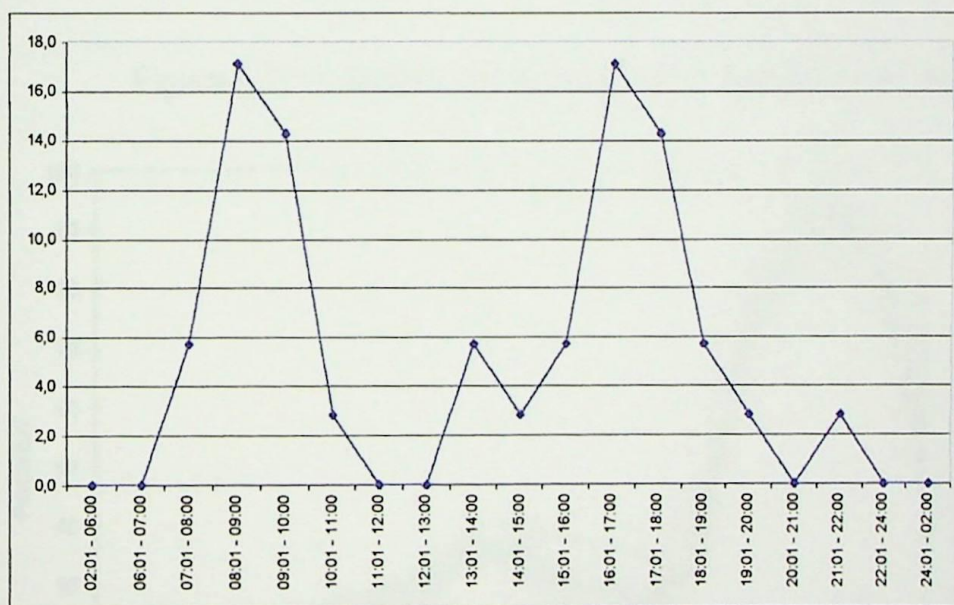


Figura 5.15 – Perfil do Consumo de E. E. com o Ferro Elétrico para a Classe C.

Em pesquisa semelhante realizada pela CEB (Companhia Energética de Brasília), onde objetivavam conhecer o perfil do consumo em Brasília e em outras 6 cidades do Distrito Federal [46], foi levantado o comportamento do uso do ferro elétrico, do chuveiro e da TV.

As Figuras 5.16, 5.17 e 5.18 mostram os resultados por eles levantados respectivamente para o chuveiro, a TV e o ferro elétrico.

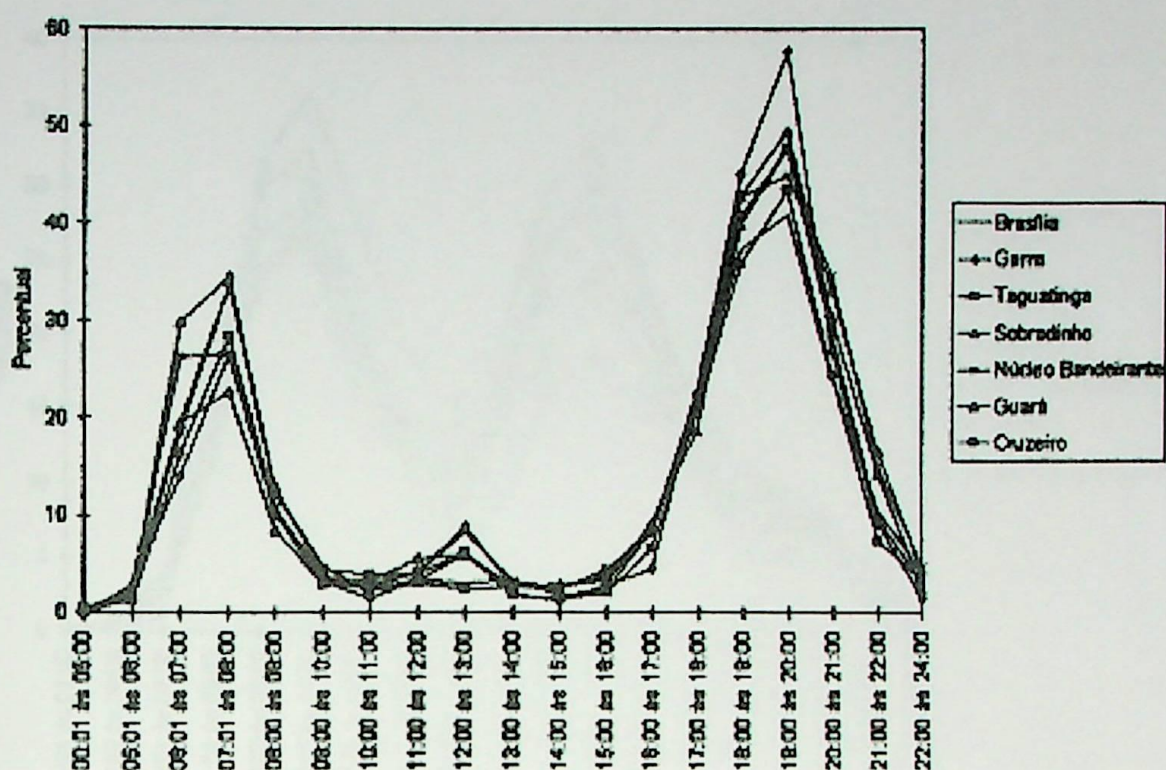


Figura 5.16 – Percentual de Usuários do Chuveiro Elétrico no D.F.

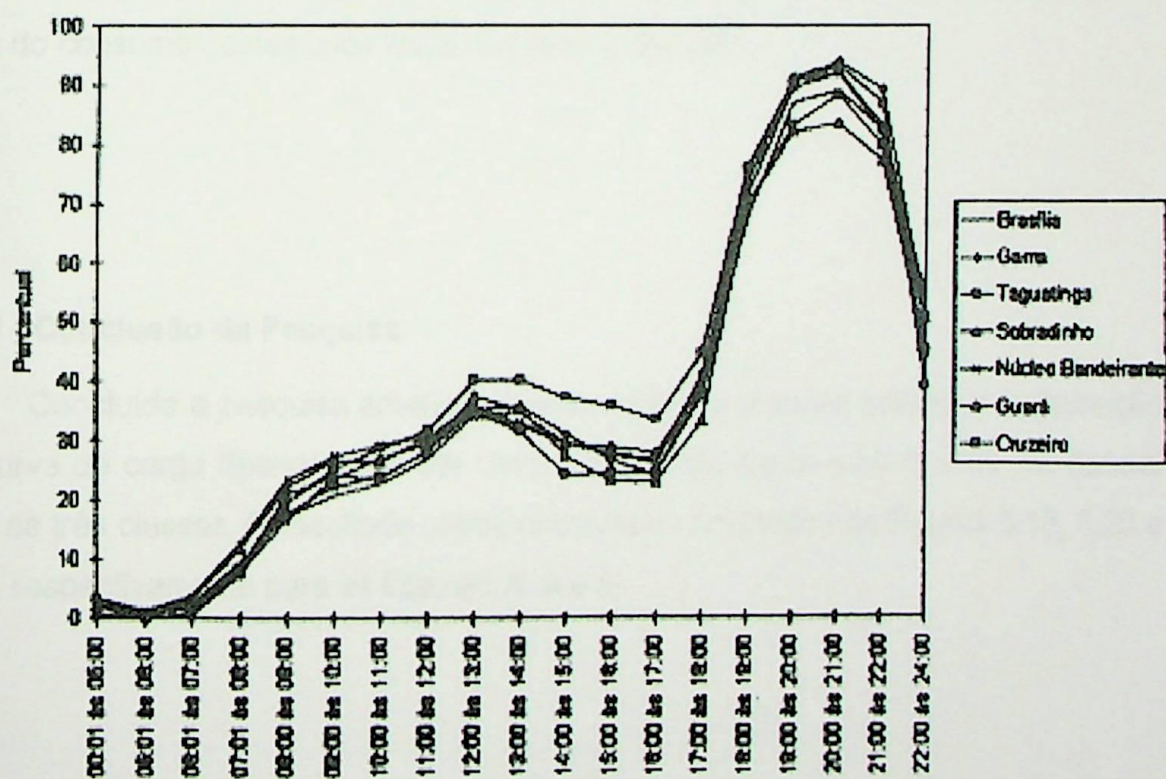


Figura 5.17 – Percentual de Usuários da TV no D.F.

