

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES,  
EM UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO**

**CURITIBA  
2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ANDRÉA DE SOUZA COSTA**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES,  
EM UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO**

Dissertação apresentada como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Leite Krüger

Co-Orientador: Prof. Dr. Jorge Carlos Corrêa Guerra

**CURITIBA**

**2007**

Aos meus queridos Cassiano,  
Adriana, Ana Paula, Willy,  
*América in memoriam*  
e meus pais.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus colegas do Departamento de Gestão e Economia (DAGEE), em especial as minhas amigas Ana Cristina Magalhães, Luci Inês Basseto e Tanatiana Guelbert pelo incentivo constante.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eduardo Leite Krüger pela oportunidade e confiança e ao meu co-orientador e amigo Prof. Dr. Jorge Carlos Corrêa Guerra, pela paciência e motivação constantes, tão necessárias na realização desta pesquisa.

Aos professores convidados para a banca Prof. Dr<sup>a</sup>. Maria de Fátima Ribeiro Raia Cabreira (DAELT), Prof. Dr. Celso Eduardo Lins de Oliveira (USP) e Prof. Dr. Herivelto Moreira (PPGTE) pela disposição e contribuições que enriqueceram o conteúdo deste estudo.

Aos meus colegas, funcionários e professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPGTE) que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho. Ao Diogo, Eduardo e Fabiano colegas e equipe de trabalho de campo com quem pude contar incondicionalmente.

Aos professores Wilson Koprik (COPEL), Joice Maria Maltauro Juliano (UTFPR Medianeira), Amauri Massochin (UTFPR Medianeira), Estor Gnoatto (UTFPR Medianeira) e Maria Fatima Menegazzo Nicodem (Medianeira) pelas importantes contribuições técnicas.

Ao meu bom amigo Rodrigo pela amizade, paciência e apoio logístico, às meninas Cristiane, Miroca, Lu, Gleyds, Laura, Cleusa, e Rafaela e também ao meu amigo Pedro, peço desculpas pelas inevitáveis ausências nas melhores baladas, reuniões, formaturas perdidas e outros convites que não pude aceitar. Ao Milton pelo companheirismo e amizade nas divertidas viagens de estudo à Cascavel. Vocês todos são show!

Aos meus familiares pela paciência e compreensão, em especial para os meus queridos Célia, Matilde e Bernardino.

ALTHOUGH EXTRAORDINARY VALOR WAS DISPLAYED BY THE ENTIRE CORPS OF SPARTANS AND THESPAIANS, YET BRAVEST OF ALL WAS DECLARED THE SPARTAN DIENEKES. IT IS SAID THAT ON THE EVE OF BATTLE, HE WAS TOLD BY A NATIVE OF TRACHIS THAT THE PERSIAN ARCHERS WERE SO NUMEROUS THAT, WHEN THEY FIRED THEIR VOLLEYS, THE MASS OF ARROWS BLOCKED OUT THE SUN. DIENEKES, HOWEVER, UNDAUNTED BY THIS PROSPECT, REMARKED WITH A LAUGH, 'GOOD. THEN WE'LL HAVE OUR BATTLE IN THE SHADE'" - HISTORIES, 7.226

HERODOTO

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE SIGLAS.....	9
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. ESTRUTURAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	15
2.2. CONSERVAÇÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL.....	25
2.2.1. Eficiência Energética no Mundo.....	25
2.2.2. Evolução da Eficiência Energética no Brasil.....	27
2.2.3. Histórico dos Principais Programas Nacionais de Conservação de Energia no Brasil.....	29
2.2.4. A Lei de Eficiência Energética.....	38
2.2.5. Crise brasileira de abastecimento de energia elétrica no ano de 2001.....	40
2.2.6. Eficiência Energética em Prédios Públicos.....	44
2.2.7. Considerações gerais sobre a conservação e eficiência energética no Brasil.....	50
2.3. USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA E A ILUMINAÇÃO.....	52
2.3.1. Considerações Gerais Sobre Sistemas de Iluminação Artificial.....	54
2.3.2. Sistemas de Iluminação Artificial.....	57
2.3.3. Tendências para o futuro: iniciativas das grandes empresas do mercado de iluminação na busca de inovação em produtos eficientes.....	71
3 METODOLOGIA.....	73
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	88
4.1. ANÁLISE DAS FATURAS SOB A PERSPECTIVA FINANCEIRA.....	88
4.2. ANÁLISE DAS FATURAS SOB A PERSPECTIVA DA UTILIZAÇÃO.....	98
4.3. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES GERAIS DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DA UTFPR CAMPUS CURITIBA.....	104
4.4. PROJEÇÕES ECONÔMICAS.....	114
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	120
REFERÊNCIAS.....	124
APÊNDICES.....	131
ANEXOS.....	147

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	EMPRESAS INSTALADAS NO SEGMENTO DE DISTRIBUIÇÃO	23
FIGURA 2	RESULTADOS ANUAIS OBTIDOS PELO PROCEL ENTRE 1986-2004	35
FIGURA 3	CONCENTRAÇÃO DE PRÉDIOS PÚBLICOS NO PAÍS	46
FIGURA 4	CONSUMO FINAL DE ENERGIA ÚTIL POR SETOR NO ESTADO DO PARANÁ	46
FIGURA 5	CONSUMO TÍPICO DE UM PRÉDIO PÚBLICO COMERCIAL	47
FIGURA 6	CONSUMO TÍPICO DE UM PRÉDIO PÚBLICO COMERCIAL	48
FIGURA 7	PRINCIPAIS BARREIRAS A REALIZAÇÃO DE PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	51
FIGURA 8	ADESIVO UTILIZADO NA PRIMEIRA CAMPANHA DO PROJETO PURE	53
FIGURA 9	ILUMINÂNCIAS PARA CADA GRUPO DE TAREFAS VISUAIS	56
FIGURA 10	FATORES DETERMINANTES DA ILUMINAÇÃO ADEQUADA	56
FIGURA 11	SELO PROCEL INMETRO DE DESEMPENHO	57
FIGURA 12	ETIQUETA PARA LÂMPADAS	59
FIGURA 13	COMPARAÇÃO ENTRE LÂMPADAS FLUORESCENTES COMUNS E T8	62
FIGURA 14	ESTRUTURA INTERNA DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE	63
FIGURA 15	CARACTERÍSTICAS DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES E INCANDESCENTES	63
FIGURA 16	LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA COM STARTER	64
FIGURA 17	LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS VERSUS INCANDESCENTES	65
FIGURA 18	EFICIÊNCIA LUMINOSA (lm/W)	66
FIGURA 19	POTÊNCIA MÉDIA DE PERDAS EM REATORES DE LÂMPADAS ESPECIAIS	70
FIGURA 20	POTÊNCIA MÉDIA DE PERDAS EM REATORES PARA LÂMPADAS FLUORESCENTES	70
FIGURA 21	PRINCIPAIS ATIVIDADES DOS BLOCOS DA UTFPR CAMPUS CURITIBA	76
FIGURA 22	ELEMENTOS CONSIDERADOS NO FATURAMENTO DE CONSUMO DA ENERGIA	77
FIGURA 23	DINÂMICA DO FLUXO DE CAIXA LIVRE (ENTRADAS E SAÍDAS)	86
FIGURA 24	MODELO DE PLANILHA DE FLUXO DE CAIXA PARA ANÁLISE DE INVESTIMENTO	86
FIGURA 25	DESEMBOLSOS PARA PAGAMENTO DE FATURAS DE ENERGIA UTFPR	89
FIGURA 26	EVOLUÇÃO DAS TARIFAS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA UTFPR	94
FIGURA 27	IPCA, PREÇOS ADMINISTRADOS E LIVRES VARIAÇÃO (%)	97
FIGURA 28	PREÇOS ADMINISTRADOS ACUMULADOS VARIAÇÃO (%)	97
FIGURA 29	EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (KWH) UTFPR	98
FIGURA 30	DISPERSÃO DO CONSUMO BRUTO (MWH) E EXPANSÃO DA ÁREA CONSTRUÍDA (M <sup>2</sup> ) DO CAMPUS COM O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO	99
FIGURA 31	DISPERSÃO DO CONSUMO BRUTO (MWH) E NÚMERO DE USUÁRIOS COM O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO R <sup>2</sup>	100
FIGURA 32	EVOLUÇÃO DO FATOR DE CARGA DA INSTALAÇÃO UTFPR	103
FIGURA 33	TIPOS DE LÂMPADAS INSTALADAS NA UTFPR (2006)	105
FIGURA 34	CONDIÇÕES GERAIS DA ILUMINAÇÃO NATURAL UTFPR	108
FIGURA 35	CONDIÇÕES GERAIS DA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL UTFPR	108
FIGURA 36	CONDIÇÕES GERAIS DA ILUMINAÇÃO MISTA UTFPR	110
FIGURA 37	INDICADORES GLOBAIS DE USO DAS INSTALAÇÕES UTFPR	113

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	ECONOMIA TOTAL DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NO PERÍODO 1981-85 EM 10 <sup>3</sup> TEP	30
TABELA 2	DESEMBOLSOS COM ENERGIA ELÉTRICA 2000-06 UTFPR (R\$ 1,00)	89
TABELA 3	IMPORTE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA 2000-06 UTFPR (R\$ 1,00)	91
TABELA 4	IMPORTE DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA 2000-06 UTFPR	92
TABELA 5	OUTROS VALORES PAGOS NA FATURA DE ENERGIA 2000-06 UTFPR (R\$ 1,00)	92
TABELA 6	CONSUMO FATURADO DE ENERGIA ELÉTRICA UTFPR	98
TABELA 7	DEMANDAS MÉDIAS ANUAIS DE ENERGIA ELÉTRICA UTFPR	101
TABELA 8	LÂMPADAS INSTALADAS NA UTFPR (2006)	104
TABELA 9	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA INSTALAÇÃO UTFPR (2006)	107
TABELA 10	COMPARATIVO ENTRE ILUMINAÇÃO, LUMINÁRIAS E LÂMPADAS	109
TABELA 11	RESUMO DOS RESULTADOS APURADOS POR BLOCO E RESULTADO DA EDIFICAÇÃO	111
TABELA 12	SÍNTESE DOS RESULTADOS ESPERADOS	115
TABELA 13	FLUXO DE CAIXA 1 – SUBSTITUIÇÃO DE LUMINÁRIAS COMERCIAL PLAFONIER TIPO BB	117
TABELA 14	FLUXO DE CAIXA 2 – SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS	119

## LISTA DE SIGLAS

ACC	Análise do Comportamento de Carga
AMFORP	<i>American and Foreign Power Empresa Cliente</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BCB	Banco Central do Brasil
BEN	Balanço Energético Nacional
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CBEE	Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial
CGE	Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
CGSE	Câmara de Gestão do Setor Elétrico
CICE	Comissão Interna de Conservação de Energia
CIP	Contribuição de Iluminação Pública
CMBEU	Comissão Mista Brasil-Estados Unidos
CNAEE	Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COFINS	Contribuição Social sobre o Faturamento
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
DETR	Departamento de Meio Ambiente, Transportes e Regiões
DNDE	Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético
DoE	Departamento de Energia Americano
EERN	<i>Energy Efficiency and Renewable Energy Network</i>
EGTD	Energia Garantida por Tempo Determinado
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FFE	Fundo Federal de Eletrificação
GCCE	Grupo Coordenador de Conservação de Energia
GCOI	Grupo Coordenador para Operação Interligada
GEF	<i>Global Environment Facility</i>
GERE	Grupo Executivo de Racionalização Energética
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
ICMS	Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços
IDAE	Instituto para a Diversificação e Economia Energética
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IUEE	Instituição do Imposto único Sobre Energia Elétrica
MIC	Ministério da Indústria e Comércio
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MME	Ministério das Minas e Energia
NBR 5413	Norma Brasileira de Iluminância de Interiores
OEE	<i>Office of Energy Efficiency</i>
PIS	Programa de Integração Social
PNE	Plano Nacional de Energia
PND	Programa Nacional de Desestatização
PPT	Programa Prioritário de Termelétricas
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Álcool
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROCECON's	Programas de Conservação de Energia nas Concessionárias
PROENERGIA	Programa Nacional de Racionalização da Produção e Uso de Energia
SE	Secretaria Executiva
SIN	Sistema Interligado Nacional
SoP	<i>Electricity Standart of Performance</i>
UFF	Universidade Federal Fluminense
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## RESUMO

No escopo dos debates sobre uso racional e eficiente dos recursos naturais, muito se tem discutido sobre a importância da conservação e eficiência energética como forma de mitigar os impactos ambientais gerados pela expansão da oferta de energia. De acordo com o PROCEL, as edificações públicas e comerciais, por suas características de ocupação e uso, são consideradas potenciais fontes de economia de energia. Este trabalho apresenta os resultados de um estudo realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, com o objetivo de analisar os atuais padrões de consumo de energia elétrica para iluminação de ambientes de suas instalações. A coleta de dados foi realizada por meio da inspeção de ambientes e análise das faturas de energia elétrica expedidas pela COPEL no período 2000 a 2006. Por meio de indicadores de uso das instalações, foi possível identificar como a unidade se comporta em relação a seus sistemas de iluminação de ambientes. No que diz respeito ao uso de tecnologias eficientes verificou-se significativos potenciais de economia de energia elétrica. Sob a perspectiva econômica, por meio da análise de fluxo de caixa, constatou-se que a baixos investimentos e por meio da substituição de tecnologias obsoletas, é possível obter-se expressivas economias de recursos no pagamento pelo uso da energia destinada à iluminação. Tais resultados indicam que ações de conservação e efficientização poderão contribuir para o melhor aproveitamento dos recursos do Estado, exercer menor pressão sobre o meio ambiente com diminuição do desperdício e oferecer maior conforto para os usuários do Campus.

Palavras-Chave: Economia de Energia; Eficiência Energética; Sistemas de Iluminação; PROCEL.

## **ABSTRACT**

Among many discussions on the rational and efficient use of natural resources, much has been discussed on the importance of energy conservation and efficiency as a way to mitigate environmental impacts created by expanding energy offer. According to PROCEL, public and commercial buildings are considered potential sources of energy economy, due to the pattern of their occupation and use characteristics. This study was carried out at the Technological University of Paraná, Campus Curitiba, and its main goal was to analyze the current pattern of electric energy consumption for lighting in the campus. Data collection was made by means of the inspection of workplaces and by the analysis of electric energy bills issued by the local concessionaire company COPEL in the period between 2000 and 2006. By means of use indicators of the spaces, it was possible to identify how the campus deals with the use of lighting systems. Regarding the use of efficient technologies, significant potentials for electric energy savings were verified. From the point of view of economics, by means of the cash flow analysis, it was noticed that with low investments and replacement of obsolete technologies, it is possible to achieve expressive savings on energy used for artificial lighting. Such results indicate that actions of conservation and efficiency may contribute for the best use of the resources of the State, exerting less pressure on the environment with waste reduction and offering greater comfort for the users of the campus.

Keywords: Energy economy; Energy efficiency; Lighting systems; PROCEL.

## 1 INTRODUÇÃO

A eficiência energética configura-se como um dos mais importantes elementos para a conservação de energia, constituindo-se numa variável resultante da interação entre fatores econômicos, políticos e sociais. Neste contexto, é influenciada diretamente por mudanças estruturais na economia caracterizadas por alterações nos padrões tecnológicos e no consumo energético do sistema produtivo como um todo. O uso racional da energia, hábitos de consumo e o padrão de vida das populações produzem sensíveis alterações nos níveis de eficiência energética (SAIDEL et al., 2000).

Conservar energia sem comprometer o crescimento também significa buscar a consciência da necessidade de mudança do comportamento dos agentes econômicos e, nessa nova lógica de mercado, destaca-se a importância do papel da indústria, repensando suas estratégias de negócios, desde a fase de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos até o descarte sustentável ao final de seu ciclo de vida. O grande desafio da atualidade é equacionar as exigências do mercado e os interesses dos acionistas *versus* o atendimento das demandas ambientais. Um possível caminho já percorrido pelos países desenvolvidos e que o Brasil também já vem trilhando desde a crise de abastecimento de 2001 é a produção de equipamentos eficientes e a promoção de uma necessária cultura de economia de energéticos para a garantia do suprimento e proteção dos recursos naturais.

De acordo com Guimarães Junior (2001), a partir da década de 1990, foram introduzidas no mercado brasileiro tecnologias mais eficientes para a iluminação artificial de ambientes. A finalidade de facilitar a entrada de tais produtos no mercado interno foi o potencial de economia de energia pelo uso de produtos mais econômicos com o aumento na qualidade da iluminação. Segundo o mesmo autor, a iluminação pública responde por 3,5% do mercado de energia e por 19% de toda a energia consumida no setor de iluminação. A economia total de energia elétrica obtida em 1996 para diferentes produtos de iluminação foi de 2,8 TWh, o equivalente a 1,1% do total da eletricidade consumida no Brasil no mesmo ano. Considerando-se apenas os produtos de iluminação eficientes vendidos em 1996, a economia de energia foi de 1.000 GWh. Tais indicadores demonstram o potencial de economia que pode ser alcançado pela substituição de produtos obsoletos e ineficientes.

No processo de manufatura, diferentes insumos ou fatores de produção são combinados de forma a produzir o bem ou serviço final (VASCONCELLOS; GARCIA, 2001).

A escolha do método ou processo de produção está diretamente vinculada à sua eficiência, que pode ser de caráter técnico ou econômico.

Um método é tecnicamente eficiente (eficiência técnica ou tecnológica) quando, comparado com outros métodos, utiliza menor quantidade de insumos para produzir uma quantidade equivalente do produto. A eficiência econômica está associada ao método de produção mais barato (isto é, os custos de produção são menores) relativamente a outros métodos (VASCONCELLOS; GARCIA, 2001, p.58).

A partir das considerações anteriores, apresenta-se a seguinte pergunta de pesquisa: qual é o padrão de consumo de energia elétrica em iluminação de ambientes, no prédio público da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba?

O objetivo geral deste estudo é analisar os atuais padrões de consumo de energia elétrica para iluminação de ambientes, no prédio público da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba. Como objetivos específicos têm-se:

- levantar informações sobre a estrutura de iluminação dos ambientes da instituição;
- analisar os padrões de consumo de energia elétrica para uso final em iluminação de ambientes da instituição;
- caracterizar a forma de desembolso com energia elétrica da instituição;
- comparar dados de consumo com a expansão do próprio Campus por meio de indicadores do uso de energia elétrica;
- fazer projeções econômicas para substituição de luminárias obsoletas por luminárias ditas eficientes, considerando o retorno do investimento e a economia gerada na operação, pelo método do fluxo de caixa.

As edificações públicas e comerciais, por suas naturais formas de ocupação e uso, são consideradas potenciais fontes de economia de energia. O governo federal ocupa 62% dos prédios públicos existentes segundo a Rede Cidades Eficientes em Energia Elétrica (2006) e os gestores públicos, a despeito dos programas e incentivos governamentais para agirem efetivamente na conservação e efficientização destas edificações, têm demonstrado pouca preocupação com este problema, dados os

crecentes aumentos nos gastos com a conta de energia elétrica, beirando inclusive o desperdício, como ocorre nos prédios da administração pública em Brasília.

Entende-se que a universidade é um espaço adequado para se discutir como a tecnologia pode ser utilizada na solução dos problemas do homem sem agredir o meio ambiente. Neste sentido, visualizou-se a oportunidade de pesquisar como a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, uma edificação de ensino público federal, faz uso da energia elétrica em iluminação de ambientes. De acordo com a Companhia Paranaense de Energia - COPEL (2006) verifica-se que do total global do consumo de energia elétrica de uma típica edificação pública não climatizada, 70% da energia consumida são destinados à iluminação de ambientes considerando-se que a instalação não utilize sistema de climatização artificial. Este dado juntamente com os atuais debates em torno do uso racional da energia elétrica e as potenciais faltas de suprimento, despertou o interesse por este estudo em constatar se o Campus responde ou não as necessidades dos usuários de forma eficiente.

No campo teórico, esta pesquisa será relevante para outros estudos correlatos por colaborar na compreensão das inter-relações entre o setor elétrico brasileiro, a conservação e eficiência energética e o uso da tecnologia de iluminação com seus impactos diretos sobre a economia e o meio ambiente. A pesquisa também se propõe a desenvolver uma abordagem prática, na medida em que contribui com informações atuais que poderão apoiar gestores na tomada de decisão para otimizar o caixa, melhorar o conforto dos usuários e contribuir para minimizar os problemas decorrentes do mau uso da energia elétrica.

A partir destes propósitos é que se desenvolveu a estrutura que dará forma a esse trabalho. No capítulo dois, buscou-se resgatar no embasamento teórico os temas: estruturação do setor elétrico brasileiro, conservação de energia e eficiência energética no Brasil e as relações entre o uso racional de energia elétrica e iluminação artificial de ambientes. Estes textos auxiliarão na construção dos resultados pretendidos.

