



XVI SNPTEE
Seminário Nacional de Produção e
Transmissão de Energia Elétrica

SCE/011

21 a 26 de Outubro de 2001

Campinas - São Paulo - Brasil

ST E II

**SESSÃO TÉCNICA ESPECIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
“METODOLOGIA DE SELEÇÃO DE PROJETOS DE GLD”**

Álvaro Afonso Furtado Leite
Escola Federal de Engenharia de Itajubá – EFEI

Jamil Haddad
André Ramon Silva Martins
Escola Federal de Engenharia de Itajubá – EFEI

RESUMO

Este texto apresenta os resultados de um estudo de caracterização do perfil do consumo na classe residencial de baixa, média e alta renda/consumo. A caracterização do consumidor foi realizada utilizando-se de medições e pesquisa de pose e hábito. Os dados obtidos foram então trabalhados de forma a se poder avaliar deterministicamente, qual o melhor tipo de projeto de Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD) a ser implantado para cada uma das classes de consumo analisada.

PALAVRAS-CHAVE: GLD, estatística, RBC, consumo

1.0 – 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 levar a erros que podem ser fatais ao sucesso do programa, levando a prejuízos a todos os envolvidos, por não alcançar 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 região. Normalmente, esta região possui consumidores de vários níveis de renda e consumo.

O que se pretende com este estudo é testar qual tipo de projeto de GLD, apresenta melhor relação custo benefício (RCB) nas três classes de renda e consumo analisadas.

Para a realização deste estudo, 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 médias (Classe B) e a terceira com predomínio de consumidores de classe alta (Classe A).

Para conhecer o perfil de consumo das três classes, inicialmente foram realizadas medições de demanda nos transformadores 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 confirmando a condição socio-econômica da região e também obtendo dados para a realização de teste que medissem a competitividade dos programas. Finalmente, depois de coletados todos os dados necessários, iniciaram-se os estudos e testar dos programas em todas as regiões e verificar em cada uma delas qual apresentara melhor resultado.

2.0 – MEDIÇÃO DE GRANDEZAS ELÉTRICAS

Após a escolha dos transformadores em regiões tipicamente residenciais de três camadas sociais distintas (baixa, média e alta), iniciaram-se o processo de medição.

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, este período de medição foi considerado suficiente para caracterizar o perfil do consumo através de uma *tratamento estatístico de estimação intervalar utilizando-se a distribuição t de Student*.

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, e após sua estimação, foi 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:

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

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.

Seja θ o parâmetro de interesse.

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

O intervalo $[\hat{\theta}_0; \hat{\theta}_1]$ 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]:

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

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

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 medidos.

Com isso foi possível tabelar estes dados e verificar o valor médio do consumo de todos os grupos em estudo
 2.2.1 – Perfil de Consumo das Classes C, B e A.

A Tabelas 2.1, 2.2 e 2.3 apresentam os valores médios de consumo (kWh) e demanda (W) e também o valor total do carregamento do transformados (kVA).², respectivamente para as Classes C, B e A.

Tabela 2.1 – Consumo e Demanda da classe C.

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

Tabela 2.2 – Consumo e Demanda da Classe B.

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

Tabela 2.3 – Consumo e Demanda da Classe A.

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

As Figuras 2.1, 2.2 e 2.3 apresenta o perfil da demanda média, levantada respectivamente nos bairros de Classe C, Classe B e Classe A 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.

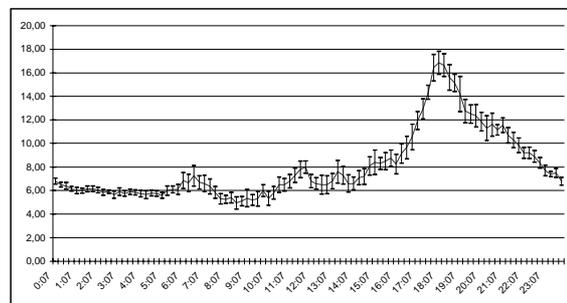


Figura 2.1 – Curva de Demanda para Classe C.

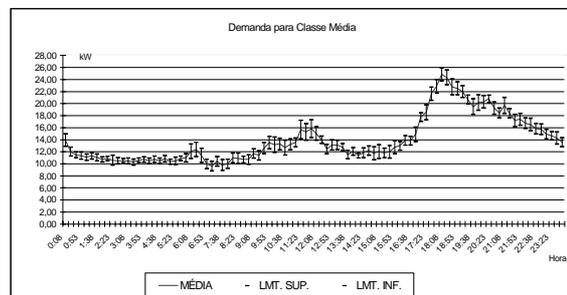


Figura 2.2 – Curva de Demanda para Classe B.

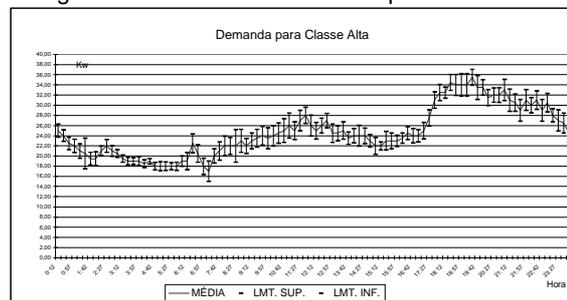


Figura 2.3 – Curva de Demanda para Classe A.

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.

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.

O universo pesquisado restringiu-se a uma amostra de consumidores pertencentes aos transformadores onde foram realizadas medições. 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.

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. 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. 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.