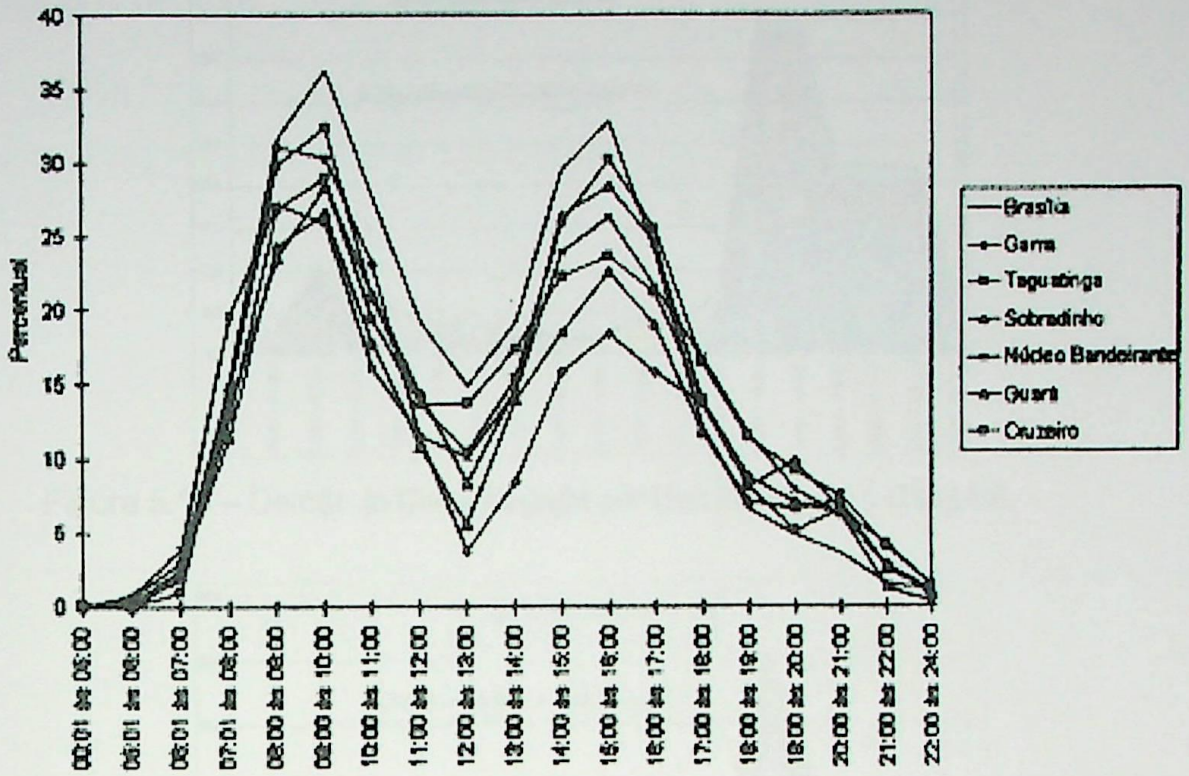


Figura 5.18 – Percentual de Usuários do Ferro Elétrico no D.F.

O que é interessante observar nas figuras acima, é a grande semelhança no perfil do consumo destes usos finais nas duas pesquisas.

5.3.4 - Conclusão da Pesquisa

Concluída a pesquisa anteriormente descrita, foi possível estimar a composição da curva de carga desagregada por usos finais, pesquisados para o setor residencial para as três classes. O resultado obtido encontra-se resumido nas Figuras 5.19, 5.20 e 5.21, respectivamente para as Classes A, B e C.

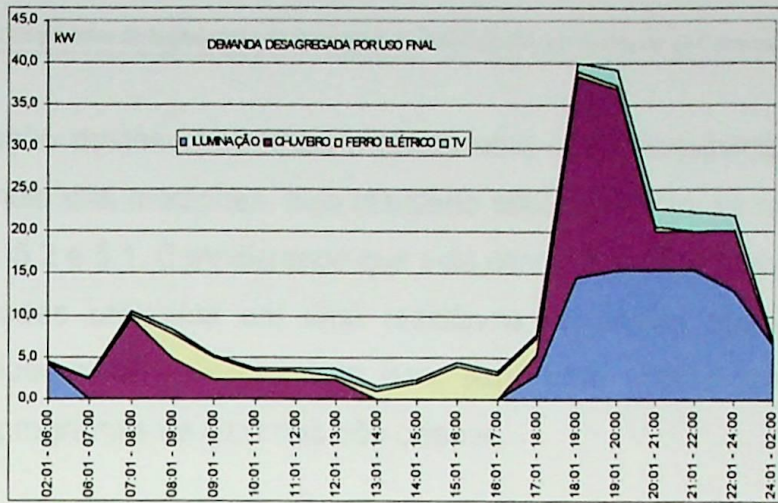


Figura 5.19 – Demanda Desagregada por Uso Final para a Classe A.

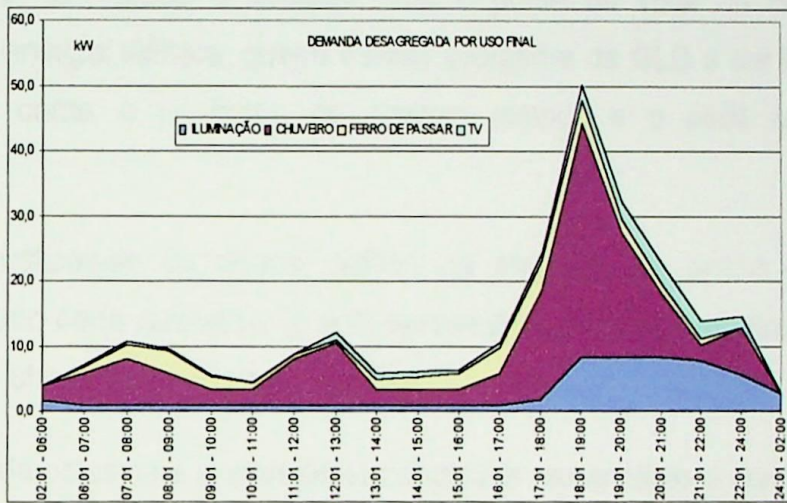


Figura 5.20 – Demanda Desagregada por Uso Final para a Classe B.