No terceiro capítulo, é apresentado o objeto de estudo, a metodologia empregada na pesquisa e os procedimentos adotados para a coleta de dados. O quarto capítulo traz os resultados e discussões. Foram analisados os dados das faturas de energia elétrica, quantitativos levantados por meio da inspeção de ambientes e foram realizadas projeções econômicas. No quinto capítulo são tratadas as considerações finais e sugestões para futuras pesquisas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo está dividido em três seções. A primeira trata os aspectos históricos da estruturação do setor elétrico brasileiro, a segunda aborda o tema conservação de energia e eficiência energética no Brasil e a terceira trata das relações entre o uso racional de energia elétrica e iluminação artificial de ambientes. Por meio desta estrutura, buscou-se resgatar como estas discussões têm influenciado na substituição por tecnologias eficientes para iluminação na busca da eficiência econômica para melhor gestão dos recursos financeiros de uma instituição pública federal.

### 2.1. ESTRUTURAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Na tentativa de se equiparar as economias em franca expansão, especialmente EUA e Europa, o Brasil buscou estimular o uso das aplicações iniciais da tecnologia de energia elétrica, já a partir de 1879, logo após o invento do dínamo e da lâmpada elétrica. Com a instalação do primeiro sistema de iluminação elétrica, foi possível introduzir os aparelhos e processos de invenção de Thomas Alva Edison no cotidiano dos cidadãos da época. De acordo com a ELETROBRÁS (1995) a cronologia dos principais eventos ocorridos entre (1879 e 1892) pode ser assim resumido:

- 1879 - foi inaugurada, na Estação Central da Estrada de Ferro D. Pedro II, atual Estrada de Ferro Central do Brasil, a primeira instalação de iluminação elétrica permanente;
- 1881 – a Diretoria Geral dos Telégrafos instalou, na cidade do Rio de Janeiro, a primeira iluminação externa pública do país;
- 1883 - entrou em operação a primeira usina hidrelétrica no país (potência de 52kW), localizada no Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha, na cidade de Diamantina. D. Pedro II inaugurou na cidade de Campos, o primeiro serviço público municipal de iluminação elétrica do Brasil e da América do Sul;
- 1892 – foi inaugurada, no Rio de Janeiro, pela Companhia Ferro-Carril do Jardim Botânico, a primeira linha de bondes elétricos instalada em caráter permanente do país.

Chuahy e Vicker (2002), afirmam que, com a implantação da República em 1889, tornou-se essencial a busca confiável por fontes de energia para satisfazer as crescentes demandas de eletricidade pública, doméstica e industrial. Neste cenário, investidores estrangeiros passaram a interessar-se pela exploração dos serviços de eletricidade em grandes cidades brasileiras, cujo consumo prometia um crescimento

considerável. De acordo com a ELETROBRÁS (1995), em 1899, foi criada em Toronto (Canadá) a São Paulo *Railway Light and Power Co. Ltd.*, que passou a operar no Rio de Janeiro, o então Distrito Federal. Fundava-se no mesmo período em Toronto (Canadá), a *Rio de Janeiro Tramway Light and Power Co. Ltd.* No mesmo estado, a *LIGHT* construiu a usina de Fontes Velha em 1908, na época a maior usina do Brasil e uma das maiores do mundo. Ao mesmo tempo grupos nacionais locais também procuravam garantir suas fontes de energia elétrica, inicialmente em pequena escala e aos poucos com expressiva ampliação (SOLNIK, 2001).

Em 1927 a *American and Foreign Power – AMFORP* iniciou suas atividades no Brasil, adquirindo concessionárias que atuavam nos principais centros urbanos não atendidos pela *LIGHT*.<sup>1</sup> Os autores afirmam que a indústria de eletricidade era caracterizada por prestação de serviço municipal e seus prazos de concessão variavam entre 30 e 90 anos, dependendo das relações entre as concessionárias e o poder concedente; e as concessionárias, por meio da cláusula-ouro, corrigiam suas tarifas pela depreciação da moeda nacional. Sobre este tema, Chuahy e Victor (2002), afirmam que, apesar do Decreto 5407 de 1904 estabelecer que os contratos de concessões somente pudessem prever revisões tarifárias a cada cinco anos, a instauração da cláusula-ouro em 20 de abril de 1905 – concebida com a finalidade de proteger as empresas estrangeiras de possíveis desvalorizações cambiais – permitiu que as tarifas brasileiras passassem a ser geridas no exterior, ficando garantida a correção plena das tarifas pela variação mensal do ouro no mercado mundial.

Os grupos privados estrangeiros que exploravam os serviços de eletricidade no Rio de Janeiro e São Paulo, não faziam os investimentos necessários para responder as demandas de grandes centros urbanos, de modo que, desde o começo do século passado, as duas principais cidades brasileiras já vinham sofrendo os efeitos de interrupções, racionamentos e a carência de eletricidade, sobretudo nos bairros de periferia. Cabe destacar que o preço das tarifas estava mais alto se comparado ao de outros países. O Brasil chegou em 1930 com uma potência instalada de apenas 779 MW, sendo 630 em hidrelétricas e 149 MW em termoelétricas, um total pouco superior a uma única das 18 máquinas que atualmente operam na Usina Hidrelétrica de ITAIPU, demonstrando a ineficiência do modelo e da gestão privada estrangeira (CHUAHY; VICTER, 2002).

---

<sup>1</sup> As aquisições da AMFORP compreenderam a prestação de serviços de energia elétrica em Recife, Salvador, Natal, Maceió, Vitória, Niterói-Petrópolis, Belo Horizonte, Curitiba e Porto Alegre (TOLMASQUIM; OLIVEIRA; CAMPOS; 2002).

A Revolução de 1930 marcou a modernização do país e foi a referência para formação do modelo tradicional de atuação do setor elétrico nacional. Em 27 de novembro de 1933, foi abolida a cláusula-ouro<sup>2</sup> e em 1934 foi decretado o Código de Águas<sup>3</sup> que alterou o sistema de concessões vigente, postulando a nacionalização progressiva de todas as fontes de energia hidráulica existentes e julgadas básicas ou essenciais à defesa econômica, militar e ambiental do país. Desta forma foi assegurado ao poder público a possibilidade de um controle mais rigoroso sobre as concessionárias de energia elétrica. O Código de Águas constituiu-se na primeira legislação ecológica brasileira, e em decorrência da diminuição dos privilégios até então outorgados às empresas estrangeiras, a sua aplicação passou a vigorar somente a partir de 1937 (CHUAHY; VICTER, 2002).

No início da década de 1930, não houve problemas de abastecimento de energia, por conta da capacidade ociosa do setor. Entretanto, próximo ao início da II Guerra Mundial, o suprimento passou a apresentar vários problemas como necessidade de investimentos e falta de recursos externos. Em decorrência da guerra e da crise energética, em 1939 o Governo criou o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica - CNAEE<sup>4</sup>, cuja preocupação inicial foi coordenar uma política de racionamento, organizar e desenvolver uma política nacional de energia elétrica (TOLMASQUIM; OLIVEIRA; CAMPOS, 2002).

Na década de 1940 foi formada a Comissão Mista Brasil - Estados Unidos - CMBEU<sup>5</sup>, com o objetivo, da parte dos norte-americanos, de convencer o governo brasileiro a entrar na Segunda Guerra Mundial para apoiar os países aliados. Segundo Tolmasquim, Oliveira e Campos (2002), até o final desta década, o capital privado detinha 98% do abastecimento do serviço de energia elétrica no Brasil.

O governo federal ingressou no setor elétrico em 1945, com a criação da Companhia Hidrelétrica de São Francisco (CHESF)<sup>6,7</sup>, que foi constituída como

---

<sup>2</sup> Decreto nº 23.501.

<sup>3</sup> Decreto nº 26.234.

<sup>4</sup> Decreto-lei nº 1.285, de 1939, modificado pelo Decreto-lei nº 1.699, de 1939.

<sup>5</sup> A CMBEU foi composta por técnicos, políticos e empresários dos dois países. Suas atividades desenvolveram-se sob a orientação direta do Ministério da Fazenda. O coordenador da equipe brasileira foi Roberto Campos (TOLMASQUIM; OLIVEIRA; CAMPOS, 2002).

<sup>6</sup> Decreto-lei nº 8.031, de 1945.

<sup>7</sup> Esse empreendimento [CHESF] foi idealizado nos moldes da Autarquia do Vale do Tenesse (TVA) instituída em 1933, nos Estados Unidos, para desenvolver o Vale do Tenesse. Nesse empreendimento (TVA), o uso múltiplo das águas foi utilizado em prol do desenvolvimento da região com sucesso, gerando benefícios econômicos, sociais e ecológicos. No Brasil o setor elétrico aproveitou essa idéia e implantou o que foi possível não só na CHESF, mas também em outras empresas estatais como a CEMIG, FURNAS, CESP e outras (ABREU, 1999 p.141).

sociedade de economia mista e vinculada ao Ministério da Agricultura, e entrou em funcionamento em 1949 com as obras que permitiram a duplicação da capacidade disponível do Nordeste<sup>8</sup>.

Gomes et al. (2005) ressaltam que o governo brasileiro, por intermédio da Assessoria Econômica do Gabinete Civil da Presidência da República, desenvolveu algumas iniciativas para equacionar a expansão do parque gerador brasileiro. Os autores destacam alguns projetos de lei que foram encaminhadas ao Congresso Nacional:

- instituição do Imposto Único Sobre Energia Elétrica (IUEE), de acordo com o previsto no artigo 15 da Constituição de 1946;
- criação do Fundo Federal de Eletrificação (FFE);
- regulação da distribuição e aplicação das parcelas do imposto arrecadado que caberiam aos estados, ao Distrito Federal e aos municípios;
- instituição do Plano Nacional de Eletrificação;
- constituição da Empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

No segundo governo de Getúlio Vargas, Chuahy e Victer (2002) destacam que foi definida uma política energética, referente ao setor elétrico. *“Para que a eletricidade seja um elemento de progresso e permita o desenvolvimento industrial não é meramente necessário que seja barata, é indispensável, sobretudo, que seja abundante. A oferta de energia deve preceder e estimular a demanda”* (grifo do autor). Esta mensagem de Getúlio Vargas, encaminhada ao Congresso Nacional em 1951, retomava os planos de industrialização do país para equiparar-se aos países desenvolvidos. Para garantir a oferta de energia elétrica, Getúlio Vargas defendia a participação do Estado na produção, ressaltando a importância de mecanismos de financiamento que a garantissem. Ademais, o presidente também defendia a criação de um Ministério de Minas e Energia, que se responsabilizasse pelo planejamento de longo prazo do setor elétrico brasileiro. Após a morte de Getúlio Vargas, em 31 de agosto de 1954, foi promulgada a Lei 2.308, que instituiu a Federal de Eletrificação - FFE<sup>9</sup> e o Imposto Único sobre Energia Elétrica - IUEE e designou o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico - BNDE, como administrador de ambos. O Plano Nacional de Eletrificação

---

<sup>8</sup> A potência agregada pela CHESF foi de 180 MW, maior que os 110 MW instalados até então (TOLMASQUIM; OLIVEIRA; CAMPOS; 2002).

<sup>9</sup> A FFE constituiu-se na primeira fonte de recursos de caráter fiscal, com alcance nacional, diretamente vinculada a investimentos no setor de energia elétrica (CHUAHY; VICTER; 2002).

não foi aprovado. Posteriormente suas propostas foram incorporadas à política governamental de desenvolvimento do setor elétrico.

Em 28 de maio de 1957, Juscelino Kubitschek assinou o Decreto Federal nº 41.066, que criou a Central Elétrica de Furnas, um ambicioso projeto para a época. “Em um sistema que gerava 3 milhões de quilowatts, FURNAS representaria mais 1 milhão” (SOLNIK, 2001 p.30). O general-presidente Castelo Branco transformou FURNAS num conglomerado de dez usinas hidrelétricas e duas termelétricas, com 18 mil quilômetros de linhas de transmissão.

O projeto de criação da ELETROBRÁS foi enviado em 1954 ao Congresso Nacional. Por pressões contrárias das forças antinacionais, durante sete anos consecutivos, houve interferência na sua aprovação saindo do papel apenas em 1961 no governo de Jânio Quadros, sendo o projeto regulamentado no governo de João Goulart, que a instalou oficialmente (CHUAHY; VICTER, 2002).

O setor de energia elétrica em 1960 enfrentou graves problemas de financiamento, devido basicamente a questões tarifárias, fiscais, deterioração do IUEE causada pela inflação, a falta de uma organização institucional específica e do BNDE, que não estava priorizando os investimentos na área de infra-estrutura. Com o desdobramento da política desenvolvimentista do Presidente Juscelino Kubitschek, em 1960 foi criado o Ministério das Minas e Energia – MME. Neste contexto, foi criada em abril de 1961, a Centrais Elétricas Brasileiras S.A.<sup>10</sup>, uma *holding* alicerçada por grandes empresas, quais sejam, CHESF e FURNAS sendo-lhes transferidas as atribuições do BNDE referentes ao financiamento do setor elétrico e à gestão do Fundo Federal de Eletrificação (CHUAHY; VICTER, 2002).

Devido a uma persistente defasagem entre geração e capacidade de aumento da demanda, os governos federal e estadual passaram a investir fortemente no setor. Em 1964 a ELETROBRÁS foi autorizada a adquirir a AMFORP<sup>11</sup> e, posteriormente, em 1965, houve a reorganização do MME. A União transferiu aos estados boa parte dos serviços de distribuição e de subtransmissão de eletricidade, ficando a geração e a transmissão a cargo da ELETROBRÁS. De acordo com a ELETROBRÁS (2007), em dezembro de 1968 foi criada a Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A. – ELETROSUL, na qualidade de empresa subsidiária da ELETROBRÁS.

---

<sup>10</sup> Lei nº 3890-A, de 1961.

<sup>11</sup> O processo de nacionalização das empresas do grupo AMFORP foi concluído em 1965, e suas atribuições repassadas as concessionárias estaduais (TOLMASQUIM; OLIVEIRA; CAMPOS: 2002).

A década de 1960 foi marcada por um intenso processo de estatização do setor elétrico e também surgiu a discussão de viabilização de um projeto conjunto entre Brasil e Paraguai de aproveitamento de energia do rio Paraná – Itaipu Binacional.<sup>12</sup> Logo em seguida, o governo brasileiro adquiriu as ações da *LIGHT*, passando todas as concessionárias do setor de energia elétrica a ser constituídas por 100% de capital nacional. Este modelo, para o setor elétrico possibilitou, principalmente na década de 1970, investimentos advindos de recursos externos como autofinanciamento e empréstimos internos. Entretanto, ao final do período e ao longo da década de 1980, o modelo começou a apresentar sinais de mau funcionamento, uma vez que o governo passou a utilizar as estatais como instrumento de captação de financiamentos externos a juros flexíveis e como instrumento de combate à inflação. Sobre este tema tem-se a seguinte consideração:

[...] o resultado do descaso governamental quanto ao setor elétrico foi à redução da rentabilidade e conseqüentemente dos recursos próprios para investimentos e o aumento do endividamento a custos exorbitantes (TOLMASQUIM; OLIVEIRA; CAMPOS, 2002, p.48).

Já a partir do final da década de 1980, com a redução dos investimentos e o crescimento do consumo de energia elétrica a taxas superiores as da capacidade instalada, Gomes et al. (2005) consideram que o Grupo Coordenador para Operação Interligada – GCOI começou a esgotar os reservatórios, nos períodos secos, acima do nível ótimo operacional. De acordo ainda com os autores, isso só não resultou em graves problemas de fornecimento de energia, porque na década de 1990 ocorreu um ciclo hidrológico amplamente favorável. Como resultado destes problemas, em 1985 foi Constituído o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL com o objetivo de incentivar a racionalização do uso de energia elétrica. Também no mesmo período, entrou em operação a Usina Termonuclear Angra I, a primeira usina nuclear do Brasil.

O contexto de privatização das estatais começou a ser amplamente discutido no governo João Figueiredo, sob o argumento de que as autoridades estavam perdendo o controle sobre estas empresas. No período compreendido entre 1979 e 1984, grande parte das empresas vendidas, de acordo com Tolmasquim, Oliveira e Campos (2002), eram re-privatizações, não incluindo nenhuma das grandes estatais brasileiras,

---

<sup>12</sup> A ITAIPU BINACIONAL foi criada em abril de 1973 através do tratado celebrado entre os dois países e as obras foram iniciadas em 1975, mas sua operação teve início somente em 1983. A instalação da última unidade geradora só ocorreu em 1992 (TOLMASQUIM; OLIVEIRA; CAMPOS; 2002).

sendo vendidas neste período 20 empresas, totalizando negócios de US\$ 190 milhões.

Em 1990, o presidente Fernando Collor de Mello sancionou a Lei nº 8.031, criando o Programa Nacional de Desestatização – PND. Além do PND, a Lei das Concessões tornou-se o marco fundamental de início do processo de privatização. De acordo com Tolmasquim, Oliveira e Campos (2002), no caso do setor elétrico, o PND baseou-se na avaliação de que as crises financeiras da União e dos Estados inviabilizariam a expansão da oferta de eletricidade e a manutenção da confiabilidade das linhas de transmissão.

O período compreendido entre 2000 e 2002 foi marcado por políticas neoliberais.<sup>13</sup> Durante a gestão do então presidente da república Fernando Henrique Cardoso, ocorreu o lançamento do Programa Prioritário de Termelétricas - PPT visando à implantação no país de diversas usinas a gás natural, compra de energia da Argentina e a instituição do Conselho Nacional de Política Energética<sup>14</sup> com a atribuição de formular e propor as diretrizes da política energética nacional. Em 2001, o Brasil passou por uma séria crise de energia elétrica, acentuada por condições hidrológicas bem como por questões políticas e econômicas.

Em 2004, fato importante foram as discussões em torno do novo modelo do setor elétrico aprovado em março de 2005. As Leis nº 10.847 e nº 10.848 definiram as regras de comercialização de energia e criaram a Empresa de Pesquisa Energética - EPE. O novo modelo definiu a oferta de menor tarifa como critério para licitações de empreendimentos e estabeleceu contratos de venda de energia de longo prazo, além de condicionar a licitação dos projetos de geração, às licenças ambientais prévias, um importante avanço na questão da preservação dos recursos naturais (ELETROBRÁS, 2007).

O setor elétrico brasileiro tem passado por profundas alterações estruturais e institucionais, migrando de um formato centrado no monopólio estatal como provedor dos serviços e único investidor, para um modelo com a participação de múltiplos agentes e investimentos compartilhados com a iniciativa privada (ANEEL, 2005). Tal reestruturação deu-se num contexto das reformas do papel do Estado, iniciadas em meados da década de 1990 e possibilitadas por dispositivo constitucional de 1998, que sustentou, inclusive, a execução do processo de privatização de ativos e de serviços

---

<sup>13</sup> Doutrina, em voga nas últimas décadas do século XX, que favorece uma redução do papel do Estado na esfera econômica e social (DICIONÁRIO AURELIO).

<sup>14</sup> Lei nº 9.478 agosto-2000.

de energia elétrica sob controle estadual e federal, esfera onde estão inseridas as empresas de distribuição de energia elétrica. De acordo com a ANEEL (2005), entre as principais adequações estruturais pode-se citar a) a exploração dos serviços de energia elétrica por terceiros mediante licitação; b) o controle e operação dos sistemas elétricos de forma centralizada; c) o livre acesso e uso das redes elétricas; d) a segmentação das atividades setoriais (geração, transmissão, distribuição e comercialização); e) criação e regulamentação da comercialização de energia elétrica e o aparecimento da figura do consumidor livre.

A regulação do setor de eletricidade é responsabilidade da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, que foi criada pela Lei nº 9.427 de 26 de dezembro de 1996 e regulamentada pelo Decreto nº 2.335 de 6 de outubro de 1997, cujas principais funções constituem:

- fiscalizar as concessões para a prestação de serviço público de energia elétrica;
- zelar pela qualidade e equilíbrio econômico financeiro das concessionárias;
- supervisionar a exploração dos recursos hídricos do país;
- definir a estrutura tarifária e autorizar níveis propostos pelas empresas.

O Sistema Elétrico Nacional é composto pelo Sistema Interligado Nacional - SIN, formado por empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. O sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas com múltiplos proprietários (ANEEL, 2005). Segundo ainda a agência, a operação centralizada do SIN está embasada na interdependência operativa entre as usinas, na interconexão dos sistemas elétricos e na integração dos recursos de geração e transmissão para atender o mercado.

O sistema de geração de energia elétrica brasileiro está dimensionado próximo de 91.714 MW instalados, basicamente de formato hidrotérmico com forte predominância de usinas hidrelétricas. Essas centrais são objetos de concessão, autorização e registro, segundo enquadramento realizado em função do tipo de central, da potência a ser instalada e do destino da energia (ANEEL, 2005). A redução de impactos ambientais, a promoção do desenvolvimento sustentável e a diminuição de riscos hidrológicos no suprimento de energia elétrica são objetivos que irão incorrer na substituição por matrizes energéticas alternativas em médio e longo prazo.