3.2 – Perfil do Consumo de Energia Elétrica

Com os dados apurados na pesquisa, 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. Com o levantamento do horário de utilização destes itens, tornou possível a construção da curva de carga teórica estratificada por uso final e, conforme poderá ser observado, o perfil do consumo se assemelha com aquele levantado por meio das medições. O resultado obtido encontra-se resumido nas Figuras 3.1, 3.2 e 3.3, respectivamente para as Classes A, B e C.

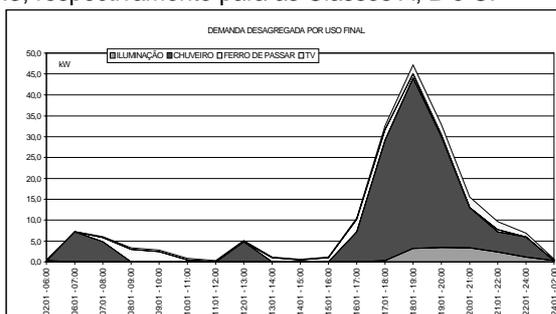


Figura 3.1 – Demanda Desagregada por Uso Final para a Classe A

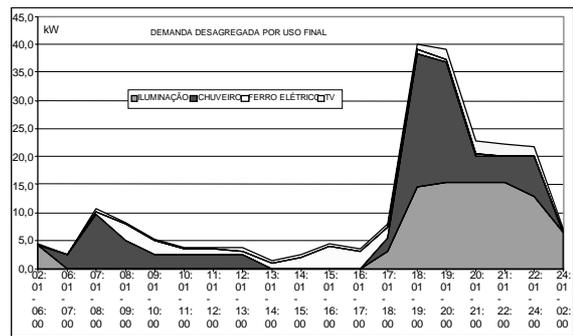


Figura 3.2 – Demanda Desagregada por Uso Final para a Classe B.

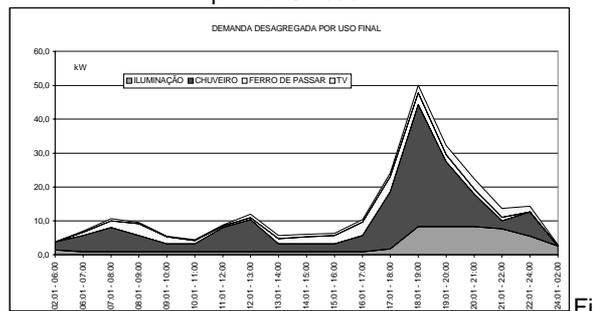


Figura 3.3 – Demanda Desagregada por Uso Final para a Classe C.

A agregação destes usos finais mostrou uma certa semelhança com a curva levantada por meio das medições. 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.

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.

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 pelos mesmos fornecedores.

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).

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 2.2;
- 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 4.2;

Tabela 4.2 – 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.

- Taxa de atratividade: 10%;
- Custo Marginal de Capacidade: 137,0 [R\$/kW/ano].

Cálculo dos custos envolvidos:

Custo Anualizado do projeto (CA) = $CC \times FRC(i, n)$ [6]

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

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):

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

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

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

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.

4.3 – Análise Econômica por Projeto

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, onde 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 W³. 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).

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 tomados valores reais de outros programas. Para isso será utilizado o valor apresentado pela CEB [4], 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.

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 4.3 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 4.3 – 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 4.4 apresenta os valores de RBC que se espera alcançar com a medida, também para as três Classes.

Tabela 4.4 – Relação Custo Benefício do Projeto de Iluminação.

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

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.

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

Entretanto, algumas considerações têm que ser feitas 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 desconto de 20%, considerando o consumo médio de cada classe.

A Tabela 4.5 apresenta estes valores de consumo médio e o desconto na fatura em R\$.

Tabela 4.5 – 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;

³ Dados obtidos em manuais de fabricantes [5].

- Taxa de atratividade: Será considerada uma taxa de 10%;
- Tarifa de Fornecimento, dados da Tabela 4.2;
- Taxa de atratividade: 10% (CEMIG)
- Custo Marginal de Capacidade: Será considerado o valor da CEMIG que é de 137,0 [R\$/kW/ano];
- Demanda disponibilizada: 300 kW/consumidor.

CÁLCULO DOS CUSTOS.

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

- Custo Anualizado:

De [8]: $CA = 32,46$ R\$/ano.

A Tabela 4.6, apresenta os resultados da Receita Perdida e o Valor Anual Total dos projetos calculados respectivamente por meio de [11] e [12].

Tabela 4.6 – 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], $PI = R\$ 41,10$ /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 4.7 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 4.7 – 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 4.8 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 – CONCLUSÕES.

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 consequência 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.

6.0 – BIBLIOGRAFIA

- CPFL, AS. Utilização de energia elétrica em residências de Campinas . Relatório Final. Campinas, junho 1998 (Relatório interno)
- GELLINGS,C.W & CHAMBERLIN, J.H. Demand-side management planning. Lilburn:Faitmont, 1993.
- MACHADO ALVES, T.M., Um projeto piloto de tarifa binomial: a experiência da CEMIG. Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.
- LIGHT, Projeto piloto de Gerenciamento pelo Lado da Demanda - limitador de demanda. ELETROBRÁS-PROCEL/LIGHT, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, setembro de 1998.
- COPEL, Projeto tarifa amarela. Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.
- 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.
- CEB, A experiência da CEB em programas de GLD. Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.
- BARRETO, L., Gerenciamento pelo lado da demanda -GLD – experiência da CEMIG. CEMIG, Belo Horizonte, MG, Brasil, s/d.
- 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.
- OSRAM, Catálogo: Produtos para Iluminação. Junho, 1998.
- CELG, A experiência da CEB em programas de GLD. Anais EFFICIENTIA 98, Rio de Janeiro, outubro de 1998.