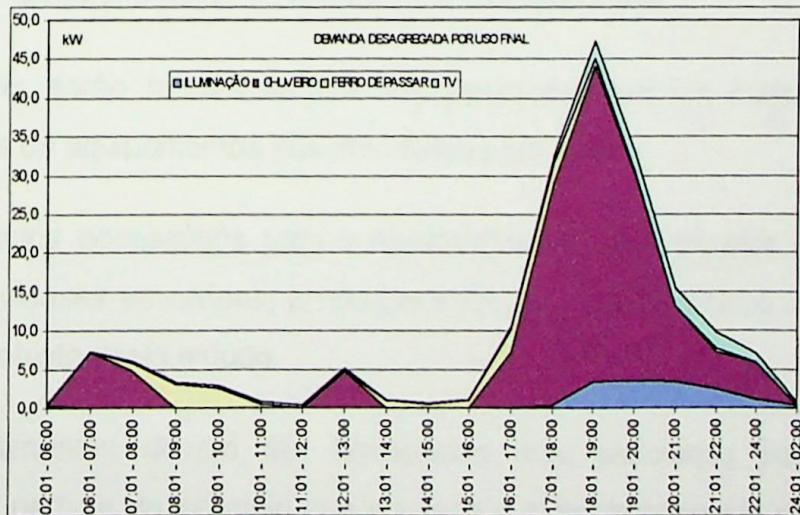


Figura 5.21 – Demanda Desagregada por Uso Final para a Classe C.

A agregação destes usos finais mostrou uma certa semelhança com a curva levantada por meio das medições, cujo resultado obtido encontra-se respectivamente nas Figuras 5.3, 5.2 e 5.1. Considerando que está sendo estudado apenas quatro usos finais, dentre todas utilizadas em uma residência, conclui-se que a metodologia empregada é adequada, podendo, com isso, partir para análise comparativa para implantação de programas de GLD nas três classes.

5.4 - Análise de Custo-Benefício

O objetivo do estudo é verificar, sob o ponto de vista da concessionária distribuidora de energia elétrica, qual o melhor programa de GLD a ser implementado levando-se em conta o consumo de energia elétrica e o perfil econômico do consumidor.

Para tal utilizou-se os dados obtidos na pesquisa de posse e hábito que conforme verificado cada classe (A, B e C) apresenta características distintas da forma e intensidade de utilização da energia elétrica

Como forma de obter uma igualdade de condições nas análises a serem realizadas, foram estabelecidas três premissas básicas:

- Todos os investimentos serão realizados pela concessionária;
- Os programas serão hipoteticamente implementados em um número igual de consumidores ou equipamentos nas três classes em estudo;
- Os investimentos necessários para o desenvolvimento dos projetos serão iguais para as três classes envolvidas, proporcionando com isso igualdade de condição, nas análises objeto deste estudo.

Os investimentos devem ser financiados e/ou realizados pela empresa distribuidora, por parti-se do princípio que ela seria a maior interessada na realização dos projetos, conforme já largamente exposto em capítulos anteriores deste trabalho.

O fato de serem implementados os programas em um número igual de consumidores, vem da necessidade de dar uma condição de igualdade para a análise,

pois as diferenças serão verificadas no impacto que cada medida causa na curva de carga total da classe analisada.

Com relação aos custos dos projetos, eles sempre serão iguais nas três classes em estudo, pois sua implantação será sempre realizada pela mesma empresa e os equipamentos e materiais necessários fornecidos pelo mesmo fornecedor.

5.4.1 - Programas a Serem Analisados

Para a análise serão utilizados dois tipos de programas:

- Substituição de lâmpadas incandescente por LFC;
- Instalação de limitador de carga para o horário de ponta;

Estes dois projetos foram escolhidos por representarem tipos distintos e serem os mais difundidos. O primeiro reduz o consumo em todo o tempo de utilização, reduzindo também a demanda de ponta. O segundo não representa diminuição de consumo, mas sim modulação da curva de carga.

Para o estudo aqui proposto, estes projetos representam bem outros tipos, sempre recaindo em um dos dois casos (redução de demanda e consumo ou redução de demanda).

5.4.2 - Metodologia Utilizada para Realização de Análise Econômica de Implantação de Projetos de GLD

Uma forma de analisar a viabilidade econômica de implantação de um projeto de GLD, é obtendo a relação de benefícios e custos (RBC).

Entretanto, para chegar ao resultado desta relação, alguns dados têm que ser disponibilizados, tais como:

- Fator de Carga: será adotado o valor médio calculado na seção 5.2.2, A Tabela 5.27 apresenta os valores utilizados em cada caso;

Tabela 5.27 – Fator de Carga de Iluminação por Classe.

	FATOR DE CARGA
A	0,68
B	0,51
C	0,40

- Custos de equipamentos e de implantação: é particular para cada tipo de projeto, foram obtidos junto a fornecedores de produtos e equipamentos específicos, como gerenciadores de demanda e lâmpadas, ou em referência bibliográfica específica para cada caso;
- Perda de receita: relativo a empresa concessionária com a adoção da medida, que está relacionada com descontos oferecidos e/ou com a redução do consumo;
- Demanda disponibilizada: depende do projeto que está sendo analisado;
- Vida útil do projeto: depende da medida a ser implementada, será determinado, caso a caso;
- Tarifa de energia elétrica: serão utilizados valores da CEMIG em vigor em Outubro de 2000 conforme Tabela 5.28;

Tabela 5.28 – Tarifa CEMIG para o Setor Residencial.

CLASSE	R\$/MWh
B1 – RESIDENCIAL	180,23
B1 – RESIDENCIAL BAIXA RENDA	
Consumo mensal até 30 kWh	63,09
Consumo mensal de 31 a 100 kWh	108,14
Consumo mensal de 101 a 180 kWh	162,20

Para as Classes A e B será utilizada a tarifa B1 RESIDENCIAL e para a Classe C a tarifa B1 RESIDENCIAL BAIXA RENDA, pois de acordo com o valor médio dos consumidores em análise, esta classe estaria aí enquadrada (Resolução ANEEL nº 169 de 31/05/2000).

Para o levantamento dos demais dados, tais como, taxa de atratividade e o Custo Marginal de capacidade, que são valores comuns a todos os tipos de projetos, sendo utilizados valores reais relativos a estas variáveis extraídas dos relatórios finais da implantação dos projetos de GLD, implementados pela CEMIG [44], CELG [48] e LIGHT [34], e estão apresentados na Tabela 5.29.

Tabela 5.29 – Valores Utilizados Para o Cálculo da RCB.

VARIÁVEIS	EMPRESA	CEMIG	CELG	LIGHT
Taxa de atratividade (%)		10	10	12
Custo marginal de trans. distr. (R\$/kW/ano)		137,00	154,26	132,01

Dos valores fornecidos pelos projetos das empresas, apresentados na Tabela 5.29, serão extraídos os dados que serão utilizados neste estudo para o cálculo da RBC.

- Taxa de atratividade: será considerado o valor predominante de 10% (CEMIG);
- Custo Marginal de Capacidade: será adotado o valor de 137,0 [R\$/kW/ano] (CEMIG).

Para o cálculo da RBC, se utilizará do mesmo procedimento utilizado em análises semelhantes realizados pela CEMIG [44], CELG [48] e LIGHT [34].

Cálculo dos custos envolvidos:

$$\text{Custo Anualizado do projeto (CA)} = CC \times FRC (i, n) \tag{6}$$

$$FRC = \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1} \tag{7}$$



Onde:

i , é a taxa de desconto utilizada;

n , é a vida útil do projeto;

CC é custo do projeto.