O sistema de transmissão é dividido em redes de transmissão e sub-transmissão, em razão do nível de desagregação do mercado consumidor (ANEEL, 2005). A seleção para a concessão de serviço público de transmissão de energia elétrica (construção, operação e manutenção de instalações de transmissão da rede básica ao sistema elétrico interligado) é feita por intermédio de licitações. O segmento tem recebido em média investimentos de 2,5 bilhões a 3,5 bilhões de reais por ano, dos quais, cerca de 3% são destinados à manutenção (EXAME, 2005). Um dos principais desafios deste segmento é a garantia da expansão e manutenção do sistema.

Com respeito à distribuição de energia elétrica, na maioria dos estados brasileiros, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, a área de concessão das empresas de distribuição corresponde aos limites geográficos estaduais; em outros, principalmente São Paulo e no Rio Grande do Sul, existem concessionárias com áreas de abrangência menores. Os contratos de concessão estabelecem regras a respeito da tarifa, regularidade, continuidade, segurança, atualidade e qualidade dos serviços e do atendimento prestados aos consumidores e usuários e definem as penalidades para possíveis irregularidades (ANEEL, 2005). Observa-se que o maior controle destas empresas está nas mãos do setor privado conforme mostrado na Figura 1:

<b>Tipo</b>	<b>Controle em %</b>
Controle privado	84%
Controle público	16%
Total	100%

**FIGURA 1 – EMPRESAS INSTALADAS NO SEGMENTO DE DISTRIBUIÇÃO**  
**FONTE: ADAPTADO DE ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA (2005)**

Em média o segmento de distribuição recebe investimentos de 3,7 bilhões de reais ao ano, determinados pelos contratos de concessão das distribuidoras e até 2008 o montante anual deverá ser da ordem de 6 bilhões de reais. Como principais desafios estão a melhoria do processo de revisão tarifária e a redução da carga tributária e dos custos operacionais. Onaga, Salomão e Paul (2005) afirmam que as fontes mais baratas de geração estão no fim e que o consumo é crescente, de forma que a tendência das tarifas é subir conforme descrito na seqüência:

- hidrelétricas: os potenciais hídricos disponíveis ficam distantes dos centros de consumo, o que exige a construção de um sistema de transmissão, encarecendo a energia;

- termelétricas: as usinas térmicas usam combustíveis como o gás e óleo diesel, cujos preços não param de subir. As reservas nacionais são pequenas e há risco do não abastecimento;
- fontes alternativas: a energia gerada por vento, sol e ondas do mar pode ser uma opção no futuro, mas ainda é inviável economicamente;
- custos ambientais: movimentos sociais e de defesa do meio ambiente passaram a exigir maiores compensações para permitir a implantação de usinas. O custo ambiental saltou de 10% para 20% do investimento;
- regulação: a presença do Estado na regulação do setor e mudanças nas regras provoca insegurança. A falta de ofertas nos leilões de energia mostra a insatisfação dos investidores;
- petróleo: as reservas de combustível, além de finitas, estão em uma área do globo de muitos conflitos.

Num cenário de futura escassez de recursos e pressões sociais e ambientais cada vez mais acirrados, uma saída para que a economia consiga manter a produtividade com qualidade e garantia de suprimento ininterrupto são ações do lado da conservação de energia, com a atuação eficaz dos programas de eficiência energética. Atualmente o governo tem exigido das empresas do setor elétrico investimentos em pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética, cuja obrigação foi estabelecida na Lei nº 9.991 de 24 de julho de 2000, conhecida como Lei de Eficiência Energética, fixando percentuais baseados na Receita Operacional Líquida (%ROL). Também se ampliou a abrangência de agentes do setor elétrico comprometidos com investimentos para esta finalidade (ANEEL, 2005).

Isto posto, a participação efetiva dos agentes econômicos no processo de garantia do fornecimento faz-se imprescindível. Sem uma visão de longo prazo para a conservação e eficiência energética, o país poderá perder o posto de economia em desenvolvimento e ponto atrativo de investimentos estrangeiros, haja vista a importância da energia como principal força motriz da economia.

## 2.2. CONSERVAÇÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

Verifica-se, nos cenários de crise, que alguns temas anteriormente deixados de lado ganham maior projeção e espaço na agenda econômica, dentre os inúmeros problemas de ordem interna e externa dos países. Em 1970, o mundo foi pego de surpresa pelo primeiro e segundo choques de petróleo, em que dirigentes de economias desenvolvidas e em desenvolvimento tiveram de repensar suas estratégias de administração e uso dos energéticos. Neste contexto, discutir as alternativas de conservação e uso eficiente da energia foi mais do que uma saída estratégica naquele momento. Cabe entender como os temas conservação e eficiência energética entrou na agenda do governo brasileiro a partir das iniciativas dos países desenvolvidos, que foram os pioneiros na adoção desta estratégia para contornar os problemas de potenciais crises de suprimento.

### 2.2.1. Eficiência Energética no Mundo

A eficiência energética passou a ser preocupação maior em todos os países a partir da década de 1970 com a crise do petróleo. Vários países industrializados organizaram-se e fundos foram levantados para investimentos em projetos de eficiência energética e fontes renováveis de energia, cujo objetivo era diminuir a dependência em relação ao petróleo e derivados. Em meados dos anos de 1980, com a estabilização do preço do petróleo, a preocupação com o suprimento de energia diminuiu, mas foi retomada ao final do mesmo período, quando o impacto da queima de combustíveis fósseis na variação climática global entrou na pauta de importantes discussões em todo mundo. Resultado destas inquietações foi o surgimento do Protocolo de Kyoto em 1997, acordo internacional em que os países signatários, estabeleceram metas de redução de emissões de CO<sub>2</sub> (HADDAD, 2006). Para atingir as metas propostas pelo protocolo de Kyoto, tornou-se imperativa a criação de mecanismos que estimulasse uma maior eficiência em toda a cadeia energética. Com isto vários países criaram instituições com este objetivo conforme segue:

a) Reino Unido: o país elaborou um plano de governo na área de eficiência energética, cujos objetivos são a conscientização da população e o gerenciamento de programas do Departamento de Meio Ambiente, Transportes e Regiões – DETR e do programa *Electricity Standard of Performance – SoP*. As principais atividades do DETR compreendem: implementação de aquecedores de água mais modernos, controle de

aquecimento e melhorias no isolamento de paredes na construção civil, utilização de combustíveis alternativos, educação, **iluminação eficiente** e fomento a empreendimentos que contribuam com a conservação de energia. O programa SoP faz esforços no sentido de orientar as concessionárias locais a investirem em projetos de eficiência energética em pequenos empreendimentos e residências (DEFRA, 2004).

b) França: as atividades em eficiência energética são de responsabilidade da Agência do Meio Ambiente e da Matriz Energética – ADEME onde se verifica interação entre políticas ambientais e energéticas. As áreas consideradas prioritárias são: economia dos resíduos, poluição do ar e matriz energética. Os projetos em eficiência energética buscam abranger o setor agrícola, transportes e construção civil, com expressivos esforços para o estímulo de uso das energias renováveis e o desenvolvimento urbano sustentável (ADEME, 2006).

c) Espanha: a promoção da eficiência energética no país dá-se por meio do Instituto para a Diversificação e Economia Energética IDAE, entidade pública empresarial, vinculada ao Ministério da Indústria, Turismo e Comércio. Dentre várias atividades, lhes compete o fomento ao uso racional da energia e incentivo ao uso de fontes renováveis. Auditorias energéticas, estímulo ao uso de combustíveis limpos e **substituição de equipamentos obsoletos** também são algumas das importantes iniciativas do instituto (IDAE, 2006).

d) Canadá: a exemplo de outros países, o Canadá iniciou seus programas de eficiência energética em meados da década de 1970. Em 1995 foi criado o *National Action Program on Climate Change*, coordenado pelo *Office of Energy Efficiency – OEE*. A política de eficiência dos canadenses está alinhada às preocupações com as mudanças climáticas do planeta. As principais atividades desenvolvidas são: programas de eficiência energética na indústria, **setor público** e transportes, normalização de equipamentos na indústria de construção civil, **programa de etiquetagem de equipamentos eficientes**, o *Energy Efficient Act*, orientação de consumidores; e estímulo a construção e reformas (*retrofits*), dentro de padrões e critérios voltados à conservação de energia (CLIMATE CHANGE, 2006). Dados do OEE/NRCAN - *Natural Resources Canada* mostram alguns dos principais resultados alcançados por meio dos programas de incentivo a conservação e eficiência energética: uma diminuição em 13% do consumo global de energia entre 1993 e 2003; uma redução de 16% no consumo da área de transportes no período entre 1993 e

2003; e uma redução de custos da ordem de C\$ 13.4 bilhões no ano de 2003 (EPE, 2007).

e) Estados Unidos: os programas americanos são desenvolvidos pelo Departamento de Energia Americano – DoE, que atua por meio do *Energy Efficiency and Renewable Energy Network - EERN*. O EERN busca estimular a exploração de fontes renováveis de energia e a competitividade econômica como forma de baixar os custos e proteger o meio ambiente. O foco são as empresas concessionárias de energia, a indústria e os setores de transporte e da construção civil (EERE, 2007). O DoE também **investe na pesquisa e desenvolvimento na área de eficiência energética**, além da aplicação de mecanismos de mercado como os Programas de Etiquetagem e Padronização de Equipamentos, cujo objetivo é informar o consumidor e retirar os equipamentos obsoletos do mercado; e/ou ainda mecanismos de incentivo como o *Programa Energy Star* (DoE/EPA). Os resultados alcançados em termos de redução do *Energy Star* em 2005 foram: 35 Mton de emissões de CO<sub>2</sub>; US\$ 12 bilhões em economia para os consumidores; 4% do consumo de eletricidade e 28.000 MW de demanda na ponta (EPE, 2007).

f) Outros países: Japão, Noruega, Dinamarca, Suécia, Nova Zelândia e Austrália, desenvolvem programas similares buscando reduzir desperdícios de energia em todos os segmentos de consumo, por meio do estímulo da exploração de energias renováveis, **do uso de equipamentos eficientes** além da adoção de programas de etiquetagem e a normalização de produtos, métodos e processos industriais. Nestes países há um esforço para o uso racional dos recursos energéticos segundo o uso final e a forte atuação em conscientização da população (STRAPASSON, 2004).

### 2.2.2. Evolução da Eficiência Energética no Brasil

No mesmo contexto dos choques do petróleo da década de 1970 e princípio da década de 1980, criou-se no país a percepção de escassez de recursos elevando o preço dos energéticos e oportunizando a justificativa para novos investimentos no aumento da produção do petróleo nacional, em conservação e maior eficiência no uso dos seus derivados e na diversificação de fontes alternativas de energia (MARTINS et al., 1999).

De acordo com A epe (2007), a cronologia dos principais eventos que deram início as discussões em torno da conservação e eficiência energética, datam da década de 1970 e trata-se de uma resposta a crise do petróleo conforme segue:

- 1973 1º Choque do Petróleo;
- 1975 1º Seminário sobre o tema conservação de energia, realizado em Brasília, com apoio do MME;
- 1979 2º Choque do Petróleo;
- 1982 Programa de Mobilização Energética (diretrizes para eficiência energética).

A estratégia adotada para a formulação de uma política de oferta de energia contemplou as seguintes ações: a intensificação da prospecção de petróleo; o incremento da produção de carvão no país; o lançamento de um programa nuclear com vistas à transferência de tecnologia nesta área e a construção de usinas nucleares para a geração de energia elétrica - que não produziu resultados significativos em termos de suprimento de energia; a criação do Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL; e no setor elétrico, foi dada continuidade à expansão da base hídrica para geração de eletricidade, resultando em sobra de energia no final dos anos de 1980 (MARTINS et al., 1999).

Neste sentido, o governo brasileiro passou a focalizar a questão do óleo combustível consumido na indústria com aumentos de preços a partir de 1980, além de um corte de 10% e 5%, respectivamente, no fornecimento de óleo combustível e diesel utilizado na indústria, além da implantação de um sistema de controle de abastecimento por meio de cotas de combustíveis até o ano de 1983 (MARTINS et al., 1999). As medidas foram mal recebidas pelos empresários, e no ano de 1981 o governo lançou o programa CONSERVE, que tinha como objetivo estimular a conservação e substituição do óleo combustível consumido na indústria. Esta iniciativa pode ser encarada como o primeiro esforço expressivo na direção de conservação de energia no país.

Durante a década de 1980 novos problemas ganharam visibilidade política. Martins et al. (1999), destacam a crescente utilização da eletricidade para fins térmicos no setor industrial, fomentada parte pelo CONSERVE e parte pelo programa de Eletrotermia. Resultado disso, segundo os autores, foi o processo de transferência da responsabilidade sobre a conservação de energia para o setor elétrico, justificada pelo crescimento da demanda por energia elétrica para fins térmicos na indústria, que passou a pressionar a capacidade de oferta do setor, que já estava passando por uma séria crise financeira.

Outra pressão sobre a oferta de energia elétrica diz respeito às crescentes preocupações com o meio ambiente e os questionamentos relativos ao grande desperdício de energia elétrica verificados. Dessa forma, a saída encontrada frente àquela conjuntura foi a implementação de uma política de conservação de energia elétrica (MARTINS et al., 1999) conforme relacionado por Guerreiro (2006).

- 1984 A partir de um protocolo firmado pelo governo (MDIC) com a indústria (ABINEE) foi criado o **Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE**, coordenado pelo **INMETRO**
- 1985 Foi criado o **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL**, vinculado ao MME e com a coordenação executiva da **ELETROBRÁS**
- 1991 Foi criado o **Programa Nacional de Conservação de Petróleo e Derivados – CONPET**, também vinculado ao MME e com a coordenação executiva da **PETROBRÁS**
- 2001 Racionamento: Lei nº 10295 Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia

Cabe salientar que, em 1998, houve a obrigação de investimentos em programas de conservação pelas concessionárias, sob fiscalização da ANEEL (ratificado pela Lei nº 9.991 de 2000 e alterações subseqüentes) e que, em 2001, com o racionamento de energia elétrica, diversas medidas de incentivo foram estimuladas, com destaque para a Lei nº 10.295 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (GUERREIRO, 2006).

### **2.2.3. Histórico dos Principais Programas Nacionais de Conservação de Energia no Brasil**

#### **PROGRAMA CONSERVE**

De acordo com Martins et al. (1999), o Programa CONSERVE, foi criado no âmbito do Ministério da Indústria e Comércio – MIC em 1981, constituindo-se como um esforço de peso em conservação de energia no Brasil, cujo objetivo era atender as exigências da Portaria MIC/GM46, que referenciava a promoção da conservação de energia na indústria ao desenvolvimento de produtos e processos energeticamente eficientes e ao estímulo à substituição de energéticos importados por fontes alternativas internas. Os resultados mais positivos do CONSERVE foram a divulgação da conservação de energia no meio industrial e a identificação da capacidade nacional de levantamento de oportunidades para conservação de energia na indústria.

[...] o programa permitiu catalisar e direcionar a competência adquirida pelos centros estaduais de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, sobretudo o IPT, em esforços anteriores financiados pela FINEP e pelo Programa de Mobilização Energética – PME para uma atuação junto ao setor produtivo. A constituição formal de uma rede de centros de conservação de energia nos principais estados da federação (São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Bahia e Pernambuco, dentre outros) facilitou o intercâmbio de informações e aprimoramento dos recursos humanos e o desenvolvimento tecnológico do País nessa área (MARTINS et al., 1999, p.44-45).

Com respeito à economia de energia, o CONSERVE foi responsável por uma queda em torno de 18% no consumo industrial de óleo combustível já no ano de seu lançamento. Sob outra perspectiva, Martins et al. (1999), chamam a atenção para uma análise crítica do Programa, levando-se em consideração primeiro os problemas de sub-aproveitamento dos recursos alocados, isto é, metade dos recursos à disposição do CONSERVE não foi utilizada e as empresas que chegaram a pleitear tais recursos não alcançaram o total de 200, sendo que somente cerca de 80 empresas fizeram uso efetivo do dinheiro disponível; e, segundo, a predominância de um enfoque em termos de substituição energética, em prejuízo da diretriz primordial de conservação de energia. A Tabela 1 traz um breve resumo da situação em termos de economia total de derivados de petróleo no período entre 1981 e 1985.

**TABELA 1 - ECONOMIA TOTAL DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NO PERÍODO 1981-85 EM 10<sup>3</sup>TEP**

<b>Setores</b>	<b>Conservação</b>	<b>Substituição</b>	<b>Total</b>
Papel e Celulose	155,1	165,8	320,9
Siderurgia	146,7	486,8	633,5
Cimento	0,4	498,6	499,0
Petroquímico	26,6	93,3	119,9
Energético	42,0	7,4	49,4
Metalurgia	2,1	13,9	16,0
Mineração	-	8,6	8,6
Agroindústria	1,0	88,8	89,8
Material de Construção	-	18,0	18,0
<b>Total</b>	<b>373,9</b>	<b>1.381,2</b>	<b>1.755,1</b>

FONTE: MARTINS et al. (1999, p.46)

Verifica-se que as distorções ocorridas no Programa CONSERVE, juntamente com os obstáculos por ele enfrentados, como por exemplo, a crise econômica da década de 1980, impediram que se atingisse o potencial pleno de ação previsto inicialmente. No ano de 1981 a recessão econômica resultou em ociosidade da capacidade instalada do parque gerador de energia elétrica, enquanto destacava-se a necessidade de diminuição do consumo de derivados de petróleo por parte da indústria face à elevação dos preços no mercado internacional. Neste contexto, foi criada a Energia Garantida por Tempo Determinado – EGTD, que tinha como alvo o setor industrial então pressionado pelos altos preços dos derivados de petróleo. A tarifa era fornecida às empresas dispostas a substituir aquele energético por

eletricidade a preços até 30% menores. Ademais, a fim de permitir a amortização dos investimentos na instalação de novos equipamentos elétricos, o fornecimento da EGTD foi garantido até 1986 (MARTINS et al., 1999).

A despeito do CONSERVE ter obtido resultados satisfatórios dentro de seu contexto, também foi indiretamente responsável pelo processo de transferência da responsabilidade da conservação de energia para o setor elétrico, dado o crescimento da demanda por energia elétrica para fins térmicos do setor industrial. A política de tarifas de energia elétrica dos anos 80, “irreais” pelo cenário de descontrole inflacionário e a inviabilidade de financiamento da expansão do setor elétrico, resultaram na única estratégia possível naquele momento, que foi o governo partir para a implementação de políticas de conservação do uso da energia elétrica. Reflexo dessas ações foi a criação do PROCEL, no ano de 1985, sob a coordenação da ELETROBRÁS.

### **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL**

A Portaria Interministerial nº 1.877, de 10/12/85, foi instituída por iniciativa conjunta do Ministério de Minas e Energia - MME e do Ministério da Indústria e Comércio – MIC, cujo objetivo era a criação do Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PROCEL. O programa nasceu num contexto onde os esforços primavam pela expansão da oferta de energia para atender a demanda do crescimento econômico, por falta de recursos para financiamento de construção de novas unidades de geração e crescentes preocupações com a escassez de recursos naturais (MARTINS et al., 1999).

De acordo com a Portaria nº 1.877, o objetivo era: “[...] maximizar seus resultados e promover um amplo espectro de novas iniciativas, avaliadas à luz de um rigoroso teste de oportunidade, prioridade e economicidade” (MARTINS et al., 1999, p.48). O Programa tinha como principal alvo o combate ao desperdício na produção e no uso da energia elétrica, de forma que um produto ou um serviço qualquer pudesse ser realizado com menor consumo, em função da maior eficiência energética.

A definição de conservação de energia do próprio PROCEL compreende “[...] melhorar a maneira de utilizar a energia, sem abrir mão do conforto e das vantagens que ela proporciona. [...] sem perder, em momento algum, a eficiência e a qualidade dos serviços” (PROCEL, 2005).

Eficiência energética pode ser entendida como o conjunto de práticas e políticas, que reduzem os custos com energia e/ou aumente a quantidade de energia oferecida, sem alteração da capacidade de geração (MARTINS, 2005).

Sob a ótica da ELETROBRÁS (1994), o uso eficiente de energia deve ser entendido como o menor consumo possível para obter-se uma mesma quantidade de produto ou serviço sem comprometimento de sua qualidade, conforto e satisfação. O conceito da ELETROBRÁS de uso eficiente de energia faz paralelo com conceitos de eficiência utilizados na economia, que estão relacionados à noção de melhor uso possível dos recursos econômicos disponíveis para a produção de um determinado bem.

Em 18 de julho de 1991, por Decreto Presidencial, o PROCEL foi transformado em programa de governo, desta forma, tendo suas responsabilidades ampliadas, não se restringindo apenas ao setor elétrico, mas articulando-se com todos os segmentos da sociedade direta ou indiretamente ligados ao uso e produção de energia elétrica. Para a implementação do Programa, foram criados o Grupo Coordenador de Conservação de Energia – GCCE, como órgão de coordenação do PROCEL e a Secretaria Executiva – SE do GCCE, subordinada da ELETROBRÁS como órgão Executivo. No período que vai da criação do PROCEL em 1985 até 1989, considerada a primeira fase da estrutura organizacional e operacional do programa, foram observadas algumas questões, as quais destacam-se:

- preocupação com a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico;
- o interesse pela incorporação de novas tecnologias ao acervo científico e tecnológico do país;
- a promoção de assistência tecnológica ao segmento industrial;
- a disposição em promover e fomentar a pesquisa, visando melhor conhecimento do comportamento do mercado consumidor (uso final) de energia elétrica, analisando desde os hábitos de consumo até a eficiência dos aparelhos de uso final de energia elétrica;
- a promoção da conservação de energia elétrica através da normalização, padronização e certificação de equipamentos empregados no uso final da energia.

A criação do Programa Nacional de Racionalização da Produção e Uso de Energia – PROENERGIA pelo Decreto nº 99.250 em 1990, e a instituição do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético, levaram a uma mudança de

enfoque do PROCEL, à medida que sua característica de programa setorialista passou a ser contrabalanceada pela sua integração em uma política mais ampla de conservação de energia, baseada nas diretrizes do PROENERGIA (MARTINS et al., 1999).

Verde (2000) afirma que o PROCEL passou por três fases distintas, considerando a primeira como a mais ativa e que perdurou até 1991. O programa foi direcionado para convencer e orientar a sociedade quanto à efetividade das ações de conservação de energia, realização de trabalhos de levantamento de dados e estudos sobre o uso de energia pelos consumidores finais, além da montagem e aparelhamento laboratorial visando ao desenvolvimento das primeiras pesquisas na busca de melhoria dos índices de eficiência dos equipamentos elétricos utilizados no Brasil. Pouco avanço ocorreu nesta fase no que diz respeito aos estudos e do estabelecimento de mecanismos financeiros para o estímulo e incentivo à utilização racional de energia elétrica.

A segunda fase, caracterizada como pouco ativa, compreendeu o período entre 1991 e 1993, momento em que o PROCEL tornou-se programa do governo federal. Mesmo com a elevação de *status*, nem programas nem projetos em andamento foram continuados por conta das reformas administrativas que ocorriam no Governo Fernando Collor de Mello. Ademais, a ELETROBRÁS, principal provedora de recursos necessários à implementação dos projetos, foi submetida a intensos processos de controle da saída de recursos. Data deste período a criação dos Programas de Conservação de Energia nas Concessionárias – PROCECON's, produto de convênio celebrado entre a ELETROBRÁS e as concessionárias, onde a primeira financiava as ações de conservação, devidamente acordadas entre as partes, empreendidas pelas segundas. Tratava-se do primeiro instrumento organizado de um conjunto de projetos dentro de uma mesma empresa de eletricidade, o que começou a despertar estas organizações para a necessidade de conservação de energia como uma de suas funções empresariais e para a preocupação com o desenvolvimento de quadros técnicos eficazes e inteirados com o assunto conservação e eficiência energética (VERDE, 2000).

Na terceira fase, o programa foi reativado e reestruturado de maneira mais eficaz. Maior transparência foi dada ao PROCEL por meio de ampla discussão sobre o tema conservação de energia, com um novo enfoque pela incorporação de ações de eficiência energética no sistema elétrico como parte das medidas abrangidas pelo PROCEL (VERDE, 2000).

Nesta nova perspectiva, pode-se destacar a atuação na redução de perdas dos sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, e, sobretudo, na definição objetiva dos potenciais e das prioridades de conservação de energia elétrica em curto prazo, com a finalidade de alavancar os objetivos de longo prazo do programa (MARTINS et al., 1999). Segundo os autores, a nova orientação passou a obedecer as seguintes estratégias:

- coordenar o *marketing* de combate ao desperdício, em âmbito nacional;
- conscientizar os consumidores sobre o problema do uso inadequado da energia elétrica, alertando que ela é um bem escasso;
- Promover, junto aos fabricantes, acordos para aumento da eficiência de equipamentos elétricos;
- implementar projetos de eficiência energética em cada segmento de consumo, por intermédio de consumidores chaves, que possam vir a atuar como formadores de opinião em seus respectivos setores;
- buscar, junto aos agentes de financiamento, recursos para viabilização de projetos de combate ao desperdício;
- tornar as instituições de ensino agentes multiplicadores da idéia do combate ao desperdício de energia elétrica;
- propor medidas nas áreas de legislação e normalização, no sentido de estipular padrões mínimos de eficiência energética.

Desta forma, projetos que possibilitassem a redução das perdas do sistema foram suportados e incentivados pelo PROCEL. Foram assinados acordos de cooperação com entidades internacionais, Europa e América do Norte, ligados à eficiência energética.

No âmbito institucional, foi configurada uma rede de eficiência energética – Grupo de Apoio à Secretaria Executiva do PROCEL, composta por dezenas de organizações e instituições empresariais, produtivas, de serviço de consultoria, organizações e associações públicas, laboratórios e institutos de P&D, além das universidades. O objetivo era discutir, definir e analisar prioridades estratégicas e rumos do Programa, decidindo sobre a melhor aplicação dos recursos e implementação de estudos e projetos. Finalizando, Verde (2000), considera que a partir da estrutura, organização e alocação de recursos, o PROCEL alcançou resultados positivos.

Os esforços do PROCEL têm sido grandes nos últimos anos, especialmente durante a crise de abastecimento ocorrida no ano de 2001, na tentativa de convencer e buscar aliados para a questão da eficiência energética. Segundo Verde (2000), grande parte dos resultados alcançados deve-se à acordos com fabricantes de motores elétricos, equipamentos eletrodomésticos e **iluminação**. A partir das mudanças estruturais do setor elétrico, com o novo marco regulatório o país passou a priorizar a implantação ordenada de projetos de conservação de energia elétrica por parte de um grupo de empresas concessionárias e distribuidoras.

Os resultados alcançados pelo PROCEL têm sido estimados em termos de economia anual de energia, expressos em GWh/ano, e na redução de demanda obtida durante o horário de ponta do sistema, expressa em MW retirado ou deslocado da ponta. Os indicadores da Figura 2 trazem alguns dos resultados obtidos pelo PROCEL, no período entre 1986-2004:

	1986 a 2000	2001	2002	2003	2004
Investimentos PROCEL (R\$ milhões) <sup>15</sup>	224,3	7,6	6,0	14,2	27,2
Investimentos RGR <sup>16</sup> (R\$ milhões)	337,3	13,6	36,0	25,1	54,0
Investimentos GEF <sup>17</sup> (R\$ milhões)	-	-	0,4	1,0	12,8
Investimentos Totais ( R\$ mil)	561,6	21,2	42,4	40,3	94,0
Energia Economizada (GWh/ano)	11.635	2.500	1.270	1.817	2.373
Usina Equivalente (MW)	2.692	600	305	436	569
Redução de Demanda na Ponta (MW)	3.181	690	309	453	622
Investimento Postergado (R\$ milhões)	5.194	2.113	1.339	2.007	2.492

**FIGURA 2 – RESULTADOS ANUAIS OBTIDOS PELO PROCEL ENTRE 1986-2004**  
 FONTE: PROCEL (2006)

Atualmente, são estabelecidas metas de redução de conservação de energia que segundo o PROCEL (2005), são consideradas no planejamento do setor elétrico as quais cabe destacar dentre as mais importantes:

- redução nas perdas técnicas das concessionárias;
- racionalização do uso da energia elétrica;
- aumento da eficiência energética em aparelhos elétricos.

<sup>15</sup> Refere-se somente aos recursos orçamentários do PROCEL em cada ano, não sendo considerados salários de pessoal ELETROBRÁS/PROCEL (PROCEL, 2006).

<sup>16</sup> Reserva Global de Reversão – RGR, fundo federal constituído recursos das concessionárias, proporcionais aos investimentos de cada uma delas. Utiliza, também, recursos de entidades internacionais (PROCEL, 2006)

<sup>17</sup> *Global Environment Facility* – GEF, agente financiador de projetos na área de eficiência energética.

Mantendo-se a estrutura atual de consumo e uso da energia, projeta-se uma necessidade de suprimento, em 2015, em torno de 780 TWh/ano. Diminuindo-se os desperdícios, estima-se uma redução anual de até 130 TWh - produção aproximada de duas usinas do porte de ITAIPU. Uma das metas do PROCEL tem sido a redução das perdas técnicas na transmissão e distribuição das concessionárias para um valor próximo aos 10% (PROCEL, 2006). De acordo com Jannuzzi (2002), o PROCEL passou por várias discontinuidades, tendo inclusive sido cogitada a sua extinção em meados de 1998. A crise de 2001, por sua vez, retomou a importância das iniciativas para o combate ao desperdício e o PROCEL passou a figurar como um importante agente mediador entre a indústria, as concessionárias e as atividades do setor público.

Neste sentido, o PROCEL vem instituindo vários programas como o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, uma iniciativa conjunta da ELETROBRÁS/PROCEL e da PETROBRÁS/CONPET; o Selo PROCEL, instrumento promocional concedido anualmente desde 1994 aos equipamentos que apresentam os melhores índices de eficiência energética dentro da sua categoria; o PROCEL-EDUCAÇÃO que abrange as escolas de nível fundamental, médio, técnicas de nível médio, instituições de ensino superior e outras atividades relacionadas a educação; o PROCEL NA INDÚSTRIA, que tem como foco a redução de perdas nos sistemas motrizes e que, segundo Poole et al. (2006), no período 2003-2004 dispunha de um orçamento de R\$ 6 milhões; o Programa PROCEL – EDIFICA, que prevê articulação entre diversas entidades das áreas governamental, tecnológica, econômica e de desenvolvimento, para promover a conservação e o uso eficiente da energia elétrica por meio do enfoque multisetorial; PROCEL nos Prédios Públicos, com o objetivo de implementar ações de sensibilização, capacitação, divulgação e parcerias com outros setores; o PROCEL SANEAR, com o uso eficiente de energia elétrica e gestão de águas em sistemas de saneamento ambiental; uso eficiente de recursos hídricos e a universalização dos serviços de saneamento ambiental.

Percebe-se que um cenário promissor em termos de eficiência energética está vinculado ao estabelecimento de políticas públicas que destaquem prioridades, metas e planos de ação. Apesar dos esforços do PROCEL e das campanhas publicitárias alertando quanto ao cuidado com o uso racional de recursos naturais (economia de água e de energia elétrica), entende-se que um ponto estratégico envolve a educação para o desenvolvimento da consciência na sociedade de que preservar o meio ambiente hoje é a garantia de sustentabilidade das gerações futuras.

### **Comissão de Conservação de Energia na Administração Federal - CCEAF**

O PROCEL iniciou suas ações de economia de energia em prédios públicos em 1997 e uma de suas importantes iniciativas foi a criação das Comissões Internas de Conservação de Energia - CICE, que foram implantadas em órgãos da administração federal cujo consumo anual de energia elétrica superasse 600 mil MWh/ano. Foram criadas pelo Decreto Presidencial nº 99.656 de 26 de outubro de 1990 e deveriam ser implantadas em órgãos de administração federal, seguindo as diretrizes do PROCEL. Para coordenar as ações das CICE's, foi instituída, por Decreto, em 22 de fevereiro de 1991 a Comissão de Conservação de Energia na Administração Federal – CCEAF, composta por diversos setores do Governo Federal; a Presidência da República; a Secretaria de Ciência e Tecnologia; a Secretaria de Energia; o PROCEL e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Secretaria-Executiva da CCEAF).

### **Programa Nacional de Racionalização da Produção e Uso de Energia – PROENERGIA e Grupo Executivo de Racionalização Energética - GERE**

O PROENERGIA foi criado pelo Decreto nº 99.250, de 11/05/90 para coordenar a ação governamental em conservação de energia, por intermédio do Grupo Executivo de Racionalização Energética – GERE, situado na Secretaria de Ciência e Tecnologia. No intuito de ampliar o escopo do PROCEL, o PROENERGIA tencionava atuar sobre todas as formas de energia do lado da demanda e da oferta, abrangendo o setor público e a iniciativa privada e articulando-se com outros programas setoriais similares em todo o território nacional. Dentre as prioridades verificadas, incluíram-se: a identificação de áreas críticas e de medidas de economia energética com boa relação custo-benefício, a promoção de ganhos de eficiência por avanço tecnológico e de produtos com maior valor agregado, e aplicação imediata, com o maior número possível de beneficiados, de práticas de uso racional de energia elétrica (MARTINS et al., 1999).

De acordo com os autores, foram realizados estudos para a proposição de normas e padrões de eficiência energética, assim como para a criação de legislação, programas de fomento e linhas de crédito para eficiência energética. O programa chegou a contar com 109 profissionais de 64 instituições participantes, envolvidos em grupos de trabalhos sobre os mais variados temas, destacando-se a racionalização do uso de energia em órgãos públicos, a comercialização de lâmpadas incandescentes eficientes, legislação normativa sobre índices de eficiência energética para novas

edificações dentre outros. Pode-se considerar como principal resultado concreto obtido pela atuação do GERE, a colocação no mercado nacional de lâmpadas incandescentes 10% mais econômicas. Em setembro de 1992, o programa mudou de orientação, com sua passagem para a esfera do MME, sob a responsabilidade do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético – DNDE, que definiu novas linhas estratégicas como eliminar desperdícios em curto prazo, aumento da eficiência de equipamentos, sistemas e processos produtivos e a promoção da cultura de racionalização energética permanente.

#### **2.2.4. A Lei de Eficiência Energética**

As discussões em torno da disponibilidade de energia têm levantado uma gama de oportunidades para o aumento da eficiência energética. Têm-se buscado priorizar um modelo energético capaz de garantir o suprimento necessário compatível com as necessidades de desenvolvimento, a um custo mínimo e respeitando-se, sobretudo, as restrições sociais e ambientais. Neste contexto, com o início da privatização das empresas concessionárias de distribuição de energia elétrica, foram necessários ajustes para reforçar a importância de políticas de uso racional de energia elétrica (HADDAD, 2002). Dentre os principais marcos legais institucionais, destacam-se:

- Lei nº 9.478, de 06 de agosto de 1997, que instituiu o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, destacando, dentre outras competências *“Promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do País”*;
- Decreto nº 2.335 de 06 de outubro de 1997, 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, pela resolução nº 334, autorizou as concessionárias de serviço público de energia elétrica a desenvolverem projetos visando à melhoria do fator de carga;
- em 19 de julho de 2000, a ANEEL, pela 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 pelo Presidente da República a Lei nº 9.991, que dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e

desenvolvimento em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica;

- Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que trata do estabelecimento dos níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados e comercializados no país. Cabe observar que motores elétricos e lâmpadas já foram regulamentados. Encontram-se atualmente em fase de regulamentação: refrigeradores, *freezers*, condicionadores de ar, fogões e aquecedores a gás;
- Lei nº 10.847, 2004, que autorizou a criação da EPE - Empresa de Pesquisa Energética, e definiu-lhe competência para:

Art. 4º (...)

XV – promover estudos e produzir informações para subsidiarem planos e programas de desenvolvimento energético ambientalmente sustentável, inclusive, de eficiência energética.

XVI – promover planos de metas voltadas para a utilização racional e conservação de energia, podendo estabelecer parcerias de cooperação para este fim.

A Lei de Eficiência Energética (nº 10.295 de 17 outubro de 2001) é, atualmente, o principal instrumento legal das ações governamentais. Projeta-se que, em longo prazo, a sua aplicação deverá melhorar o nível dos equipamentos consumidos pela população. A operacionalização é realizada por comitês técnicos formados por entidades como o CONPET, PROCEL, INMETRO, Centros de Pesquisas etc., que negociam com o governo e fabricantes os índices de eficiência energética dos produtos comercializados (SAUER, 2005). Inicialmente, a Lei de Eficiência Energética foi proposta apenas para o setor de eletricidade, mas já têm sua extensão para todos os segmentos de uso e produção de energia: “[...] o que já encaminhamos na área do CONPET com o Programa Etiquetagem de Fogões e Aquecedores e o programa que está sendo desenvolvido em relação aos automóveis leves, inserem-se perfeitamente dentro do espírito da Lei de Eficiência Energética [...]” (SAUER; VIEIRA; KIRSHINER 2006). A Lei visa promover avanços tecnológicos, e neste sentido já se verifica que os principais setores beneficiados são os de transporte, da construção civil, e a indústria. Na construção civil, destaca-se a construção de prédios inteligentes e eficientes com o aproveitamento de iluminação natural, sistemas de iluminação inteligentes, geração distribuída, elevadores eficientes e melhor isolamento térmico. A indústria tem contribuído, dentre outras soluções, com a utilização de sistemas de co-geração para

obtenção de calor e eletricidade, reduzindo e contribuindo para a redução de emissões de gases nocivos (CONPET, 2006).

### **2.2.5. Crise brasileira de abastecimento de energia elétrica no ano de 2001**

A despeito da reestruturação do setor elétrico ter obtido uma melhoria na ampliação do sistema de geração, em 2001 a crise de abastecimento de energia elétrica ocorreu e o racionamento foi decretado pelo governo. A insuficiência de investimentos no setor, a falta de planejamento, a escassez de chuvas com o conseqüente esvaziamento dos reservatórios das barragens, foram alguns dos principais eventos responsáveis pelo déficit energético. Para Oliveira (2006), o problema surgiu como decorrência do atraso de obras em construção (geração e transmissão) e da não implementação de novas usinas necessárias para equilibrar a oferta e demanda.

De acordo com Parentes<sup>18</sup> (2001), citado por Nassif (2006), as principais causas da crise foram problemas com contratos de reajuste de tarifas, o não deslanche do mercado atacadista de energia, indefinições regulatórias relacionadas à variação cambial do gás e empecilhos nos contratos com a PETROBRÁS, além da lentidão do processo de privatização no setor de energia. A despeito do governo não ter cumprido sua parte na garantia do fornecimento ininterrupto de energia elétrica, houve insuficiência de investimento privado, que estava associado à desconfiança dos agentes econômicos em se engajarem em novos projetos que não se concretizariam nem na proporção nem no tempo desejável para estes investidores (LEITE, 2006). Outros fatores que também justificaram a falta de investimentos são analisados na seqüência:

[...] desconhecer a rigidez orçamentária criada pela Constituição de 1998, que levou ao progressivo achatamento dos gastos em investimento, para abrir espaço para o pagamento de aposentarias e de outros direitos concedidos pela Carta sem a devida preocupação com o custeio dessas despesas (LOYOLA, 2006).

[...] o aumento dos investimentos em geração somente poderia ser financiado com mais endividamento, o que implicaria elevar o risco macroeconômico, além do que se poderia considerar razoável. É preciso considerar seriamente que a volta aos bons tempos do investimento estatal tornou-se impossível porque o mercado não estará disposto a voluntariamente aumentar seu crédito para o setor público (LOYOLA, 2006).

---

<sup>18</sup> Pedro Parente foi Ministro Chefe da Casa Civil no governo Fernando Henrique Cardoso. Fez esta declaração na abertura do Seminário Conservação de Energia daquele ano.

O não investimento da iniciativa privada em geração ocorreu especialmente pela falta de indicações construtivas e de iniciativas eficazes do governo federal, que não instalou em tempo o Conselho Nacional de Política Energética, previsto desde 1997, não estruturou políticas de longo prazo com definição de rumos para os órgãos da administração pública e para o setor privado, nem compatibilizou as diretrizes da regulamentação da eletricidade e do gás (LEITE, 2006). Outro indicativo para a falta de interesse do setor privado, foram às tarifas de geração, que se comparadas em dólares não eram atrativas, além da perspectiva de poder adquirir usinas já prontas durante o processo de privatização (ROSA; TOLMASQUIM; D'ARAÚJO, 2000).

Krüger (2001), aponta para a questão de que a geração de energia, a partir de usinas hidrelétricas, depende do ciclo das águas, isto é, de processos climáticos que regulam o ciclo de evaporação e precipitação das águas. Em decorrência de mudanças climáticas verificadas no planeta, especialmente desde 1990, instabilidades no ciclo das águas tem efeito direto na geração de energia por meio de hidrelétricas. Desta forma, períodos de seca prolongados, conduzem a níveis de reservatórios mais baixos, com prejuízos à geração de energia. O nível dos reservatórios, a partir da década de 1990, de acordo com Tolmasquim, Oliveira e Campos (2002) foi reduzido até o limite de 19%, e mesmo diante de todas as evidências de uma possível crise, o governo somente tomou por crítica a situação de abastecimento a partir de março/abril de 2001, quando decretou oficialmente o racionamento de energia elétrica.