Perda de Receita com a energia economizada (PR)

$$PR = DD \times TF \times TU \text{ (para projetos que reduzem o consumo)} \quad [8]$$

$$PR = DO \times n^{\circ} \text{ MESES (para projetos que dão desconto na tarifa)} \quad [9]$$

$$\text{Custo Total (CT)} = CA + PR \quad [10]$$

Onde:

TF é Custo da Energia de Fornecimento;

DD é Demanda Disponibilizada

TU são as Horas de Utilização

N° de MESES em que se concede desconto

DO é desconto oferecido

Cálculo dos benefícios envolvidos:

$$\text{Postergação de Investimentos (PI)} = CMg \times DD \quad [11]$$

$$\text{Energia Disponibilizada (ED)} = DD \times FC \times TU \quad [12]$$

$$\text{Benefício (BN)} = ED \times TF \quad [13]$$

$$\text{Benefício Total (BT)} = PI + BN \quad [14]$$

$$\text{A relação B/C} = BT / CT \quad [15]$$

O cálculo do Fator de Carga vai depender do projeto em análise. Para cada medida a ser implantada deve-se considerar o FC desta medida.

5.4.3 - Análise Econômica por Projeto

5.4.3.1 - Retrofit de Lâmpadas Incandescentes por LFC

Para a análise da RBC obtida com a implantação deste tipo de medida deve-se comparar os benefícios alcançados com a redução da demanda de ponta com a perda de receita advinda de todo o período de utilização da iluminação (vida útil).

A escolha do número, tipo e a potência das lâmpadas a serem substituídas, foram determinadas por meio de dados levantadas na pesquisa de Posse e Hábito. A Tabela 5.30 mostra o número total de lâmpadas, por tipo utilizado em cada classe.

Tabela 5.30 – Número Total de Lâmpadas Utilizadas por Classe.

	Incandescente				Fluores. Tubular			Flures. Compac.		
	40W	60W	100 W	150 W	20W	40 W	60W	23W	12 W	15W
A	20	253	220	11	21	11	0	17	10	0
B	22	248	48	1	14	13	1	2	0	0
C	2	124	11	4	1	7	0	3	0	1

Da observação da Tabela 5.30 se verifica nas três classes o predomínio da utilização de lâmpadas incandescente de 60 W. Por isso esta será a escolhida para ser substituída. Sendo que para manter o mesmo padrão de iluminação será necessário substituí-la por LFC de 15 W⁵. O custo unitário, incluindo custos operacionais, de R\$ 12,00 (Doze Reais) (valor de mercado) e uma vida útil de 10.000 horas, o que corresponderia, para um funcionamento médio diário de 1,4 h/dia, a um período aproximado de 19 anos, mas o valor que normalmente se adota para este tipo de projeto é de uma vida útil de 10 anos.

Será verificado o impacto causado por esta substituição em 100 lâmpadas nas três classes. O número de 100 lâmpadas a ser substituído foi escolhido por ser um número inteiro próximo ao total de lâmpadas instaladas na Classe C (que tem menos quantidade).

⁵ Dados obtidos em manuais de fabricantes [47].

Para verificar os efeitos da substituição de lâmpadas sob a curva de carga seria necessário efetuar a substituição das lâmpadas, e através de medições realizadas antes e depois da medida, levantar o fator de coincidência. Como para a realização deste trabalho não foi implementado as medidas na prática, será então tomado valores reais de outros programas. Por isso será utilizado o valor apresentado pela CEB [46], onde o fator de coincidência foi de 48%.

Com a substituição de 100 lâmpadas de 60 W por 100 lâmpadas de 15 W, obtém-se uma redução de 4,5 kW, para um fator de coincidência de 48%, obtém-se uma redução de ponta de 2,2 kW.

Assim sendo, a Tabela 5.31 apresenta os valores assumidos para as variáveis, que serão utilizados no estudo de viabilidade de implantação do projeto de Iluminação.

Tabela 5.31 – Valores Assumidos para as Variáveis.

VARIÁVEL	SIGLA	VALOR
Custos do projeto	CC	R\$ 1200,00
Vida útil do projeto	VU	10 anos
Taxa de atratividade	TA	10 %
Tarifa média de energia elétrica	TM	Tabela 5.28
Demanda disponibilizada	DD	2,2 kW
Custo Marginal de capacidade	CMg	R\$ 137,00 kW/ano

CÁLCULO DOS CUSTOS

De [9], $FRC(10\%, 10) = 0,1627$.

- Custo Anualizado:

De [8], $CA = 195,29$ R\$/ano.

- Perda de Receita, de [10]:

Classes A e B: $PR = 218,47$ R\$/ano

Classe C: $PR = 196,62$ R\$/ano

- Valor Anual Total de [12]:

Classes A e B: CT = 413,77 R\$/ano

Classe C: CT = 391,91 R\$/ano

CÁLCULO DOS BENEFÍCIOS

- Postergação de Investimentos:

De [3], PI = 301,41 R\$/ano

- Venda da Energia Disponibilizada:

A venda da energia disponibilizada depende do Fator de Carga (FC), como o fator de carga depende da classe em análise, devendo então ser discutido caso a caso.

A Tabela 5.32 apresenta os valores de venda de Energia Disponibilizada, o cálculo do Benefício alcançado com a venda da Energia Disponibilizada e o Benefício Total, calculados respectivamente pelas equações [14] e [15] para as Classes A, B e C.

Tabela 5.32 – Benefício Total com a Venda da Energia Disponibilizada.

	A	B	C
ED (kWh)	764,46	573,34	449,68
BN (R\$/ano)	137,78	103,33	72,94
BT (R\$/ano)	439,18	404,73	374

Finalmente a Tabela 5.33 apresenta os valores de RBC que se espera alcançar com a medida, também para as três Classes.

Tabela 5.33 – Relação Custo Benefício do Projeto de Iluminação.

	A	B	C
RCB	1,1037	1,0172	0,9912

A seção 5.4.4 deste capítulo, é dedicado aos comentários pertinentes aos resultados alcançados com o estudo em questão.

5.4.3.2 - Projeto de Gerenciamento de Carga.

Para a análise da RBC obtida com a implantação deste tipo de medida deve-se comparar os benefícios alcançados com a redução da demanda de ponta com perda de receita advinda da diminuição do consumo durante a vida útil do projeto.

Conforme discutido no Capítulo 3, seção 3.4.1 deste trabalho, os projetos de gerenciamento de carga oferecem, como forma de atratividade aos consumidores que aderirem ao projeto, descontos na tarifa de energia. Esses descontos variam de empresa para empresa. Por essa razão achou-se útil apresentar os resultados em forma de tabela, destacando o percentual oferecido.

Para obtenção dos demais dados necessários às análises, foram utilizados valores extraídos dos relatórios finais da implantação dos projetos deste tipo, implementados pela CEMIG, CELG e LIGHT. A Tabela 5.34, resume os valores utilizados por elas, em suas análises econômicas. Essas três empresas foram escolhidas por terem divulgado seus relatórios na mesma época, 1998, e todos referentes a controladores de demanda.

Tabela 5.34 – Valores Utilizados Para o Cálculo da RCB

VARIÁVEIS	EMPRESA	CEMIG	CELG	LIGHT
Custo Unitário de Equipamentos e Implantações (R\$)		235	203	229
Desconto oferecido ao cliente (%)		20	30	15
Vida útil do projeto (ano)		15	12	15
Demanda disponibilizada por consumidor na SE* (W)*		300	300	300

Dos valores fornecidos pelos projetos das empresas apresentados na Tabela 5.34 serão extraídos os dados que formarão a Tabela 5.35, que será utilizada para o cálculo das curvas de RBC. Entretanto, algumas considerações têm que ser tecidas para cada uma das variáveis:

- Custos unitários de Equipamentos: Será utilizado o valor médio dos três projetos;
- Desconto oferecido: Neste estudo, serão considerados, para efeito de cálculo, um descontos de 20%, considerando o consumo médio de cada classe, obtido nas Tabelas 5.5, 5.3 e 5.1, respectivamente para as Classes A, B e C. A Tabela 5.35 apresenta estes valores de consumo médio e o desconto na fatura em R\$.