Conforme Sauer, Vieira e Kirchner (2006), os reservatórios da região Sudeste representavam 68% da capacidade de armazenamento do país. Até o ano de 1993 verificou-se que mais de 95% de sua capacidade estava preenchida ao final do período chuvoso, em 2001 no mesmo período, encontravam-se abaixo de 34%

Há indícios de que, no período entre 1991 e 2001, a demanda de energia cresceu em média 4,1% ao ano, enquanto a oferta cresceu apenas 3,3%, sendo a defasagem acentuada a partir de 1995, superando os 10% acumulados da década. As chuvas dos dois últimos anos ficaram 12% e 5% abaixo da média histórica. Entretanto, tais oscilações ainda seriam gerenciáveis caso a operação do sistema de geração hidrelétrica fosse realizado de acordo com os fundamentos para os quais foi projetado, e cujos custos de construção e operação estavam sendo refletidos nas tarifas pagas pelos consumidores. Problemas com a transmissão agravaram a crise em andamento, e no fim do ano de 2000 e início de 2001, a água em excesso vertida em ITAIPU poderia ter aliviado a situação, possibilitando a economia nos demais reservatórios do Sudeste. A inviabilidade deu-se devido à terceira linha de transmissão

da UHE Itaipu com capacidade de transportar até 2 mil MW para o Sudeste ainda não estar concluída (SAUER; VIEIRA; KIRCHNER, 2006; NETO, 2007).

O Governo Federal, no intuito de minimizar os impactos do apagão, criou um plano de racionamento baseado em forte apelo à população e aumento de impostos e tarifas sobre o preço da eletricidade. Os consumidores foram prejudicados com a redução da confiabilidade dos serviços, ameaça permanente de racionamento, mudança forçada de padrões de consumo, além da atividade econômica que arcou com o estrangulamento do crescimento do país. Sobre este tema tem-se a seguinte consideração:

O impacto da mudança sistemática foi desigual para os diferentes extratos de consumo, afetando mais aqueles que consumiam até 30kWh e aqueles cujo consumo situava-se imediatamente acima do (novo) limite superior de consumo, pela perda total dos descontos (SAUER; VIEIRA; KIRCHNER, 2006, p.30).

Em resposta à criticada crise de suprimento de energia elétrica em andamento, o governo federal criou a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica - CGE, implantada pela Medida Provisória nº 2.147 em 15 de maio de 2001, cuja responsabilidade passaria pela gestão e superação do problema. Seu objetivo principal era propor e implementar medidas de natureza emergencial, em face da situação hidrológica crítica, para compatibilizar a demanda e a oferta, e evitar a interrupção do suprimento de energia elétrica. A CGE foi instalada na Presidência da República, sob a direção do Ministro-chefe da Casa Civil (TAVARES, 2003). Por sua vez, a Câmara criou o Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico<sup>19</sup>, cujos objetivos eram propor medidas de correção das disfuncionalidades correntes e aperfeiçoamentos para o novo modelo do setor elétrico.

De acordo com Sauer, Vieira e Kirshner (2006), o Comitê de Crise foi uma tentativa emergencial de administração da crise, que deveria minimizar os impactos macro e microeconômicos, entretanto, não foi capaz de redesenhar e executar as mudanças necessárias para reorganizar o setor elétrico brasileiro e o maior, senão o principal problema: a persistente indefinição sobre o marco regulatório. O plano emergencial divulgado em junho de 2001, repassou o custo da crise para os consumidores e possibilitou que os investidores do setor elétrico se beneficiassem com vantagens como socialização do risco cambial e outros benefícios vinculados à construção das usinas termoeletricas. Sobre este assunto tem-se a seguinte consideração:

---

<sup>19</sup> Instalado em 27/06/2001 – Resolução nº 18, 2001.

Outra concessão governamental foi determinar o aumento do valor normativo da geração, o que implicará novos aumentos da tarifa, já alta. A lógica é tornar os preços da eletricidade mais atrativos para o capital privado, não obstante inexistentem exigências quanto à contrapartida de investimentos privados, suficientes para garantir a qualidade e confiabilidade (SAUER, VIEIRA, KIRSHNER, 2006, p.33).

De acordo com Tolmasquim, Oliveira e Campos (2002), do ponto de vista dos consumidores, estes foram grandemente prejudicados não apenas pela redução da confiabilidade dos serviços e a mudança forçada nos padrões de consumo, mas, sobretudo, pelo valor das tarifas cobradas no ano de 2001<sup>20</sup>. Tais aumentos, segundo os autores, foram decorrentes de fatores como: 1) mudança dos critérios de enquadramento dos beneficiários de tarifas sociais, com redução do limite superior para desconto; 2) remoção da progressividade na concessão dos descontos, para consumos superiores ao limite de desconto; 3) redução do nível de desconto por classe de consumo residencial; 4) correções feitas por uma mistura de IGP-M e dólar. Para os autores, estas circunstâncias demonstraram que os consumidores arcaram com o custo do racionamento.

Um ano após a crise de abastecimento, a Confederação Nacional das Indústrias de São Paulo realizou uma pesquisa publicada na revista Sondagem Industrial com 1.159 pequenas e médias e 238 grandes empresas de todo o Brasil, no período de 27 de junho a 16 de julho de 2002 à qual seguem as principais conclusões:

- 37% entre as pequenas e médias empresas declararam ter reduzido o consumo de energia elétrica por unidade de produto e entre as grandes o percentual chegou a 41%;
- o aumento da eficiência no uso da energia elétrica foi mais freqüente nas regiões de racionamento mais intenso e inferior a 20% na região Sul;
- a compra de máquinas mais eficientes foi a medida adotada com mais freqüência em praticamente todos os setores;
- no Sul 64% das empresas afirmaram não ter sofrido maiores conseqüências, participação que cai para 29% na região Sudeste;

---

<sup>20</sup> A tarifa média residencial de 2001 (período janeiro à setembro) foi majorada em 131,5% em relação aos preços médios praticados em 1995. Os demais consumidores também tiveram aumentos acima da inflação, entre 25% e 30%, desde o início das privatizações em 1995 (TOLMASQUIM; OLIVEIRA; CAMPOS: 2002).

- para mais de 30% das empresas, independentemente do porte a crise não foi superada. Estas expectativas afetaram as decisões de investimento em eficiência energética e no uso de geração própria ou fontes alternativas.

Ao final de 2001 e início de 2002, iniciaram-se os procedimentos para finalizar o programa de racionamento, por meio de um acordo geral do setor, formalizado em dezembro de 2001 e instituído em 28 de fevereiro de 2002. Pelo Decreto nº 4.261 de 06/06/2002 a CGE foi extinta a partir de 30 de junho de 2002 e seu acervo documental transferido para a Câmara de Gestão do Setor Elétrico – CGSE, que por força do mesmo decreto, passou a integrar o Conselho Nacional de Política Energética (TAVARES, 2003). De acordo com Zimmermann (2006), algumas lições foram aprendidas com o racionamento de energia de 2001:

- há ainda um grande potencial de eficiência energética em todos os setores de consumo;
- é fundamental uma política de eficiência energética estruturada;
- consumidores residenciais (e alguns de outros segmentos de consumo, como prédios e serviços públicos, comércio etc.) não reduziram seu conforto na proporção da redução do consumo de energia;
- houve relativo impacto na economia em razão das restrições de consumo na indústria (relativos porque a redução pode ser gerenciada pelo consumidor).

Entende-se que a crise de 2001, independente de suas características econômicas e institucionais, alertou para a necessidade de introduzir novas fontes de energia primária na matriz energética nacional. Januzzi (2002) considera que parte significativa da redução do consumo verificada foi resultado da introdução de tecnologias mais eficientes, substituição de eletricidade por energia solar e gás (Gás Natural - GN e Gás Liquefeito de Petróleo - GLP) e também alterações nos padrões de comportamento do consumidor residencial.

#### **2.2.6. Eficiência Energética em Prédios Públicos**

O PROCEL iniciou suas ações de economia de energia em prédios públicos em 1997 e atualmente estão cadastradas junto ao programa 14.800 edificações. As unidades em âmbito federal, estadual e municipal devem promover a economia de energia, **a melhoria na qualidade dos sistemas de iluminação**, refrigeração e demais sistemas relevantes e a atualização tecnológica em seus laboratórios (PROCEL, 2006).

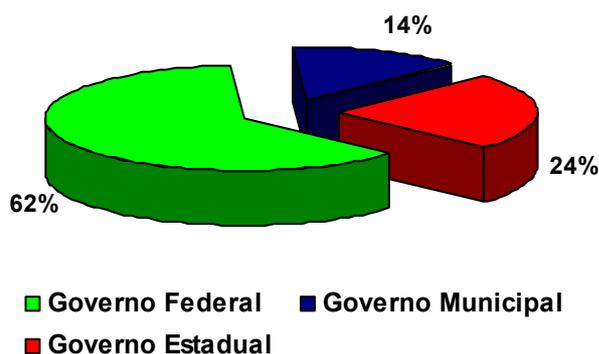
Os prédios públicos federais, atualmente presentes em todo território nacional, têm as mais diversas destinações de uso, incluindo residências, escritórios, hospitais, dentre outros. O controle e a gestão deste patrimônio cabe ao Ministério do Planejamento por intermédio de suas secretarias. É responsabilidade da Secretaria de Gestão atuar na elaboração, proposição, coordenação e apoio na execução de programas e projetos de reforma e modernização do aparelho do Estado, incluindo-se o programa proposto pelo PROCEL para efficientização em prédios públicos (NEXANT; VIBHAVA; RSC; 2006).

De acordo com o Sistema Integrado de Administração Financeira – SIAF (2006), o consumo de energia elétrica do poder público, somando-se Executivo, Legislativo e Judiciário, cresceu 47% nos últimos quatro anos, sendo em 2005 o maior aumento desse período. Sobre estes dados tem-se a seguinte consideração:

Para o pagamento do serviço, saíram dos cofres públicos R\$ 807 milhões no ano passado. O valor ultrapassa os R\$ 659,8 milhões referentes ao total de gastos do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, além de ser superior às aplicações do Ministério de Minas e Energia, que totalizaram R\$ 771,7 milhões (SIAFI, 2006).

[..] De 2002 a 2005, o total dos dispêndios com energia elétrica dos Três Poderes chegou a R\$ 2,5 bilhões [...] (SIAFI, 2006).

Segundo o Programa PROCELEFICIÊNCIA, as edificações públicas, considerando-se as esferas do governo federal estadual e municipal, representam aproximadamente 3,2% de toda a energia elétrica consumida no país (CELESC, 2007). Devido as características construtivas e padrões de uso destas edificações, dentre os maiores consumidores de energia destaca-se a iluminação de ambientes, onde PROCEL estima um potencial de economia em torno de 20% se ações de efficientização forem adotadas. Os resultados preliminares do Balanço Energético Nacional – BEN de 2006, indicam que o consumo final de energia elétrica no setor público e comercial foi de 89.583 GWh (Anexo–A), um incremento de 3,9% em relação ao ano de 2005, e 23% do total do consumo final de energia do país (MME, 2007). A concentração de prédios públicos do país mostrada na Figura 3, evidencia que 62% do total de edificações públicas são responsabilidade da administração pública federal (REDE CIDADES EFICIENTES, 2006).



**FIGURA 3 – CONCENTRAÇÃO DE PRÉDIOS PÚBLICOS DO PAÍS**  
 FONTE: REDES CIDADES EFICIENTES (2006)

Das 7.173 mil toneladas equivalentes de petróleo utilizadas no consumo de energia útil, o setor industrial participou com 44,2%, o setor de transportes absorveu 25,2%, o setor energético, 11,6%, o setor residencial, 9,0%, o setor agropecuário, 6,0%, o setor comercial, 2,5% e o **setor público, 1,5%** (COPEL, 2007). Estas relações são mostradas na Figura 4.

1000 tEP								
Fontes	Energético	Res.	Com.	Público	Agrop.	Transp.	Ind.	Total
Gás Natural	78	-	-	-	-	7	92	177
Carvão Mineral	-	-	-	-	-	-	2	2
Lenha	-	153	7	-	164	-	301	625
Cana	438	-	-	-	-	-	581	1019
Outras Fontes Primárias	15	-	-	-	-	-	1009	1024
Óleo Diesel	1	-	2	8	157	1104	18	1290
Óleo Combustível	67	-	2	-	-	212	259	540
Gasolina	-	-	-	-	-	297	-	297
GLP	1	227	12	-	6	-	18	264
Querosene	-	-	-	-	-	37	1	38
<b>Eletricidade</b>	<b>38</b>	<b>256</b>	<b>155</b>	<b>102</b>	<b>101</b>	-	<b>665</b>	<b>1317</b>
Carvão Vegetal	-	11	3	-	-	-	3	17
Alcoolefílico	-	-	-	-	-	152	-	152
Outras Fontes Secundárias	190	-	-	-	-	-	221	411
<b>TOTAL</b>	<b>828</b>	<b>647</b>	<b>181</b>	<b>110</b>	<b>428</b>	<b>1809</b>	<b>3170</b>	<b>7173</b>

**FIGURA 4 – CONSUMO FINAL DE ENERGIA ÚTIL POR SETOR NO ESTADO DO PARANÁ**  
 FONTE: COPEL (2007)

Nota: tEP – tonelada Equivalente de Petróleo

O Programa do PROCEL Eficiência Energética nos Prédios Públicos – EPP previu investimentos de aproximadamente 2 milhões de reais para o ano de 2006, em prédios que tenham a administração pública como gestora da unidade consumidora. Essas unidades devem promover a economia de energia, a melhoria na qualidade dos sistemas de iluminação e demais sistemas relevantes. Medidas técnicas e gerenciais de baixo investimento podem reduzir o consumo, que significa em termos de energia conservada uma economia de 1,4 TWh por ano (PROCEL, 2006).

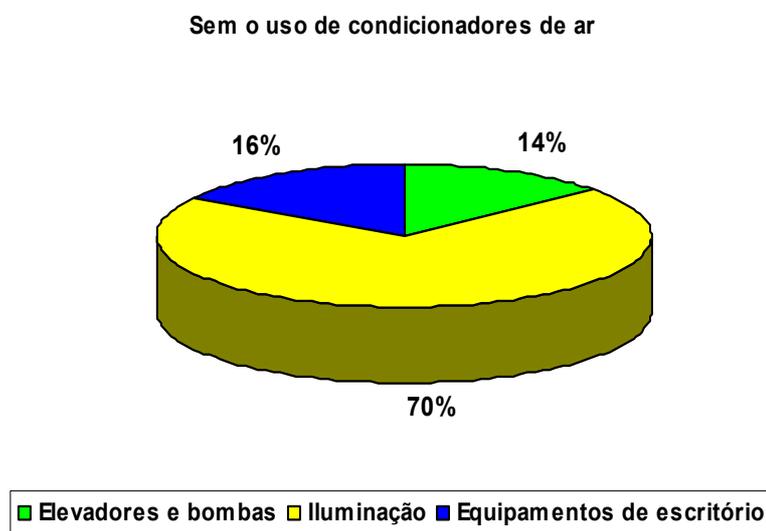
Segundo o Manual de Treinamento da CICE da CEMIG, estima-se que o custo operacional de um edifício (R\$/m<sup>2</sup>) ao longo de sua vida útil possa superar o custo de construção, de forma que a energia é um componente importante do custo total e varia em função de diversos fatores. O consumo de energia elétrica em prédios públicos está vinculado aos padrões tecnológicos e de eficiência energética dos diversos equipamentos, arquitetura, clima local, atividade a que se destina e não menos importante ao comportamento e grau de consciência dos usuários para o uso racional da energia elétrica.

As edificações públicas e comerciais são fortemente influenciadas pela maior densidade de usuários, equipamentos e lâmpadas que tendem a gerar sobreaquecimento dos ambientes. As características de consumo de um típico prédio público comercial, de acordo com a COPEL (2006), estão mostradas na Figura 5 e na Figura 6.



**FIGURA5 – CONSUMO TÍPICO DE UM PRÉDIO PÚBLICO COMERCIAL**  
FONTE: COPEL (2006)

Observa-se que nos prédios públicos onde é feito uso de climatização artificial, os condicionadores de ar podem consumir até 48% do total da energia elétrica gasta pela edificação e a iluminação é o segundo maior consumo por uso final da energia elétrica, respondendo por 24% do total dos gastos da eletricidade.



**FIGURA 6 – CONSUMO TÍPICO DE UM PRÉDIO PÚBLICO COMERCIAL**  
FONTE: COPEL (2006)

Nas edificações onde não há uso de climatização artificial, os gastos com energia elétrica destinados à iluminação podem alcançar 70% do valor total do consumo de energia, o que demonstra um grande potencial de economia com ações voltadas ao uso correto e racional na iluminação de ambientes.

O Manual de Treinamento das Cices da CEMIG traz uma lista de características comuns das edificações. A má utilização de energia elétrica em prédios públicos pode estar relacionada à:

- uso de lâmpadas incandescentes e fluorescentes;
- inexistência de seccionamento de circuitos de iluminação;
- manutenção deficiente do ar condicionado e iluminação;
- falta de equipamentos de monitoramento de energia;
- desconhecimento total de técnicas de controle energético;
- mudanças contínuas no *layout* das instalações prediais;
- falta de compromisso com as despesas energéticas.

Neste sentido, ações para maximizar o uso da energia elétrica são prioritárias sob as perspectivas técnica e econômica e se entende que os administradores de prédios públicos devam buscar maior aproximação com o PROCEL, e também a observância das recomendações mínimas, propostas pelo programa., que podem contribuir para minimizar os impactos negativos decorrentes do mau uso das instalações.

O governo brasileiro tem realizado algumas iniciativas isoladas com o objetivo de viabilizar a implementação da Eficiência Energética em prédios públicos, como exemplo pode-se citar:

- o Programa de Eficiência Energética na Esplanada dos Ministérios, no período de 1995 a 1998 que atuou em 17 edifícios da esplanada dos ministérios, proporcionando uma economia anual de R\$ 1.750.000,00, representando uma redução de 25% das despesas anuais com energia elétrica dos ministérios participantes;
- em 06 de janeiro de 2000, foi publicado o Decreto - Lei nº 3.330 que definiu meta de redução de consumo de energia elétrica, pelos órgãos públicos, no montante mínimo de 20% até dezembro de 2002.

De acordo com Magalhães (2001), as edificações públicas apresentam oportunidades significativas de redução de custos e de economia de energia elétrica pelo gerenciamento da instalação, adoção de equipamentos tecnologicamente mais eficientes, emprego da arquitetura bioclimática e conscientização dos usuários da edificação. Estimativas extraídas do Plano Nacional de Energia - PNE-2030 (EPE, 2007) indicam um potencial de eficiência energética para o setor público em torno de 1,6 TWh, correspondentes a R\$ 205 milhões em economia.

Iniciativas objetivando a economia de energia em prédios públicos devem ser precedidas da constituição de um programa interno de conservação de energia, que deverá ser iniciado com intensiva sensibilização dos usuários, passando ao uso do *marketing* interno e divulgação constante e maciça de dicas de economia. A atuação da alta administração é de grande relevância neste processo, cabendo-lhe estabelecer os papéis e objetivos claros para o programa, enfatizar sua importância, aprovar e estabelecer metas a serem atingidas no período e efetuar rigoroso acompanhamento.

Melhores resultados serão auferidos se a organização delegar a coordenação do Programa de Conservação de Energia a uma Comissão Interna de Conservação de

Energia – CICE. As CICE's foram instituídas na administração pública federal pelo Decreto 99.656 de 26 de outubro de 1990, e, embora dirigidas a prédios públicos federais, sua concepção aplica-se a todo tipo de edificação, seja ele federal, municipal, estadual e se for de interesse, da iniciativa privada (PROCEL, 2005).

Verifica-se também a falta de atualização e disponibilidade de dados referentes a resultados obtidos com a eficiência em prédios públicos. Razão disso, segundo a ELETROBRÁS (2006) são dificuldades em contratar estudos em função da burocracia das compras públicas e na obtenção junto a ANEEL das informações a respeito dos Prédios Públicos. Ademais, alguns dados são considerados confidenciais e a nova apresentação no Balanço Energético Nacional – BEN contribuiu para a alteração do detalhamento das informações.

### **2.2.7. Considerações gerais sobre a conservação e eficiência energética no Brasil**

O MME (2006) por meio do PNE 2030 aponta que os agentes de consumo foram receptivos às medidas de conservação, especialmente após o racionamento de 2001-2002, mas os estudos subseqüentes demonstram que ainda existe espaço para um potencial significativo de conservação. Segundo dados do PNE 2030, o valor total do montante de energia elétrica previsto a ser conservado até o ano de 2015, considerando-se que se efetivem ações e políticas com esse objetivo, corresponde a um consumo de 56.303 GWh, o que em termos de carga de energia que deixará de ser requerida das fontes de geração, equivale a aproximadamente 7.200 MW médios anuais.

A despeito das preocupações com o meio ambiente e, no caso brasileiro, a insegurança premente no suprimento de energia elétrica, algumas barreiras ainda impedem que as ações e políticas em andamento surtam os reais e necessários efeitos desejados. Dentre os principais obstáculos e barreiras ao avanço da conservação, apontados por Reis e Silveira (2000) destacam-se:

- barreiras técnicas e econômicas;
- barreiras relacionadas com os produtores, distribuidores e fabricantes de equipamentos;
- barreiras relacionadas com os consumidores;
- barreiras sociais, políticas e econômicas.

Na seqüência, se encontram descritas algumas das principais barreiras à eficiência energética de acordo com o EPE (2007):

- tecnológicas: os equipamentos eficientes precisam ter custos mais competitivos; existe uma clara defasagem na indústria nacional;
- culturais: existe uma tendência ao desperdício, as decisões de compra são baseadas no custo inicial e verifica-se uma falta de conhecimento das técnicas de uso eficiente dos equipamentos;
- econômicas: o preço da energia tende a crescer nos próximos anos, mas ainda assim constitui-se uma barreira a projetos de eficiência energética e o custo de capital para alguns projetos ainda é muito alto;
- institucionais: o mercado de eficiência energética é ainda muito imaturo e some-se a este fato que não existe uma única visão para a questão da eficiência entre usuário e construtor, por exemplo.

Na pesquisa de Poole et al. (2006), foi apontado por provedores especializados um *ranking* das principais barreiras à implementação de projetos de eficiência energética, conforme descrito na Figura 7.

Dificuldades de financiamento, elevadas taxas de juros	1
Consumidor acredita que pode ele mesmo executar o projeto	2
Consumidor não prioriza melhoramentos em eficiência energética	3
Processo de tomada de decisão do cliente é complexo	3
Pessoal responsável por Organização e Métodos sente-se ameaçado pelo provedor do serviço de eficiência energética	5
Baixa compreensão dos potenciais benefícios	6
Baixo custo da energia	6
Em geral, provedores de serviços têm baixa credibilidade.	8

**FIGURA 7 - PRINCIPAIS BARREIRAS À REALIZAÇÃO DE PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**  
 FONTE: POOLE et. al. (2006)

Segundo Sauer (2005), verifica-se que as “ações de eficiência energética, em geral na área de derivados de petróleo, de gás natural e de energia elétrica, sofrem um conjunto de barreiras que tem a ver com a própria natureza da ação e conservação”. Há de considerar-se que grupos empresariais interessados em resultados econômicos pressionam em favor da produção de montantes adicionais de energia, para tanto, disponibilizando mais pontos, o que não vai ao encontro das políticas para redução e racionalização do consumo de energia.

O desafio é buscar a convergência de todas as cadeias produtivas que envolvem o uso mais intenso de energia, de novas tecnologias, da consciência dos usuários e da disponibilidade de profissionais capazes de ter, nesta ação, um exercício relevante.

### 2.3. USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA E A ILUMINAÇÃO

Dados da pesquisa de Tupiassú e Pinho (2006) demonstraram que a utilização de energia elétrica tem crescido exponencialmente nos últimos anos. No período compreendido entre 1973 e 2000, a participação da eletricidade na utilização final de energia no mundo passou de 9,6% para 15,%. De acordo ainda com os autores, no Brasil, em 2002, a eletricidade participava com 15,8% da energia secundária, sendo que no setor público, 76% da energia consumida eram em eletricidade. Levando-se em conta que o metro quadrado de construção custa cerca de US\$ 250, e que para suprir esta mesma edificação em energia elétrica, o setor energético investe US\$ 400/m<sup>2</sup>, a iluminação converte-se num item relevante na análise e conseqüente tomada de decisão de investidores.

As edificações públicas apresentam oportunidades expressivas de redução de custos e economia de energia por meio do uso de produtos tecnologicamente mais eficientes e modernos, ações de conscientização de seus usuários ou ainda pela implantação de sistemas de gerenciamento da energia utilizada. A observância dos novos conceitos da arquitetura bioclimática e de eficiência energética, desde a fase de projeto das novas edificações e/ou nos de adequação de ambientes já existentes, contribuem para melhorar o desempenho técnico e econômico destas edificações (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

Neste sentido, vale exemplificar algumas iniciativas como o Programa para Uso Eficiente de Energia na USP - PURE e o convênio de cooperação técnica e financeira ocorrido em 2001 entre a Universidade Federal Fluminense – UFF e a Concessionária Ampla (RJ),

O Programa Permanente para Uso Eficiente de Energia Elétrica na USP – PURE, criado em 1997 pela portaria GR número 3062 (15/05/97), pode ser considerado um caso de sucesso no âmbito de propostas oriundas de órgãos públicos. Nascido da iniciativa de professores e pesquisadores do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas – PEA, Escola Politécnica da USP, inicialmente teve por objetivo, a compreensão entre professores e pesquisadores da não utilização e aproveitamento dos conceitos e ensinamentos propostos em sala de aula no que dizia respeito a conservação de energia. Diante disso, foi proposto o projeto de pesquisa à Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo - FAPESP, objetivando identificar potenciais brechas para a aplicação dos princípios da conservação de energia elétrica dentro da Universidade. Resultado desta primeira iniciativa foi o

primeiro diagnóstico sobre o uso de energia elétrica que embora parcial, permitiu chegar-se a potenciais de economia de energia de 20% em quase todas as instalações. Neste contexto o PURE implantou um conjunto de medidas visando promover a cultura, uso eficiente e racional da energia elétrica em todas as instalações da Universidade (PURE, 2007). A Figura 8 mostra o primeiro adesivo utilizado no *marketing* do programa:



**FIGURA 8 – ADESIVO UTILIZADO NA PRIMEIRA CAMPANHA DO PROJETO PURE**  
FONTE: PURE (2007)

O PURE de sua criação até a atualidade está comprometido com a implementação de ações de economia de energia e conscientização da comunidade universitária sobre a eficiência energética e a necessidade de se ter uma consciência ecológica e atenção no uso racional dos recursos da Universidade. Os atuais projetos na área de Gestão Energética da USP (PURE, 2007) são:

- SISGEN - sistema de monitoramento de uso de energia elétrica na Universidade;
- implementação de projetos para reformas de instalações das unidades;
- CONTALUZ - sistema web de armazenamento de dados de energia elétrica e gerenciamento de faturas;
- ações de aperfeiçoamento técnico de funcionários e de divulgação;
- ações que visam gerenciar os contratos de fornecimento de Energia;
- Multa Zero - projeto que visa eliminar multas das faturas de energia elétrica.

Outra fonte de *benchmarking* é o convênio de cooperação técnica e financeira ocorrido em 2001 entre a Universidade Federal Fluminense – UFF e a concessionária Ampla (RJ), onde foi sinalizada como uma das principais oportunidades de economia de energia elétrica naquela edificação, a substituição do sistema de iluminação por

alternativa mais eficiente (MONTEIRO, 2005). Apesar das questões econômicas e financeiras, a iluminação é uma variável importante a ser analisada, dado que “[...] o bem estar subjetivo e a condição emocional das pessoas que trabalham em escritórios, são influenciadas pela luz artificial” (DEHOFF, 2006, p.70). Dentre os resultados e benefícios alcançados com o projeto da UFF, verificou-se: “[...] melhoria do desempenho dos alunos e professores, decorrente da adequação do nível de iluminação ao estabelecido pela norma e da redução do ruído de fundo, devido à troca de reatores convencionais por reatores eletrônicos” (MONTEIRO, 2005, p.74).

### **2.3.1. Considerações Gerais Sobre Sistemas de Iluminação Artificial**

A preocupação com o uso racional e eficiente da energia elétrica tem tomado cada vez mais espaço nas discussões dos problemas estruturais do país. Alvarez (1998) afirma que comumente os gestores das edificações públicas incorrem no erro de escolher um sistema de iluminação considerando apenas seu custo inicial, ignorando as análises econômicas, os custos relacionados com o consumo de energia elétrica, substituição, manutenção e especialmente a perda ou redução de produtividade dos usuários destes ambientes. O Manual de Eficiência Energética na Indústria da Companhia Paranaense de Energia - COPEL (2005), descreve que um sistema de iluminação depende essencialmente de cuidados que se iniciam no projeto elétrico e que envolvem informações gerais sobre luminárias, perfil de utilização, tipo de atividade a ser exercida no local, dentre outras. Os novos projetos de iluminação, segundo a COPEL (2005), devem considerar os pontos abaixo relacionados, para obtenção de maior eficiência luminosa<sup>21</sup>:

- máximo aproveitamento da luz natural e determinação de áreas efetivas de utilização;
- nível de iluminação adequado ao trabalho solicitado, conforme recomenda a Norma Brasileira NBR-5413 Iluminância de Interiores;
- circuitos independentes para utilização de iluminação parcial e por setores;
- iluminação localizada em pontos especiais como: máquinas operatrizes ou pranchetas de desenho;
- sistemas que permitam desviar o calor gerado pela iluminação para fora do ambiente, visando reduzir a carga térmica dos condicionadores de ar;

---

<sup>21</sup> É a relação entre a quantidade de lumens produzidos por uma lâmpada e a potência (watts) da lâmpada (COPEL, 2005).

- **seleção cuidadosa de lâmpadas e luminárias, buscando conforto visual com mínima carga térmica ambiental;**
- utilização de relés fotoelétricos para controlar o número de lâmpadas acesas, em função da luz natural no local.

Com respeito ao desempenho e ao conforto visual, a iluminação melhora a produtividade, evitando baixa velocidade e falta de precisão no trabalho, cansaço dos funcionários e a redução da motivação. Entenda-se por conforto visual:

[...] a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais, com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes (LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 1997, p.44).

Observa-se um número crescente de estudos que relacionam a influência da iluminação sobre o bem estar dos trabalhadores, com destaque para as pesquisas sobre ergonomia que, dentre outros quesitos, chamam a atenção para a variável iluminação. A boa iluminação deve possuir um conjunto de atributos como direcionamento adequado, intensidade suficiente sobre o local de trabalho e proporcionar boa definição de cores e ausência de ofuscamento (LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 1997). Estas características é que permitirão o desenvolvimento das tarefas visuais com maior eficiência e produtividade. A correta determinação da iluminação do ambiente de trabalho não é apenas fator fundamental para a execução das atividades visuais, mas fator de decisão no investimento de recursos na melhoria do ambiente de trabalho (SILVA et al., 2006).

O nível de iluminância ideal está diretamente relacionado com o tipo de tarefa visual e com a idade do usuário. Para tanto, a Norma Brasileira de Iluminância de Interiores – NBR 5413 possibilita a determinação destes valores com base em três variáveis: acuidade visual do observador, velocidade e precisão requerida no trabalho e condições de refletância da tarefa. A Figura 9 relaciona os valores de referência que deveriam ser consultados e utilizados pelos projetistas. Tais valores de iluminância referenciados são classificados em: mínimo, médio e máximo para três faixas de atividades, A, B e C, cada uma, subdivididas em três níveis, que complementados com as referências da Figura 10, auxiliarão o projetista no cálculo ponderado das variáveis que determinarão a escolha da iluminância mínima, média ou máxima para cada ambiente.

FAIXA	ILUMINÂNCIA (LUX)	TIPO DE ATIVIDADE	
<b>A</b>  Iluminação geral para áreas usadas ininterruptamente ou com tarefas visuais simples.	20	Áreas públicas com arredores escuros	
	30		
	50		
	50	Orientações simples para permanência curta	
	75		
	100		
<b>B</b>  Iluminação geral para Área de trabalho	100	Recintos não utilizados para trabalho contínuo, depósitos.	
	150		
	200		
	200	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios.	
	300		
	500		
<b>C</b>  Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis.	500	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios	
	750		
	1.000		
<b>C</b>  Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis.	1.000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.	
	1.500		
	2.000		
	<b>C</b>  Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis.	2.000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de pequeno tamanho.
		3.000	
		5.000	
	<b>C</b>  Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis.	5.000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica.
		7.500	
		10.000	
10.000		Tarefas visuais muito especiais, cirurgia.	
15.000			
20.000			

**FIGURA 9 – ILUMINÂNCIAS PARA CADA GRUPO DE TAREFAS VISUAIS**  
 FONTE: NBR 5413 (1982)

Cabe observar que os valores recomendados em manuais, normas técnicas, informações de fabricantes de equipamentos de iluminação e publicações científicas, variam entre si, cabendo ao projetista o bom senso na especificação do nível de iluminação dentro das faixas recomendadas. Tal uso de critérios sem embasamento técnico e escolhas incoerentes pode incorrer em riscos de projetos mal dimensionados com prejuízo ao usuário do local de trabalho e aumento do consumo de energia elétrica.

Características da tarefa e do observador	PESO		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa <sup>22</sup>	Superior a 70%	30% a 70%	Inferior a 30%

**FIGURA 10 – FATORES DETERMINANTES DA ILUMINAÇÃO ADEQUADA**  
 FONTE: NBR 5413 (1982)

<sup>22</sup> Refletância: relação entre o fluxo luminoso refletido e o fluxo luminoso incidente sobre a superfície. É medida geralmente em porcentagem (COPEL, 2005)

### 2.3.2. Sistemas de Iluminação Artificial

Um projeto de iluminação deve considerar, criteriosamente, as componentes de luz natural como as janelas e os recursos artificiais a serem utilizados, tais como lâmpadas, luminárias, reatores, sistemas de controle e acessórios, observando-se padrões de qualidade, a tecnologia empregada e os atuais selos de certificação emitidos pelo PROCEL para equipamentos considerados eficientes. Um projeto luminotécnico poderia ser resumido em:

- escolha de lâmpadas e luminárias adequadas;
- cálculo da quantidade de luminárias;
- disposição das luminárias no recinto e cálculo da viabilidade econômica.

Com respeito ao uso de novas tecnologias, produtos certificados com o Selo PROCEL têm ganhado projeção por representarem racionalidade quanto ao uso da energia elétrica. O **Selo Procel** abrange os equipamentos que apresentam os melhores índices de eficiência energética dentro da sua categoria e também tem por finalidade estimular a fabricação nacional de produtos mais eficientes no item economia de energia elétrica e orientar consumidores no ato da compra a adquirirem equipamentos que apresentem melhores níveis de eficiência energética.

O PROCEL concede o chamado **Selo Verde** a vários equipamentos tais como lâmpadas, refrigeradores, reatores e outros, e atualmente estuda a viabilidade de conceder o selo a outros produtos como bombas centrífugas, ventiladores de teto, dentre outros. No caso particular das lâmpadas, o PROCEL instituiu o **Selo Procel Inmetro de Desempenho**, que deve estar sempre afixado às lâmpadas eficientes, conforme demonstrado na Figura 11.

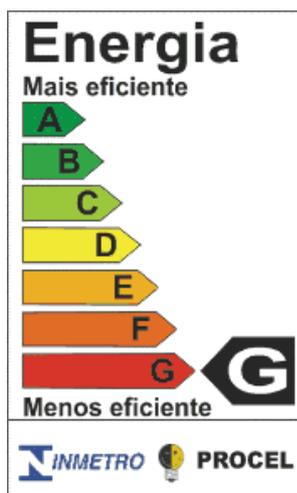


FIGURA 11 - SELO PROCEL INMETRO DE DESEMPENHO  
FONTE: PROCEL (2005, p.21)

O Selo PROCEL Inmetro de Desempenho é concedido, anualmente, desde novembro de 1998, aos produtos nacionais ou estrangeiros, etiquetados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE desde que atendam aos níveis mínimos de eficiência e qualidade definidos pelo programa (PROCEL, 2006).

Em 1984, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, iniciou a discussão com a sociedade sobre o tema eficiência energética, com a finalidade de racionalizar o uso dos diversos tipos de energia no país. Uma das maneiras foi informar os consumidores sobre a eficiência energética de cada produto, estimulando-os a fazer compras conscientes e econômicas. O Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE é decorrente do Protocolo firmado em 1984 entre o então Ministério da Indústria e do Comércio e a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE, com a interveniência do MME atualmente existem 22 programas de etiquetagem, e a previsão do desenvolvimento de mais 20 programas para os próximos anos. O Programa de Conservação de Energia atua por meio de etiquetas informativas, com o objetivo de alertar o consumidor quanto a eficiência energética de alguns dos principais eletrodomésticos nacionais. De acordo com o INMETRO (2007) o principal objetivo do programa é “[...] através de etiquetas informativas, alertar o consumidor quanto a eficiência energética de alguns dos principais eletrodomésticos nacionais”.

Para cada linha de itens certificados o INMETRO dispõe de etiqueta própria, só mudando as características técnicas de cada produto. As letras constantes nas etiquetas indicam a respectiva eficiência energética. Por exemplo, um produto com a etiqueta com a letra A é mais eficiente que um com a letra C. No caso das lâmpadas a etiqueta garante que a eficiência energética já foi testada em laboratório e o fabricante devidamente certificado pelo período de um no. A Figura 12 ilustra um modelo de etiqueta para lâmpadas de num produto certificado. Fica disponível na Internet no *site* do INMETRO, tabelas que relacionam todos os produtos aprovados no PBE e que, estão autorizados a ostentar a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE. Segundo o INMETRO (2007) as tabelas são atualizadas periodicamente e representam o estágio atual em termos de consumo de energia e/ou de eficiência energética dos diversos produtos enfocados. As informações são de responsabilidade dos fabricantes e encontram-se à disposição dos usuários/consumidores como fonte de orientação e auxílio na escolha do melhor produto em termos de consumo elétrico e/ou eficiência energética.



**FIGURA 12 – ETIQUETA PARA LÂMPADAS**  
FONTE: INMETRO (2007)

O INMETRO, que de forma voluntária, vinha estabelecendo programas de etiquetagem, passou a ter a responsabilidade de estabelecer programas de avaliação da conformidade compulsórios na área de desempenho energético, passando a desempenhar papel fundamental na implementação da Lei de Eficiência Energética. Destaca-se a importância da ELETROBRÁS e da PETROBRÁS como parceiros estratégicos na promoção da eficiência energética como a melhor forma de consumo racional e econômico (INMETRO, 2007).

Como resultado desta iniciativa, percebe-se que os fabricantes têm investido na melhoria contínua e no desenvolvimento de produtos que se enquadrem dentro das exigências do INMETRO e PROCEL e, simultaneamente, respondam aos desejos dos consumidores. Cabe ressaltar o investimento de US\$ 2,1 milhões, realizado pela ELETROBRÁS/PROCEL, com recursos do *Global Environment Facility* – GEF e do Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, na ampliação da infra-estrutura de cinco laboratórios. Esta iniciativa possibilitará o início dos trabalhos para a concessão da etiquetagem e do Selo Procel para luminárias (PROCEL, 2006).

## **LÂMPADAS**

Após a descoberta da eletricidade e a invenção da lâmpada, a iluminação artificial se tornou inseparável da edificação, dados os benefícios decorrentes como o aumento da produtividade e extensão das horas de lazer. Da lâmpada romana em terracota as atuais tecnologias a LED, o maior desafio dos projetistas de iluminação é o emprego eficiente da luz artificial. “[...] iluminação é para pessoas e não para a edificação” (RODRIGUES, 2005 p.10). Atualmente existem diferentes tipos de lâmpadas com as mais variadas aplicações para uso em edificações residenciais, comerciais, iluminação externa dentre outras. Lamberts, Dutra e Pereira (1997), classificam as lâmpadas em dois grupos: a) irradiação por efeito térmico: as lâmpadas incandescentes; b) descarga em gases de vapores, fluorescentes, vapor de mercúrio, de sódio etc.

### **Lâmpadas Incandescentes**

A lâmpada incandescente comum é o modelo mais simples e ainda o mais utilizado dentre os disponíveis no mercado. Sua vida útil é curta, cerca de 1.000 horas, apresenta baixas eficiências energética e luminosa, apresentando-se em bulbos claros ou leitosos e é de baixo custo o que a torna um produto popular. A grande vantagem no uso deste tipo de lâmpada é que dispensa o uso de aparelhagem auxiliar (exceto os modelos de lâmpadas halógenas) e seu tamanho é reduzido. De acordo com Dias (2005), a lâmpada incandescente foi concebida no final do século XIX e emitia uma luz branca de tom levemente amarelado. Seu princípio de funcionamento é produzir luz pela elevação da temperatura de um filamento, na maioria das vezes o tungstênio, ao ser submetido à corrente elétrica (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997). Este tipo de lâmpada é comumente utilizado em edificações residenciais e comerciais

Os fabricantes têm tido a preocupação de melhorá-las tecnologicamente, investindo no aumento da vida útil. Uma lâmpada convencional de 100 Watts pode ser substituída por uma lâmpada econômica especial de 90 Watts sem prejuízo do nível de iluminância (COPEL, 2005). As lâmpadas incandescentes espelhadas possuem um refletor interno para melhorar o direcionamento da luz, funcionando a área espelhada, como uma espécie de luminária. “O refletor pode ter um perfil parabólico ou elíptico, sendo este último especialmente importante quando a lâmpada está embutida numa luminária de corpo profundo e aletas antiofuscentes” (LAMBERTS, DUTRA; PEREIRA, 1997, p.76).

A lâmpada halógena é uma lâmpada incandescente na qual é substituída a atmosfera no interior do bulbo por um elemento halógeno, quase sempre o iodo. Possui luz branca e brilhante, que possibilita realçar as cores e os objetos, com eficiência energética maior em relação às lâmpadas incandescentes comuns. Sua característica construtiva permite uma redução do seu tamanho (cerca de 10 a 100 vezes) se comparada às similares convencionais. Em termos de economia, oferece mais luz com potência menor ou igual à das incandescentes comuns. Sua eficiência é da ordem de 15lm/W a 24lm/W e sua vida útil é mais longa, variando entre 2.000 e 4.000 horas. São lâmpadas de 12V que necessitam de transformadores para uso na rede elétrica. As lâmpadas halógenas emitem mais radiação ultravioleta que as lâmpadas incandescentes normais, entretanto, os níveis presentes são inferiores aos da luz solar, de modo que não causam risco à saúde se não houver exposição prolongada de partes sensíveis do corpo (KAISER, 2006).