Tabela 5.35 – Desconto na Tarifa por Classe.

	KWh MÉDIO	DESCONTO
A	445,00	16,04
B	157,50	5,68
C	126,00	4,09

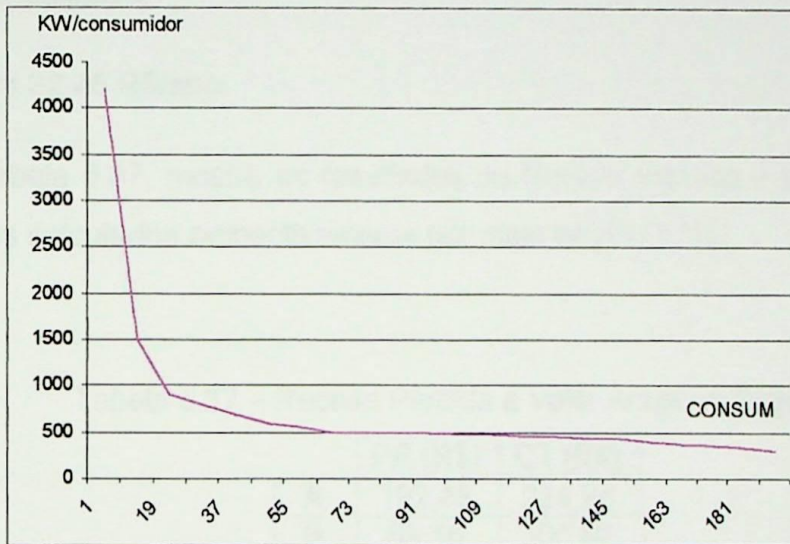
- Vida útil do projeto: Será considerado uma vida útil de 15 anos;
- Taxa de atratividade: Será considerada uma taxa de 10%;
- Tarifa de Fornecimento, dados da Tabela 5.28;
- Taxa de atratividade: Será considerado o valor predominante de 10% (CEMIG) (Tabela 5.31);
- Custo Marginal de Capacidade: Será considerado o valor da CEMIG que é de 137,0 [R\$/kW/ano] (Tabela 5.31);
- Demanda disponibilizada: Como pode ser confirmado por meio da pesquisa de Posse e Hábito, o chuveiro elétrico é o grande responsável pela formação da ponta na curva de carga. Por este motivo ele é o alvo das atenções na implantação de projetos de modulação de carga. Com os resultados apresentados na pesquisa (Tabelas 5.18, 5.19 e 5.20), pode-se observar um fator de coincidência de uso do chuveiro variando em torno de 40%, para um universo médio de pesquisados de 32 residências, coincidindo com os valores apresentados no Capítulo 3, seção 3.3.3 deste trabalho, que mostra que o potencial de modulação varia em função do número (n) de consumidores. A Figura 5.22, apresenta o gráfico da demanda diversificada por consumidor residencial, em função do número aglutinado destes

consumidores. Observa-se uma tendência de valor de 300W/consumidor, de demanda diversificada para carga variável, quando o número de consumidores tende para valores superiores a 190;

fonte: Light, 1998

Figura 5.22 – Demanda Máxima Diversificada por Consumidor Residencial.

De posse destas informações, poderia-se também neste estudo, assumir o valor



de 300 kW/consumidor.

A Tabela 5.36 apresenta os valores assumidos para as variáveis, que serão utilizados no estudo de viabilidade de implantação do projeto de Gerenciamento de Carga.

Tabela 5.36 – Valores Adotados para as Variáveis.

VARIÁVEL	SIGLA	VALOR
Custos envolvidos por consumidor	CC	R\$ 221,20
Desconto oferecido ao cliente	DO	10/15/20 %
Vida útil do projeto	VU	12 anos
Taxa de atratividade	TA	10 %
Tarifa de Fornecimento.	TM	Tabela 5.28
Demanda disponibilizada	DD	300 W
Custo Marginal de capacidade	CMg	R\$ 137,00 / kW/ano

De posse destes dados, serão levantadas as RCB para cada categoria de consumidor em análise.

Para a realização dos cálculos considerou-se um desconto de 20%.

CÁLCULO DOS CUSTOS.

De [9], $FRC(10\%, 15) = 0,1468$.

- Custo Anualizado:

De [8], $CA = 32,46 \text{ R\$/ano}$.

A Tabela 5.37, mostra os resultados da Receita Perdida e o Valor Anual Total dos projetos calculados respectivamente por meio de [11] e [12].

Tabela 5.37 – Receita Perdida e Valor Anual do Projeto

	PR (R\$)	CT (R\$)
A	192,48	224,94
B	68,16	100,62
C	49,08	81,54

CÁLCULO DOS BENEFÍCIOS.

- Postergação de Investimentos

De [13], $PI = \text{R\$ } 41,10 \text{ /ano}$

Venda da Energia Disponibilizada.

A venda da energia disponibilizada depende do Fator de Carga (FC), assim como o fator de carga depende da classe em análise. Deve então ser apresentado caso a caso.

A Tabela 5.38 apresenta os valores de venda de Energia Disponibilizada, o cálculo do Benefício alcançado com a venda da Energia Disponibilizada e o

Benefício Total, calculados respectivamente pelas equações [6] e [7] para as Classes A, B e C.

Tabela 5.38 – Benefício Total com a Venda da Energia Disponibilizada Benefício .

	A	B	C
ED (kWh)	1787,04	1340,28	1051,20
BN (R\$/ano)	322,08	241,56	170,50
BT (R\$/ano)	363,18	282,66	211,60

Finalmente a Tabela 5.39 apresenta os valores de RBC que se espera alcançar com a medida, também para as três Classes.

Tabela 5.39 – RCB do Projeto de Controle de Demanda.

	A	B	C
RCB	1,614	2,809	2,827

5.4.4 - Conclusões das Análises.

O projeto de *retrofit* de lâmpadas incandescentes, mostrou-se mais viável para as classes de maior consumo e FC (A e B).

A variável que mais influenciou neste resultado foi o consumo médio dos grupos em análises, pois o FC e a tarifa influenciam igualmente tanto no custo como no benefício.

Para o projeto de controle de demanda verificou-se que os resultados dos testes mostram-se favoráveis à implantação do projeto nas três Classes A, B e C, sendo que a Classe C foi a que apresentou a melhor RBC.

Conclui-se disto que os projetos que influenciam na modulação da curva de carga se mostram mais eficientes em consumidores que apresentem baixo consumo médio mensal e por conseqüência com descontos menores na tarifa de energia elétrica.

Contudo, deve-se ter em mente que, por serem classificados como de baixo consumo e com isso terem a tarifa subsidiada, isso faz com que se torne ainda mais atraente do ponto de vista da concessionária a realização destes projetos em regiões que apresentam problemas de estrangulamento de carga.

No Capítulo seguinte deste trabalho, serão apresentados maiores comentários a respeito das conclusões que o estudo mostrou e também serão expostos algumas sugestões, que poderão ser relevantes para a complementação deste estudo.

BIBLIOGRAFIA

- [1]IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Conservação de energia na Indústria Metalúrgica. IPT, 1990.
- ✕[2]CEMIG, Experiência da CEMIG: gerenciamento pelo lado da demanda. Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.
- ✕[3]CPFL, AS. Utilização de energia elétrica em residências de Campinas . Relatório Final. Campinas, junho 1998 (Relatório interno)
- [4]OLIVA, G.A. & BORGES, T.P.F. Teste de campo piloto com pré-aquecedor solar de água para chuveiros elétricos de potência reduzida. In VII Congresso Brasileiro de Energia -CBE/96 e II Seminário Latino Americano de Energia. Anais. Rio de Janeiro: outubro/96.
- ✕[5]ABRADEE, Programa "GLD" ABRADEE. Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.
- ✕[6]GCPS, Plano decenal de expansão 1999/2008. Eletrobrás, Ministério de Minas e energia, julho 1999.
- ✕[7]GELLER, H., JANNUZZI, G. M., Schaefer, R., Tolmasquim, M. T. The efficient use of eletricity in Brazil: progress and opportunities. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1996.
- ✕[8]ANEEL, Relatório Síntese dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica Ciclo 1998/99. Brasília, Outubro, 1999 – Versão 08
- ✕[9]ELETROBRÁS/PROCEL, GLD. Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.
- [10]GELLINGS,C.W & CHAMBERLIN, J.H. Demand-side manegement planning. Lilburn:Faitmont, 1993.
- ✕[11]GEPEA, Aspectos do lado da demanda no planejamento energético do Brasil. III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, São Paulo, junho 1998, anais.
- ✕[12]GEPEA, Pesquisa sobre GLD nas concessionárias do Brasil. Relatório Técnico, EPUSP, São Paulo, 1997.
- [13]FEATHERSTONE, T. DSM (Demand side management/demand side measures). JF Consultants Ltd, Devon, s/d.
- ✕[14]BAJAY, S.V. Elaboração e implementação de um sistema integradfo de recursos no setor elétrico brasileiro. Relatório técnico II, Fase I,UNICAMP. Campinas, 1996.

- [15]BAKARAT, CHAMBERLIN, Principles and practice of demand-side management. EPRI, agosto, 1993.
- [16]VILLA VERDE, V.S., Planejamento da conservação de energia no Brasil. IE/UFRJ, monografia, Rio de Janeiro. 1995
- ✕ [17]LOPES, F.A. Gerenciamento pelo lado da demanda: uma nova empresa de energia. UFRJ, Rio de Janeiro, novembro 1996
- ✓ [18]UDAETA, M.E.M. Planejamento Integrado de Recursos Energéticos – PIR para o setor elétrico (pensando o desenvolvimento sustentável). Tese de Doutorado, UPUSP, São Paulo, 1997.
- ✕ [19]JANUZZI, G. M. e SWISHER, J. N. P., Planejamento integrado de recursos energéticos: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis, São Paulo, Autores Associados, 1997.
- [20]TAVARERES, P.C.C., The Brazilian electric energy conservation program - PROCEL : revitalization, main results and targets. EMASP, Washington DC, may 1995.
- [21]GELLER, H., JANNUZZI, G.M., SHAEFFER, R. E TOLMASQUIM, M.T., The efficient use of electricity in Brazil: progress and opportunities. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.
- ✓ [22]PROCEL., Plano de ações do PROCEL/GCOI/CCON.ELETROBRÁS, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, , dezembro 1996.
- ✕ [23]ELETROBRÁS, Plano nacional de energia elétrica 1993/2015. Eletrobras, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, abril 1994.
- ✓ [24]MME, Balanço energético nacional. MME, Brasília, DF, Brasil, 1995
- ✕ [25]ELETROBRÁS, Plano Decenal de Expansão 2000/2009, GCPS, Eletrobrás, Julho, 2000
- ✕ [26]PINHEL, A C., Eletric Power, emissions and economic development. IAEE, Newsletter Winter 4-7, 1994.
- ✓ [27]HENRIQUE JUNIOR, M., Uso de Energia na Indústria Energo- Intensiva Brasileira: Indicadores de Eficiência e Potencial de Economia de Energia, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1995.
- [28]LAMECH, R., When energy conservation doesn't work: critique of DSM program. FPD, U.S.A., abril 1994.
- [29]GELLER, H., DSM programs and market transformation. Presentation to Brazilian DSM Seminar, Curitiba , PR, Brazil, august 1996.

- ✦ [30] MACHADO ALVES, T.M., Um projeto piloto de tarifa binomial: a experiência da CEMIG. Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.
- ✦ [31] BARRETO, L., Gerenciamento pelo lado da demanda –GLD – experiência da CEMIG. CEMIG, Belo Horizonte, MG, Brasil, s/d.
- [32] OLIVA, G.A., Utilização de aquecedores solares de baixo custo em programas de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD). Anais XV SNPTEE, Foz do Iguaçu, Parana, Brasil, outubro 1999.
- [33] MENDONÇA, M.A.R., Gerenciamento pelo lado da demanda: Método direto, indireto e incentivado. Anais XV SNPTEE, Foz do Iguaçu, Parana, Brasil, outubro 1999.
- ✕ [34] LIGHT, Projeto piloto de Gerenciamento pelo Lado da Demanda - limitador de demanda. ELETROBRÁS-PROCEL/LIGHT, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, setembro de 1998.
- ✕ [35] NORMA DE DISTRIBUIÇÃO ND-3.1
- ✕ [36] CEMIG, Um projeto piloto de tarifa binomial: experiência da CEMIG. . Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.
- ✕ [37] COPEL, Projeto tarifa amarela. Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.
- [38] PINTO JUNIO, A.V. e PESSOA, R.V., Policy and funding for DSM in Brazil. IERE, Paris, France, february 1996.
- [39] OLIVA, G.A., Projetos de GLD: visão da concessionária – CPFL. Anais I Workchop dos Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia – ANEEL, Brasília, DF, Brasil, novembro 1999.
- [40] CEB, A experiência da CEB em programas de GLD. Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.
- [41] OLIVA, G.A., Utilização de aquecedores solares de baixo custo em programas de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD). XV seminário brasileiro de produção e transmissão de energia elétrica. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, outubro 1999.
- [42] FERRARI MAZZON, L.A. e SOUZA MESQUITA, L.C., O aquecimento solar no controle da ponta. ABRAVA, São Paulo, SP, Brasil, novembro 1998.
- [43] OLIVA, G.A., FREITAS BORGES, T.P., Teste de campo piloto com pré-aquecedor solar de água para chuveiros elétricos de potência reduzida. VII Congresso brasileiro de energia e II seminário latino americano de energia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, outubro de 1996.

- [44]BARRETO, L., Gerenciamento pelo lado da demanda -GLD – experiência da CEMIG. CEMIG, Belo Horizonte, MG, Brasil, s/d.
- [45]ANEEL, Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao desperdício de Energia Elétrica. Ciclo 1998/99. Brasília, 1998.
- [46]FIGUEIREDO, F. M. & JARDINE, J. A., Conceituação e Aplicação de Metodologia de Gerenciamento pelo Lado da Demanda em uma Empresa Distribuidora de Energia elétrica. Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, USP. São Paulo, 1998.
- [47]OSRAM, Catálogo: Produtos para Iluminação. Junho, 1998.
- [48]CELG, A experiência da CEB em programas de GLD. Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.

ANEXO A

Neste anexo está a íntegra da Resolução ANEEL nº 242 de 1998.

RESOLUÇÃO N O 242, DE 24 DE JULHO DE 1998

Determina que os concessionários de serviço de distribuição de energia elétrica deverão aplicar anualmente recursos de, no mínimo, 1% da receita anual operacional (RA) apurada no ano anterior para o desenvolvimento de ações com o objetivo de incrementar e eficiência no uso e na oferta de energia elétrica.