### **Lâmpadas de Descarga Gasosa**

As lâmpadas de descarga gasosa podem ser utilizadas em edificações comerciais e residenciais, basicamente lâmpadas fluorescentes comuns, as compactas e as lâmpadas de vapor de mercúrio.

A luz é produzida pela radiação emitida pela descarga elétrica, através de uma mistura gasosa composta de gás(es) inerte(s) e vapor(es) metálico(s). A mistura gasosa encontra-se confinada em um invólucro translúcido (tubo de descarga) em cujas extremidades encontram-se inseridos eletrodos (hastes metálicas ou filamentos) que formam a interface entre a descarga e o circuito elétrico de alimentação (KAISER, 2006 p.313).

De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (1997), devido ao seu princípio de funcionamento, estas lâmpadas necessitam de dispositivos auxiliares, como reatores e *starters*<sup>23</sup>. Apresentam também algumas desvantagens como o efeito estroboscópico<sup>24</sup> que se produz em razão de as lâmpadas piscarem na mesma frequência da tensão de alimentação (60 Hz). As lâmpadas de descarga podem ser ainda classificadas pela pressão interior do tubo com a lâmpada em funcionamento, basicamente as lâmpadas de descarga de baixa pressão e as de descarga de alta pressão.

---

<sup>23</sup> *Starter* é um dispositivo que funciona como um interruptor automático, fechando o circuito de preaquecimento dos filamentos nos eletrodos da lâmpada fluorescente. Assim que o gás é ionizado e a lâmpada dá a partida, o *starter* abre, deixando de alimentar os filamentos da lâmpada (COPEL, 2005).

<sup>24</sup> Alteração da velocidade de um objeto devido à visão ou à fotografia intermitente de uma sucessão de objetos exatamente iguais que causa uma tremulação na tela.

Atualmente pode-se encontrar uma melhor qualidade do gás e do revestimento no interior destas lâmpadas, o que resulta em melhoria na reprodução das cores, na redução do tamanho das lâmpadas e em técnicas eficientes de economia de energia.

### Lâmpadas Fluorescentes

Data do período de 1940 o aparecimento das primeiras lâmpadas fluorescentes também conhecidas no mercado como lâmpada tubular fluorescente. Tal nomenclatura advém da geometria do seu tubo de descarga sendo utilizada em praticamente todos os campos da iluminação (HENDERSON; MASDEN, 1972). A lâmpada fluorescente utiliza descarga elétrica através de gás e consiste num bulbo cilíndrico de vidro revestido de material fluorescente (cristais de fósforo), contendo vapor de mercúrio à baixa pressão em seu interior e em suas extremidades eletrodos de tungstênio. Seu funcionamento depende de equipamentos auxiliares como um reator, cuja finalidade é fornecer alta voltagem inicial para iniciar a descarga de forma rápida e limitar a corrente para manter a descarga em segurança; e um *starter* que tem a finalidade de ligar e desligar os eletrodos, no caso de reatores de partida convencional. Com respeito à irradiação de cores, pode ser encontrada em diversas tonalidades, dependendo do fabricante e da finalidade de uso.

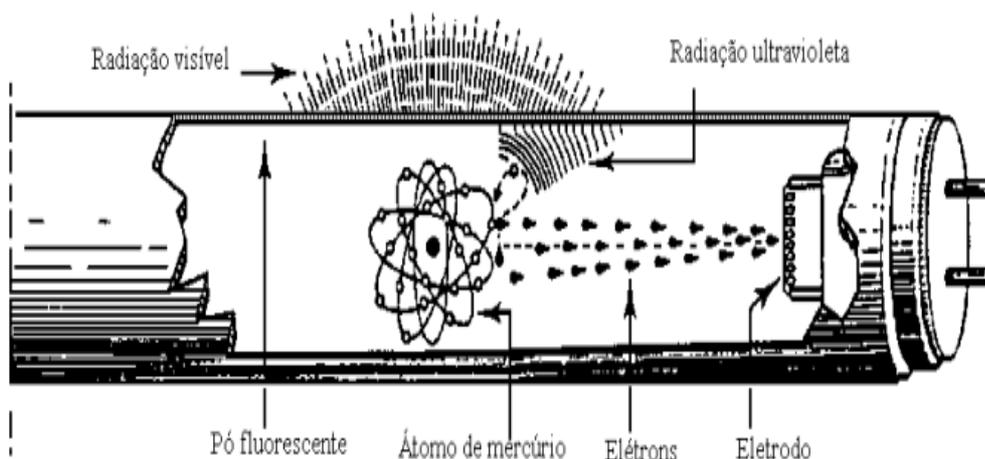
As lâmpadas fluorescentes disponíveis no mercado utilizam bulbos de vidro transparente, designados pela letra T (de tubular) seguida de um número que indica seu diâmetro máximo em oitavo de polegadas. No geral as lâmpadas fluorescentes possuem boa eficiência luminosa e maior vida útil média se comparada às lâmpadas incandescentes conforme observado na Figura 13. A baixa luminância configura-se como vantagem, pois reduz o ofuscamento (KAISER, 2006).

MODELO	POTÊNCIA	DIÂMETRO	CONSUMO
T-8	16 e 32 W	26 mm	80%
Fluorescente comum T-12	20 e 40W	38 mm	100%

**FIGURA 13 – COMPARAÇÃO ENTRE LÂMPADAS FLUORESCENTES COMUNS E T8**  
 FONTE: ADAPTADO DE LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA (1997, p.78)

As principais vantagens das lâmpadas T-8 é uma potência entre 20% e 30% respectivamente menor para reproduzir o mesmo nível de luminância. O seu menor volume resulta em melhor estética e numa reprodução de cores satisfatória, com menor obstáculo à reflexão das luminárias.

A Figura 14 ilustra um esquema de estrutura interna e o princípio de funcionamento de uma lâmpada fluorescente tubular.



**FIGURA 14 – ESTRUTURA INTERNA DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE**  
 FONTE: KAISER (2006, p.315)

A Figura 15 apresenta algumas importantes características de lâmpadas fluorescentes e incandescentes. Observa-se que as lâmpadas fluorescentes são aproximadamente 6.000 vezes mais eficientes que as incandescentes e apresentam vida útil 8 vezes superior às incandescentes. O índice de reprodução de cores, no entanto, permanece inferior se comparado às lâmpadas incandescentes, o que não a descaracteriza como produto eficiente. Cabe observar que a eficiência luminosa das lâmpadas fluorescentes é cerca seis vezes maior em relação às incandescentes.

TIPO DE LÂMPADA	FLUORESCENTES		INCANDESCENTES	
	T-12	T-8		
Potência (W)	40	36	60	100
Fluxo luminoso (lm)	3150	3275	730	1380
Eficiência luminosa lm/W	78,7	90,9	12	13,8
Vida útil (h)	8000	8000	1000	1000
Índice reprodução de cores	62	82	100	100

**FIGURA 15 – CARACTERÍSTICAS DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES E INCANDESCENTES**  
 FONTE: KAISER (2006, p.317)

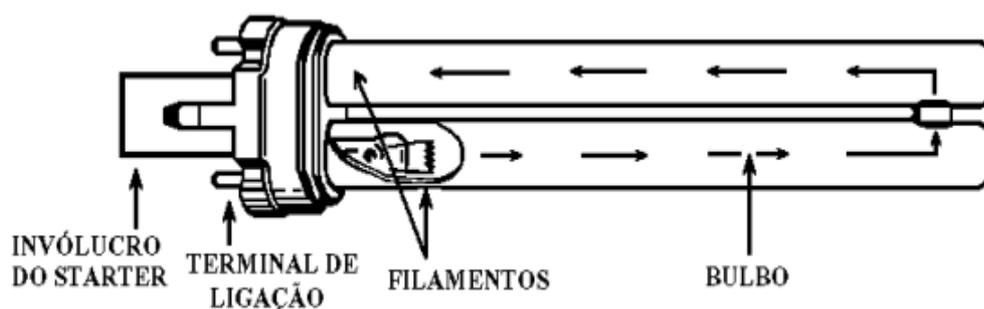
As lâmpadas fluorescentes podem ser utilizadas em edificações comerciais, industriais e residenciais, podendo também ser empregadas na iluminação de interiores. Não oferecem riscos à saúde, dado que a quase totalidade da radiação ultravioleta emitida pela descarga é absorvida pelo pó fluorescente e pelo vidro do tubo descarga (KAISER, 2006).

## Lâmpadas Fluorescentes Compactas

As fluorescentes compactas possuem baixa potência (5 a 36 W) e podem ser utilizadas em diversas situações onde tradicionalmente utilizam-se lâmpadas incandescentes. São compostas basicamente por um pequeno bulbo fluorescente, com comprimento variando entre 104mm a 234mm, possuindo em alguns modelos os dispositivos de partida (reatores e *starters*) incorporados ao seu invólucro compacto. Estas lâmpadas têm uma vida útil estimada em 5.000 horas e podem ser encontradas no mercado basicamente em quatro formatos:

- forma circular com diâmetro padrão (26mm), com *starter* e reator incorporado;
- forma compacta com dois ou mais tubos paralelos interconectados, com *starter* e reator incorporados;
- forma compacta com invólucro adicional, com reator e *starter* incorporados;
- forma compacta com dois ou mais tubos paralelos interconectados, sem dispositivos de partida incorporados.

A Figura 16 ilustra uma lâmpada fluorescente compacta com dois tubos independentes, mostrando um de seus filamentos e o percurso de descarga no seu interior.



**FIGURA 16 – LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA COM STARTER**  
 FONTE: KAISER (2006, p.318)

A Figura 17 mostra uma comparação entre as lâmpadas fluorescentes compactas e as incandescentes. Aquelas, por serem lâmpadas de descarga, chegam a poupar até 80% da energia. Essas lâmpadas só são realmente econômicas quando têm uma vida útil mais longa.

Assim, deve-se analisar na hora da compra, qual sua durabilidade em horas, posto que existem lâmpadas compactas, especialmente as eletrônicas de uso doméstico, com vida útil de 15.000 horas até inexpressivas 3.000 horas. Lâmpadas com menos de 5.000 horas de vida útil não chegam a ser economicamente viáveis (OSRAM, 2006).

<b>LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS</b> Reator integrado (com base E27)			<b>LÂMPADAS INCANDESCENTES</b>	
Potência Lâmpada (Watt)	Potência total (incluindo reator/(Watt)	Fluxo Luminoso (lúmen)	Potência (Watt)	Fluxo Luminoso (lúmen)
5	10	250	25	220
7	11	400	40	470
9	12	600	60	780
11	14	900	75	980
13	17	900	75	980
23	27	2700	100	1620

**FIGURA 17 – LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS VERSUS INCANDESCENTES**  
FONTE: COPEL (2005 p. 48)

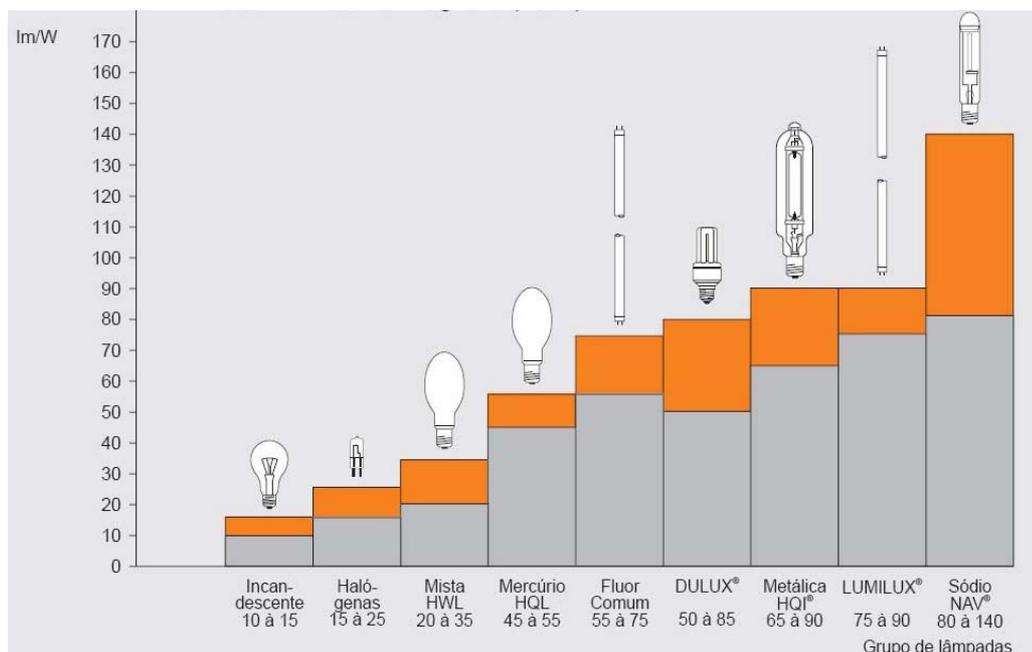
Dentre as lâmpadas de descarga, existem modelos cujas principais características e aplicações, com base nas descrições de Lamberts; Dutra e Pereira (1997) e adaptado da COPEL (2005) estão na seqüência relacionadas:

- vapor de mercúrio: operam como as fluorescentes por meio de descarga elétrica numa mistura de vapor de mercúrio com pequena quantidade de argônio, atingindo altas pressões internas durante o funcionamento. Necessitam para seu funcionamento de um reator e, em alguns casos, de ignitor. Possuem vida útil estimada em 6.000 a 9.000 horas, luminância média, pequeno volume e boa eficiência luminosa, (45 a 65 lm/W), a luz tem aparência branco-azulada, além de serem oferecidas em potências elevadas. São recomendadas para uso na iluminação pública, pátios, estacionamentos, áreas livres, depósitos e ambientes que não requeiram excelência no grau de reprodução de cores. Como desvantagens, podem-se considerar seu alto custo inicial e o tempo longo para atingir o fluxo luminoso máximo;
- multivapor metálico: lâmpadas de mercúrio à alta pressão, que emitem luz branco-prateada e têm melhor reprodução de cores em relação à lâmpada de mercúrio comum, com maior eficiência luminosa. Também requerem equipamentos auxiliares tais como um reator e ignitor. São utilizadas em auditórios e iluminação de exteriores tais como monumentos, vias rápidas, pontes, viadutos, túneis e outros do gênero;
- lâmpada mista: é composta de um tubo de descarga a vapor de mercúrio, conectada em série com um filamento de tungstênio, ambos encapsulados por um bulbo ovóide recoberto internamente com uma cama de ítrio. Podem

ser alojadas em luminárias próprias para lâmpadas incandescentes e, comparadas com estas, apresentam eficiência luminosa superior e vida útil média mais longa. São recomendadas para uso em ambientes internos e externos. Importante consideração: só operam na tensão de 220 Volts;

- vapor de sódio à alta pressão: consiste de um tubo de descarga de óxido de alumínio, sintetizado, contendo sódio a alta pressão, encapsulado por um bulbo tubular ou ovóide recoberto por uma camada de pó difusor. Dependem da utilização de um sistema externo de ignição, embora alguns modelos mais modernos o dispensem. Uma de suas desvantagens é que levam de cinco a oito minutos para atingir 80% de seu fluxo luminoso máximo. Têm vida longa média de 6.000 a 9.000 horas e altíssima eficiência luminosa.

Com respeito à eficiência luminosa, as lâmpadas se diferenciam não só por diferentes fluxos luminosos que irradiam, mas também pelas diferentes potências que consomem. A Figura 18 mostra a eficiência luminosa (lm/W) de um grupo de lâmpadas dos quais alguns modelos foram anteriormente descritos:



**FIGURA 18 – EFICIÊNCIA LUMINOSA (lm/W)**  
**FONTE: OSRAM (2006, p. 5)**

Observa-se que tem crescido a preocupação com a eficiência energética dos produtos não apenas em cumprimento as exigências do Programa de Etiquetagem, mas, sobretudo, pela imagem que procuram passar ao mercado consumidor. A

competitividade está alicerçada não apenas em preços mais baixos, mas em produtos sustentáveis, seguros e ambientalmente corretos.

Uma lâmpada fluorescente, enquanto estiver intacta, não oferece risco. No entanto, se rompida, liberará vapor de mercúrio, que pode contaminar pelos pulmões quem a manuseia. No caso de rompimento, o mercúrio existente em seu interior (da ordem de 20mg) é liberado sob a forma de vapor, por um período de tempo que varia em função da temperatura do ambiente e que pode se estender por várias semanas. O impacto sobre o meio ambiente causado por uma única lâmpada é relativamente desprezível, no entanto, o somatório das lâmpadas descartadas anualmente (cerca de 40 milhões só no Brasil), representa um risco ambiental a considerar-se (ATIYEL, 2001). Diante disso, produtos competitivos devem oferecer, sobretudo, segurança aos usuários em função dos riscos potenciais que podem causar prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente.

## LUMINÁRIAS

Para Rodrigues (2005), as luminárias são equipamentos que recebem a fonte de luz (lâmpadas) e modificam a distribuição espacial do fluxo luminoso. Ghisi e Lamberts (1998) entendem que por meio da seleção do material e da forma apropriada, a luminária pode ser mais eficiente diminuindo a carga total de iluminação.

Segundo Alvarez (1998), um dos parâmetros mais importantes da luminária é a sua eficiência, que na prática, corresponde à porcentagem de luz irradiada pela lâmpada que efetivamente é emitida pela luminária. Observações indicam que, quanto maior a eficiência da luminária, menor a probabilidade de conforto visual e vice versa, pois o excesso de fluxo luminoso pode causar ofuscamento. Segundo Szokolay<sup>25</sup> (1980), citado por Lamberts, Dutra e Pereira (1997), a eficiência de uma luminária pode ser obtida pela fração de sua emissão de luz (ou FEL) ou rendimento, dada pela relação entre luz emitida pela luminária dividida pela luz emitida pela lâmpada em valores percentuais.

De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (1997), o valor da fração de emissão da luz da luminária, depende dos materiais utilizados na sua fabricação, da refletância das suas superfícies, forma, dispositivos de proteção das lâmpadas e do seu estado de conservação. Os autores ainda chamam a atenção para o fato de que a luminária

---

<sup>25</sup> SZOKOLAY, S.V. [1987]. **Thermal design of buildings**. RAI Education Division, Red Hill, Australia.

pode modificar (controlar, distribuir e filtrar) o fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas: desviá-lo para outras direções (defletores) ou reduzir a quantidade de luz em outras direções para diminuir o ofuscamento (difusores).

Os componentes de uma luminária, segundo Rodrigues (2002), podem ser divididos em:

- receptáculo para fonte luminosa: elemento de fixação que funciona como contato elétrico entre o circuito de alimentação externo e a lâmpada. As partes isolantes são constituídas em porcelana vitrificada, as condutoras devem ser de latão e as partes que possuem efeito de mola, em bronze fosforoso. Recomenda-se verificar a resistência à temperatura de funcionamento e a estabilidade de fixação da lâmpada quando a luminária estiver sujeita à intensa vibração mecânica, o que necessariamente obrigará o uso de soquetes tipo antivibratórios;
- refletores: dispositivos que servem para modificar a distribuição espacial do fluxo luminoso de uma fonte. Cada tipo de refletor possui sua aplicação específica. Sua arquitetura pode ser em vidro ou plásticos espelhados, alumínio polido, chapa de aço esmaltado ou pintado de branco;
- refratores: dispositivos que modificam a distribuição do fluxo luminoso de uma fonte utilizando o fenômeno da transmitância. Em muitas luminárias, tal dispositivo tem como finalidade principal a vedação, protegendo a parte interna contra elementos externos (poeira, chuva, outros) e impactos;
- difusores e colméias: os difusores são elementos translúcidos, foscos ou leitosos, colocados em frente à fonte de luz com a finalidade de diminuir sua luminosidade reduzindo as possibilidades de ofuscamento.
- carcaça, órgãos de fixação e de complementação: as luminárias podem ter sua estrutura básica construída com diversos materiais. No caso das luminárias para lâmpadas fluorescentes, a carcaça é o próprio refletor, de chapa de aço, e acabamento em tinta esmaltada branca. A espessura da chapa deverá ser compatível com a rigidez mecânica do aparelho. Há recomendações para as luminárias utilizadas no tempo ou em ambientes úmidos, dando-se preferência a carcaças de alumínio ou plásticos, devidamente estabilizados contra radiações;
- equipamentos auxiliares: podem ser divididos em reator eletromagnético ou reator eletrônico, ignitor, sensor de presença, sistema por controle fotoelétrico, minuterias e *dimmers*.