O DIRETOR-GERAL DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com Deliberação da Diretoria, e tendo em vista o disposto no inciso IX do art. 4º do Anexo I do Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997, e considerando que compete ao poder concedente promover a conservação de energia elétrica; o Programa de Combate ao Desperdício de Energia – PROCEL, implantado pelo Governo Federal; que os programas de incremento à eficiência no uso e na oferta de energia elétrica educam a sociedade quanto à necessidade de combate ao desperdício; que os programas de combate ao desperdício de energia elétrica evitam a construção de novas usinas, refletindo, positivamente, no meio ambiente; a necessidade de especificar as áreas de aplicação dos recursos pelos concessionários de serviços

públicos, a fim de garantir o alcance das metas de combate ao desperdício de energia elétrica, RESOLVE:

Art. 1º Os concessionários do serviço público de distribuição de energia elétrica, cujos contratos de concessão prevejam o desenvolvimento de ações com o objetivo de incrementar a eficiência no uso e na oferta de energia elétrica, deverão aplicar anualmente

recursos de, no mínimo, 1% (um por cento) da receita operacional anual (RA) apurada no ano anterior.

Art. 2º Do montante a ser aplicado, no mínimo 0,25 % (vinte e cinco centésimos por cento) da receita operacional anual (RA) deverá ser destinado a ações especificamente vinculadas ao uso final da energia elétrica.

§ 1º Para as ações de que trata este artigo, ficam definidos, para o biênio 1998/1999, os seguintes limites para aplicação por tipo de projeto de eficiência energética:

I - no máximo, 50% (cinquenta por cento) do valor referido no caput deste artigo, poderá ser alocado em projetos de iluminação pública e marketing;

II - no mínimo, 0,025% (vinte e cinco milésimos por cento) da receita operacional anual (RA), deverá ser destinado para projetos abrangendo a classe de consumidores industriais;

III - no mínimo, 0,025% (vinte e cinco milésimos por cento) da receita operacional anual (RA), deverá ser destinado para projetos abrangendo a classe de consumidores residenciais;

IV - no mínimo, 0,025% (vinte e cinco milésimos por cento) da receita operacional anual (RA), deverá ser aplicado em projetos destinados à conservação de energia em prédios públicos;

§ 2º Caso o somatório dos valores alocados nos projetos indicados no § 1º não totalize o valor mínimo estabelecido no "caput" deste artigo, o concessionário deverá aplicar a diferença em outros projetos vinculados ao uso final da energia elétrica.

Art. 3º A diferença entre o valor previsto no art. 1º e o total utilizado nos projetos referidos no art. 2º, deverá ser aplicada em projetos vinculados a ações voltadas ao aumento da oferta de energia elétrica.

§ 1º Para as ações previstas neste artigo, ficam definidos, para o biênio 1998/1999, os seguintes limites para aplicação por tipo de projeto de eficiência energética:



I - no mínimo, 30 % (trinta por cento) dos valores a que se refere o “caput” deste artigo deverá ser destinado para projetos de melhoria do fator de carga e/ou novas modalidades tarifárias, quando forem desenvolvidos por concessionários das regiões sul, sudeste e centro-oeste;

II - no mínimo, 10% (dez por cento) dos valores a que se refere o caput deste artigo deverá ser destinado para projetos de melhoria do fator de carga e/ou novas modalidades tarifárias, quando forem desenvolvidos por concessionários das regiões norte e nordeste.

§ 2º Caso o somatório dos valores alocados nos projetos indicados no § 1º não totalize o valor estabelecido no caput deste artigo, o concessionário deverá aplicar a diferença em outros projetos vinculados ao aumento da oferta de energia elétrica.

Art. 4º Quando os recursos de que trata o art. 1º forem inferiores a R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais), os concessionários estarão dispensados da observância dos limites estabelecidos nos §§ 1º e 2º do art. 2º e nos §§ 1º e 2º do art. 3º. Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ MÁRIO MIRANDA ABDO

DOU de 27.07.1998.

ANEXO B

Neste anexo estão apresentados os resultados referentes aos valores fornecidos de CEMIG/Itajubá dos valores médios de consumo e demanda e a potência ativa das três classes de renda/consumo estudada.

Tabela B.1 – Consumo Médio e Demanda da Classe A.

kWh	kW	kVA						
327	1,08	1,34	571	1,92	2,39	309	1,03	1,28
445	1,49	1,85	128	0,41	0,51	636	2,15	2,68
247	0,80	0,99	217	0,71	0,88	346	1,17	1,45
486	1,62	2,02	148	0,21	0,26	835	2,81	3,50
404	1,35	1,68	558	1,87	2,33	386	1,28	1,59
338	1,14	1,42	480	1,60	1,99	502	1,67	2,08
439	1,49	1,85	475	1,60	1,99	550	1,37	1,71
284	0,93	1,16	1141	3,88	4,82	280	0,93	1,16
241	0,80	0,99	1017	3,46	4,30	543	1,83	2,28
285	0,96	1,19	602	2,03	2,53	1280	4,36	5,42
951	3,23	4,02	754	2,54	3,16	Consumo Médio	Demanda Média	Potência Total
127	0,41	0,51	328	1,08	1,34	445 kWh	1.49 W	75.05kVA
635	2,13	2,65	544	1,83	2,28			
			349	1,17	1,45			

Tabela B.2 – Consumo Médio e Demanda da Classe B

kWh	kW	kVA						
212,00	0,69	0,88	120,00	0,38	0,48	251,00	0,80	1,02
86,00	0,24	0,31	178,00	0,58	0,74	227,00	0,74	0,94
319,00	1,03	1,31	621,00	2,06	2,62	498,00	1,64	2,08
304,00	0,73	0,93	132,00	0,42	0,54	280,00	0,91	1,16
684,00	1,68	2,13	145,00	0,45	0,57	145,00	0,45	0,57
144,00	0,45	0,57	64,00	0,17	0,22	129,00	0,40	0,51
233,00	0,74	0,94	198,00	0,65	0,82	124,00	0,38	0,48
176,00	0,58	0,74	217,00	0,69	0,88	189,00	0,61	0,77
174,00	0,56	0,71	221,00	0,72	0,91	27,00	0,06	0,08
164,00	0,51	0,65	69,00	0,20	0,25	117,00	0,38	0,48
142,00	0,45	0,57	72,00	0,20	0,25	95,00	0,31	0,39
67,00	0,20	0,25	202,00	0,65	0,82	113,00	0,35	0,45
182,00	0,58	0,74	508,00	1,68	2,13	63,00	0,17	0,22
119,00	0,38	0,48	178,00	0,58	0,74	263,00	0,87	1,11
299,00	0,96	1,22	161,00	0,51	0,65	138,00	0,42	0,54
280,00	0,91	1,16	224,00	0,72	0,91	42,00	0,08	0,10
22,00	0,06	0,08	206,00	0,67	0,85	178,00	0,58	0,74
152,00	0,46	0,59	186,00	0,61	0,77	765,00	2,53	3,22
109,00	0,33	0,42	153,00	0,46	0,59	137,00	0,42	0,54
146,00	0,46	0,59	154,00	0,49	0,62			
116,00	0,35	0,45	87,00	0,24	0,31			
85,00	0,24	0,31	166,00	0,51	0,65			
103,00	0,33	0,42	152,00	0,46	0,59			
			328,00	1,05	1,34			
						Consumo	Demanda	Potência To
						Médio	Média	total
						175kWh	500 W	50.56kVA

Tabela B.3 – Consumo Médio e Demanda da Classe C

KWh	kW	KVA	146	0,20	0,28	218	0,30	0,41
110	0,15	0,21	115	0,16	0,22	77	0,11	0,15
18	0,03	0,04	41	0,06	0,08	81	0,11	0,15
131	0,18	0,25	115	0,16	0,22	149	0,21	0,29
298	0,41	0,57	94	0,13	0,18	135	0,19	0,26
88	0,12	0,17	89	0,12	0,17	117	0,16	0,22
159	0,22	0,30	121	0,17	0,23	88	0,12	0,17
239	0,33	0,46	236	0,33	0,46	37	0,05	0,07
275	0,38	0,52	82	0,11	0,15	173	0,24	0,33
155	0,22	0,30	101	0,14	0,19	86	0,12	0,17
159	0,22	0,30	175	0,24	0,33	99	0,14	0,19
75	0,10	0,14	170	0,24	0,33	40	0,06	0,08
175	0,24	0,33	239	0,33	0,46	94	0,13	0,18
64	0,09	0,12	148	0,21	0,29	56	0,08	0,11
103	0,14	0,19	151	0,21	0,29	129	0,18	0,25
126	0,18	0,25	158	0,22	0,30	136	0,19	0,26
186	0,26	0,36	0	0,00	0,00	69	0,10	0,14
295	0,41	0,57	114	0,16	0,22	113	0,16	0,22
123	0,17	0,23	189	0,26	0,36	160	0,22	0,30
38	0,05	0,07	126	0,18	0,25	108	0,15	0,21
158	0,22	0,30	137	0,19	0,26	Consumo	Demanda	PotênciaTot
276	0,38	0,52	164	0,23	0,32	Médio	Média	otal
142	0,20	0,28	153	0,21	0,29	126	180 W	16.55kVA

ANEXO C

Neste anexo está o formulário utilizado na pesquisa de posse e hábito.



Identificação Nome: _____
 Rua: _____
 Nº: _____ Bairro: _____

Característica da Residência

Quartos	_____	Banheiros	_____
Salas	_____	Garagens	_____
Cozinha	_____	Outros	_____

Quantidade Total de aposentos: _____

Pesquisa de Posse

Televisão	_____	Microondas	_____	Ar condicionado	_____
Ap. de som	_____	Vídeo	_____	Forno elétrico	_____
Rádio	_____	Veículos	_____	Ferro de passar	_____
Computador	_____	Torneira elét.	_____	Aquecedor elétrico	_____
Geladeira	_____	Lava roupa	_____		
Freezer	_____	Lava louça	_____		
Outros	_____				

Sistema de Iluminação

Ambiente	Tipo *	Quantidade	Potência (W)	Horário de utilização
Sala				
Cozinha				
Quarto				
Banheiro				
Corredor				
Varanda				
Garagem				
Área de serviço				

*Tipos De Lâmpadas : I - Incandescente , FT - Fluorescente Tubular, LFC - Fluorescente Compacta

Aquecimento solar Existe: Sim () Não ()
 Em caso afirmativo, o sistema abastece: Banheiro (s) _____
 Cozinha _____
 Área de serviço _____

Chuveiro / Torneira Elétrica

Ambiente	Tipo	Quantidade	Potência
Cozinha			
Banheiro			
Área de serviço			

Pesquisa de hábito

Tomar banho: das _____ as _____ ; das _____ as _____
 Ver televisão: das _____ as _____ ; das _____ as _____
 Passar roupa: das _____ as _____ ; das _____ as _____
 Torneira elétrica: das _____ as _____ ; das _____ as _____

Características sociais

Nº total de ocupantes _____ Nº de pessoas que Trabalham _____
 Moradores _____ Estudam _____
 Empregados _____
 Outros _____

Renda familiar total () Até R\$ 500 () De R\$ 500 a R\$ 1000 () De R\$ 1000 a R\$ 1500
 () De R\$ 1500 a R\$ 2000 () De R\$ 2000 a R\$ 2500 () Acima de R\$ 2500

ANEXO D

Este trabalho resultou na publicação e apresentação de um artigo em seminário relacionado à regulação do sistema elétrico.

“Como Consolidar Os Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica No Brasil?”, apresentado no I Congresso Brasileiro de regulação de Serviços Concedidos, Julho de 2000, Salvador, Bahia, Brasil.

COMO CONSOLIDAR OS PROGRAMAS DE COMBATE AO DESPÉRDÍCIO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL?

Aparentemente, a consolidação efetiva dos esforços de conservação de energia elétrica no Brasil, iniciou-se através da Resolução ANEEL nº 242 de 24/07/1998 e dos Ofícios nº 051/98 – ANEEL e nº 055/98 –SFF/ANEEL, que definiram as áreas de aplicação dos recursos e estabeleceram os modelos de apresentação e critérios de aprovação dos projetos. O montante de investimentos somente no primeiro ano de vigência (1998) somou R\$ 195.609.000,00 (cento e noventa e cinco milhões, seiscentos e nove mil reais) (CSPE, 1999), suplantando o total de investimentos até então realizados no setor, se tornando a mais importante política pública de eficiência energética do setor elétrico brasileiro.

A resolução 242/98 estabeleceu uma série de regras, direcionando as aplicações em áreas de atuação, como aplicar anualmente, recursos de no mínimo 1% da receita operacional anual (RA) apurada no ano anterior; e do montante a ser aplicado, no mínimo 0,25% da receita operacional anual (RA), deverá ser destinado a ações especificamente vinculadas ao uso final de energia elétrica, e 0,01% da RA devem ser aplicados em projetos de pesquisas e desenvolvimento do setor elétrico, dentro do País. Os demais recursos podem ser aplicados em projetos que visem a melhoria do fator de carga dos sistemas.

Em Outubro de 1999, a ANEEL emitiu o “Relatório Síntese dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica Ciclo 1998/1999”, onde disponibiliza, o conjunto dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, apresentados pelas 17 empresas, que tiveram seus contratos de concessão celebrados ou renovados, para o ciclo 1998/1999. Este ciclo toma como base o ano de 1998 para o cálculo da RA e 1999 como o ano de início da execução dos projetos, indicando que a iniciativa tomada pelo poder regulador representa uma contribuição fundamental para o processo de construção de um mercado de eficiência energética no Brasil.

O que foi realizado neste trabalho, é uma análise dos resultados encontrados com a implantação dos programas. A realização desta análise foi motivada pelo fato de que os resultados esperados podem apresentar, em ações de mesma natureza, grandes discrepâncias em relação ao inicialmente previsto. Ao final deste estudo, pretende-se verificar se é possível saber os motivos que levaram as empresas a apresentarem expectativas tão otimistas ou pessimistas em relação aos resultados de seus programas, já que todos os projetos devem ser norteados pelo mesmo manual de elaboração dos projetos.

Com relação a esta análise devemos considerar que estamos lidando com empresas de diferentes regiões do país, que apresentam situações sócio-econômicas distintas sendo talvez esta, mas não a única, causa de distorções entre os resultados esperados pelas concessionárias. Existem ações iguais implementados por empresas diferentes, mas localizadas em regiões de mesma natureza sócio-econômicas, que apresentam variações em seus resultados e custos por tipo de projeto.

Pode-se concluir que os métodos de cálculos empregados necessitam de ajustes, de maneira a se ter maior padronização em relação à diversidade de projetos/região a serem implementados pelos agentes distribuidores de energia elétrica.