Com respeito aos requisitos que uma luminária deve possuir, a COPEL (2005) relaciona:

- alto rendimento inicial, conseguindo passar ao ambiente o máximo do fluxo luminoso que a lâmpada emite;
- correta distribuição luminosa, com orientação adequada do fluxo luminoso sobre o plano de trabalho;
- boa conservação do fluxo luminoso no decorrer do uso;
- pouca interferência com a lâmpada.

## REATORES

Segundo Kaiser (2006), a maioria das instalações que utilizam lâmpadas fluorescentes é alimentada em corrente alternada na frequência usual de rede (50 ou 60 Hz). Para a ignição e a estabilização da corrente da lâmpada, o dispositivo utilizado é o reator. O reator deve realizar basicamente três funções: a) possibilitar a ignição da lâmpada; b) estabilizar a corrente da lâmpada no seu valor nominal de operação e c) atender as especificações da forma de onda normatizada para a corrente da lâmpada<sup>26</sup>.

As lâmpadas a vapor de mercúrio e a vapor de sódio também necessitam, para seu funcionamento, de instalação de reatores, dado que apresentam perdas de aquecimento e magnetização. Reatores de boa qualidade poderão reduzir o consumo de energia e as perdas. Nos produtos de qualidade inferior, as perdas podem chegar até 60% do consumo final da instalação. Sua vida útil média é de 10 anos ou superior para os produtos de boa qualidade (COPEL, 2005).

A Figura 19 apresenta a potência média das perdas de reatores das lâmpadas de vapor de mercúrio e vapor de sódio.

---

<sup>26</sup> As normas de lâmpadas fluorescentes especificam que a corrente na lâmpada, operando em regime permanente, deve ter um fator de crista inferior a 1,7. O fator de crista é o quociente do valor de pico da forma de onda pelo seu valor eficaz (KAISER, 2006).

LÂMPADA	POTÊNCIA (W)	PERDAS REATOR (W)
Vapor de Mercúrio	80	13
	125	14
	250	21
	400	23
Vapor de Sódio	50	13
	70	13
	150	21
	250	32
	400	40

**FIGURA 19 – POTÊNCIA MÉDIA DE PERDAS EM REATORES DE LÂMPADAS ESPECIAIS**  
**FONTE: COPEL (2005 p. 53)**

A Figura 20 mostra a potência média das perdas de reatores das lâmpadas fluorescentes com reatores eletromagnéticos e eletrônicos. Note-se que os reatores eletrônicos provocam perdas mais baixas ou quase nulas em alguns casos.

TIPO DE REATOR		LÂMPADAS (Qtde x Watts)	TIPO CONVENCIONAL COM <i>STARTER</i> (perdas em Watts)	TIPO PARTIDA RÁPIDA (perdas em Watts)
E L E T R O M A G N E T I C O	Simples	1 x 20	7	12
		1 x 40	13	15
	Duplo	2 x 20	14	24
		2 x 40	20	22
	Simples	1 x 16	-	11
		1 x 32	-	13
		1 x 85	-	26
		1 x 110	-	32
	Duplo	2 x 16	-	13
		2 x 32	-	21
		2 x 85	-	32
		2 x 110	-	48
E L E T R Ô N I C O	Simples	1 x 16	-	1
		1 x 28	-	4
		1 x 31	-	2
	Duplo	2 x 16	-	2
		2 x 28	-	8
		2 x 32	-	4

**FIGURA 20 – POTÊNCIA MÉDIA DE PERDAS EM REATORES PARA LÂMPADAS FLUORESCENTES**  
**FONTE: COPEL (2005 p. 53)**

### 2.3.3. Tendências para o futuro: iniciativas das grandes empresas do mercado de iluminação na busca de inovação em produtos eficientes

Uma das empresas líderes de mercado em equipamentos de iluminação vem investindo em produtos de alta tecnologia, desenvolvendo com sucesso a comercialização de uma vasta linha de **LEDs** (*light emitting diodes*), a luz sem lâmpadas, produzida por semicondutores, produto com várias aplicações como iluminação interna de automóveis, painéis eletrônicos, celulares, *laptops* e equipamentos de sinalização. O sucesso desta nova geração de semicondutores deve-se à sua longa durabilidade e à sua eficiência energética em relação às lâmpadas convencionais.

Em termos de iluminação, de acordo com LUME (2005), a tecnologia de LEDs obtém maior tempo de vida útil, aproximadamente 50 mil horas, contra mil, em média, de uma lâmpada incandescente, uma intensidade e qualidade da luz gerada que não apresenta traços de infravermelho ou ultravioleta, e ainda demonstra pureza de cores e tamanho ultra compacto. Este mercado está no estágio inicial e as gigantes deste segmento pretendem continuar a liderar as novas descobertas para o uso de LEDs, avançando também em aplicações que sirvam para iluminarem ambientes (LUME, 2005).

A mais recente tendência do mercado de iluminação são as pesquisas com as Lâmpadas Sólidas, futura geração dos atualmente conhecidos LEDs. De acordo com a revista eletrônica Inovação Tecnológica (2005): "as fontes de luz de estado sólido, que estão em fase de desenvolvimento, têm o potencial não apenas de uma eficiência energética muito superior as já comuns lâmpadas fluorescentes compactas, ou PL, como também poderão abrir campos de aplicação inimagináveis para suas antecessoras".

Em artigo publicado pela Revista Science, os pesquisadores Schubert e Kim (2005) discutem a aplicação generalizada das chamadas **lâmpadas inteligentes**. Essas tecnologias poderão transformar por completo o mercado de iluminação pelas inúmeras possibilidades de uso, que deverão impactar diretamente em áreas como a medicina, imagens de corpos e objetos, a área de transportes e comunicações e até mesmo a agricultura. Segundo os pesquisadores, a capacidade de controlar as propriedades básicas da luz permitirá que essas lâmpadas ajustem-se aos seus

ambientes, desempenhando funções que hoje são impossíveis às tradicionais lâmpadas fluorescentes e incandescentes. As pesquisas com os LEDs já confirmam que estes oferecem vantagens em termos de economia de energia quando comparados com as atuais fontes de luz. De acordo com a pesquisa de Schubert e Kim (2005), as **lâmpadas de estado sólido** podem ter a mesma luminosidade de uma lâmpada comum de 60W, gastando apenas 3W e auferindo benefícios como:

- permitem uma luminosidade, que segundo os pesquisadores, pode beneficiar a saúde, o humor e a produtividade humana;
- ganhos de melhoria em aplicações médicas e de pesquisa, pela melhor definição de imagens;
- o controle da composição espectral de luzes poderá permitir a criação de ambientes mais adequados ao crescimento de frutas e vegetais fora de suas estações naturais ou em climas inapropriados ao cultivo.

As campanhas para promoção do uso racional da energia elétrica têm aberto um novo mercado para os produtores de lâmpadas e acessórios de iluminação, que para atender a nova demanda, estão investindo em produtos da mais alta tecnologia, visando alcançar eficiência em iluminação com menores custos e melhor adaptabilidade ao ser humano.

### 3 METODOLOGIA

A abordagem adotada neste estudo é descritiva do tipo levantamento quantitativo. Para Oliveira (2002), a pesquisa descritiva possibilita desenvolver análises em que é permitido identificar as diferentes formas dos fenômenos, sua ordenação e classificação. [...] “não há interferência do investigador, que apenas procura descobrir, com o necessário cuidado, a frequência com que o fenômeno acontece” (OLIVEIRA, 2002, p.128).

A pesquisa foi realizada nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no Campus Curitiba, um típico prédio da administração federal destinado ao ensino, existente desde janeiro de 1910 quando da instalação da antiga Escola de Aprendizes de Artífices. Atualmente está localizado na Avenida 7 de Setembro, 3165, bairro Rebouças, ocupando uma área total de 48.392 m<sup>2</sup> com intensa atividade acadêmica, administrativa e outras voltadas à comunidade nacional e internacional. Estavam empregados pela instituição, no ano de 2006, 700 docentes, 261 técnicos administrativos, 266 estagiários e 77 colaboradores terceirizados. O mapa geral da edificação mostrado no Anexo B – Mapa de Setores da UTFPR Campus Curitiba permite visualizar a dimensão do objeto de pesquisa e das áreas úteis consideradas nas análises.

O Campus Curitiba adota ações em conservação e eficiência energética em uso final de iluminação por meio de substituição de tecnologias obsoletas desde o ano de 1997. Também contava com apoio de uma Comissão Interna de Conservação de Energia Elétrica - CICE, conforme previsto na legislação, atualmente inativa. De acordo com relatório interno operacional da mesma Comissão 2004, as principais ações realizadas com este objetivo foram:

- projeto de melhoria da iluminação do bloco C e D com a utilização de luminárias eficientes;
- melhoria da eficiência da luminosidade na biblioteca, ambiente de alta concentração de carga e consumo de energia elétrica;
- instalação de sensores de presença, para a redução do tempo de utilização da iluminação artificial em ambientes com pouca circulação e carga concentrada e inspeção e identificação dos quadros de energia;
- uso de lanternim no ginásio de esportes, para um melhor aproveitamento da iluminação natural, com conseqüente redução do consumo de energia elétrica.

Com respeito a ações da promoção do tema conservação e eficiência energética realizados pela CICE, destacaram-se a realização de palestras, utilização intensiva de cartazes abordando o tema uso eficiente das instalações, exposições e treinamento para servidores e terceirizados. Também foram promovidos *workshops* internos com o mesmo objetivo propiciando a participação e interação com outras entidades. Deve-se considerar a importância da participação efetiva dos alunos do curso de Eletrotécnica na promoção do tema conservação e eficiência energética. Outras ações importantes foram implementadas como a oferta de um curso de especialização em eficiência energética direcionado às necessidades da indústria e a criação do Laboratório de Eficiência Energética. Até a data de conclusão desta pesquisa, a comissão encontrava-se inativa no aguardo da nomeação de novos integrantes.

O procedimento de coleta de dados compreendeu um levantamento por inspeção onde se obteve informações sobre as características físicas e os hábitos de uso das instalações da UTFPR do Campus Curitiba. Nesta fase, foi montada uma equipe de trabalho que inspecionou todos os ambientes do Campus com a utilização do instrumento conforme exemplificado no Apêndice-A. Foram transcritas em cada planilha individualmente (Apêndice-A) as características gerais dos ambientes, conforme descrito na seqüência. Foram inspecionados todos os blocos da edificação em suas áreas internas e externas conforme o mapa do Apêndice-B.

a) Características físicas da ocupação:

- identificação do ambiente (bloco, andar, número de salas etc.);
- área útil (m<sup>2</sup>);
- quantidade de acionamentos (nº de interruptores);
- quantidade de usuários;
- horário de funcionamento.

b) Sistema de iluminação

- condições de iluminação: natural artificial e mista

Escala: A = Boa ; B = regular e C= ruim<sup>27</sup>

Em relação às condições de aproveitamento da iluminação natural, artificial e mista do Campus Curitiba os critérios adotados seguiram esta orientação:

---

<sup>27</sup> Cabe destacar que o critério foi embasado especialmente na opinião dos usuários a partir de sua percepção quanto as condições de iluminação dos ambientes.

- Iluminação NATURAL Boa, Regular e Ruim: disponibilidade e limpeza das janelas, entrada de luz natural, possibilidade de executar tarefas com conforto visual em atividades que não requeiram o uso de equipamentos e máquinas ligados à energia elétrica;
- Iluminação ARTIFICIAL Boa, Regular e Ruim: disponibilidade do sistema (manutenção);
- Iluminação MISTA Boa, Regular e Ruim: uso conjunto e independente dos sistemas naturais e artificiais para iluminação do ambiente com conforto visual para o usuário.

- relação  $W/m^2$ ;
- modelo e quantidades de luminárias instaladas;
- quanto à disponibilidade se o sistema encontra-se inoperante;
- a potência nominal (quantidade de lâmpadas e a potência total).

Foram retiradas informações das faturas de consumo de energia elétrica expedidas pela concessionária local COPEL. Estes documentos forneceram informações importantes sobre o uso da energia elétrica da edificação, constituindo-se uma base de dados confiável e de fácil acesso.

As principais informações disponíveis em faturas de energia elétrica são:

- consumo medido na ponta e fora da ponta [kWh];
- consumo faturado na ponta e fora da ponta [kWh];
- demanda medida na ponta e fora da ponta [kW];
- demanda contratada na ponta e fora da ponta [kW];
- demanda faturada na ponta e fora da ponta [kW];
- demanda de ultrapassagem na ponta e fora da ponta [kW];
- consumo excedente reativo [kWh];
- demanda excedente reativo [kW];
- encargo capacidade emergencial [R\$] ;
- valores das tarifas [R\$];
- valor do ICMS destacado [R\$].

A Figura 21 relaciona a metragem ( $m^2$ ), potência total instalada em iluminação e a descrição das principais atividades (ocupação) de cada bloco inspecionado:

LOCAL	PRINCIPAIS ATIVIDADES	ÁREA (m <sup>2</sup> ) INSPECIONADA	(W) INSTALADA ILUMINAÇÃO
A	Salas de aula e laboratórios	2.389	49.101
B	Salas de aula Departamento de Informática Departamento de Eletrotécnica	1.527	32.100
C	Salas de aula Áreas destinadas aos cursos de pós graduação (mestrado e doutorado)	1.983	37.706
D	Salas de aula e laboratórios	2.293	29.179
E	Salas de aula Instalações da CEF Banco do Brasil Departamento de Matemática Departamento de Comunicação Expedição e Protocolo Departamento de Gestão e Economia	3.386	44.649
F	Departamento da Construção Civil Laboratório de hidráulica Departamento de Desenho Industrial Departamento de Estudos Sociais	971	13.064
G	Marcenaria Laboratórios Oficina de apoio	934	16.666
H	Departamento de Projetos Outras atividades administrativas	450	5.342
I	Sala de videoconferência Laboratórios	313	5.475
J	Atividades administrativas diversas	2.561	37.728
K	Secretaria Atividades administrativas diversas	639	6.470
L	Biblioteca Departamento de Mecânica Pátio coberto	2.017	28.987
M	Marcenaria Salas de aula Cantina	1.622	18.955
N	Gráfica Ambulatório Departamento de Física Departamento de Química e Biologia Departamento de Línguas Salas de aula e laboratórios	3.243	44.202
P	Atividades administrativas diversas	150	1.492
Q	Hotel Tecnológico Departamento de Eletrônica Salas de aula e laboratórios	3.667	40.620
GINÁSIO	Área esportiva externa	782	10.527
QUADRA	Área esportiva coberta	1.424	7.938
PISCINA e ACADEMIA	Área esportiva coberta	1.052	10.451
MINI GINÁSIO	Área esportiva coberta	568	8.000
CORREDORES	Áreas comuns	2.501	20.442
PÁTIOS	Áreas externas	3.154	2.324
TEATRO	Área coberta	1.126	3.416
TOTAIS		38.753	474.832

**FIGURA 21 - PRINCIPAIS ATIVIDADES DOS BLOCOS DA UTFPR CAMPUS CURITIBA**

As faturas de energia elétrica fornecem informações em horários do dia (ponta e fora da ponta) e em períodos do ano (seco e úmido) ver Apêndice-B. Observa-se que as informações disponíveis nas faturas de energia elétrica são calculadas para um período de aproximadamente 30 dias, e a série histórica utilizada para a pesquisa compreendeu o período entre 2000 e 2006. O Anexo-C exibe um exemplo de fatura de energia elétrica para um consumidor horo-sazonal – tarifa azul/verde padrão COPEL.

As condições gerais de faturamento para a concessionária local, estão descritas no Apêndice-B. A Figura 22 ilustra as principais variáveis que influem diretamente no valor das tarifas faturadas proporcionalmente aos períodos do ano, horas do dia e mês de reajuste.

H O R Á R I O	(FP) FORA DA PONTA																	(P) NA PONTA				(FP)		
	HORA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
(PU) PERÍODO ÚMIDO					(PS) PERÍODO SECO												PU							
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ													

**FIGURA 22 – ELEMENTOS CONSIDERADOS NO FATURAMENTO DA ENERGIA**  
**FONTE: ADAPTADO DE PANESI (2006)**

Os principais termos utilizados nas faturas de energia elétrica encontram-se na seqüência descritos, para auxiliar no entendimento e análise das grandezas medidas e faturadas. As definições utilizadas seguem o padrão adotado pela concessionária COPEL (2006), de acordo com a Resolução 456 da ANEEL:

- (a) demanda (kW): potências médias elétricas ativas num período de 15 minutos, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela de carga instalada em operação na unidade consumidora;
- (b) demanda medida (kW): maior demanda verificada por medição em todos os intervalos de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento;

- (c) demanda contratada (kW): demanda de potência ativa a ser disponibilizada continuamente pela concessionária, mediante contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada, durante o período de faturamento;
- (d) encargo de capacidade emergencial: adicional tarifário de natureza operacional, tributária e administrativa, (Lei 10.438 de março de 2002), relativo à aquisição de energia elétrica (kWh) e a contratação de capacidade de geração ou potência (kW) pela Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial - CBEE. O adicional é atribuído a todas as classes de consumidores finais atendidos pelo sistema elétrico nacional interligado, inclusive consumidores livres;
- (e) fator de carga: relação entre a demanda média num intervalo de tempo determinado (ano, mês, dia, etc.) e a demanda máxima;
- (f) fator de potência: valor obtido das leituras dos valores de energia ativa e reativa, através dos respectivos aparelhos de medição. Também é usado como indicador da eficiência do uso da energia elétrica em um sistema;
- (g) fatura de energia elétrica: nota fiscal que apresenta a quantia total que deve ser paga pela prestação do serviço público de energia elétrica, referente a um período especificado, discriminando as parcelas correspondentes;
- (h) tarifa de consumo (kWh): valor (R\$) por kWh de energia utilizada;
- (i) tarifa de demanda (kW) : valor (R\$) por kW de demanda;
- (j) tarifa de ultrapassagem (kW): tarifa aplicável sobre a diferença positiva entre a demanda medida e a contratada, quando exceder os limites estabelecidos pelo contrato.

Como complemento desta análise, foi utilizada a Análise de Correlação cujo objetivo é a determinação de um número que expresse uma medida numérica do grau de relação encontrada entre as variáveis consumo de energia elétrica em MWh e a expansão da área construída do Campus Curitiba ( $m^2$ ); e consumo de energia elétrica em MWh e a expansão do número de usuários.

A correlação pode ser definida como “[...] a dependência existente entre variáveis aleatórias, onde o valor assumido por uma das variáveis, favorece a ocorrência de um conjunto de valor (res) da(s) outras variável (eis)” (MUCELIN, 2006, p.105). Para Bruni e Famá (2004), denomina-se simples a análise de correlação ou de regressão linear que envolve apenas duas variáveis. Nesse caso, a amostra é formada por um conjunto de pares de valores.

O resultado da análise de correlação linear é expresso na forma de coeficiente de correlação – número que quantifica o grau de relação linear obtido para os pares de valores das variáveis que formaram a amostra analisada. O grau de relação numérica linear entre duas variáveis contínuas é feito pelo coeficiente de correlação linear simples denominado “r de Pearson”. O  $r$  é calculado pela expressão:

$$r = \frac{\left( \frac{\sum xy}{n} - \frac{\sum x}{n} \cdot \frac{\sum y}{n} \right)^2}{\left[ \frac{\sum x^2}{n} - \left( \frac{\sum x}{n} \right)^2 \right] \cdot \left[ \frac{\sum y^2}{n} - \left( \frac{\sum y}{n} \right)^2 \right]} \quad (01)$$

Onde:

$n$  = número de pares de valores na amostra analisada.

$r$  = coeficiente de correlação linear simples para amostra.

De acordo com Mucelin (2006), o campo de variação do coeficiente  $r$  situa-se entre -1 e + 1. O coeficiente de correlação indica o grau da reação numérica linear obtida, ou o grau de ajuste de uma reta ao conjunto de pontos da amostra.

#### **Faixa de variação de $r$ : $-1 \leq r \leq 1$**

- quanto mais próximo  $r$  estiver de + 1, mais próximos estarão os pontos de ajuste integral a uma reta crescente;
- quanto mais próximo  $r$  estiver de -1, mais próximos estarão os pontos de ajuste integral a uma reta decrescente;
- se  $r = 0$ , não foi identificada relação numérica linear para os pares de valores da amostra analisada.

Para Bruni e Faimá (2004) o coeficiente de determinação  $r^2$ , expressa o quadrado do coeficiente de correlação de Pearson e representa a relação entre a variação explicada pelo modelo e a variação total. A equação para o cálculo do coeficiente de determinação  $r^2$  é:

$$r^2 = \frac{\left( \frac{\sum xy}{n} - \frac{\sum x}{n} \cdot \frac{\sum y}{n} \right)^2}{\left[ \frac{\sum x^2}{n} - \left( \frac{\sum x}{n} \right)^2 \right] \cdot \left[ \frac{\sum y^2}{n} - \left( \frac{\sum y}{n} \right)^2 \right]} \quad (02)$$

O coeficiente de determinação expressa quanto da variação em relação à média é explicado pelo modelo linear construído. Os valores de  $r^2$  podem variar de 0 a 1. Quando a medida de  $r^2$  é exatamente igual a 1, tal fato significa que a qualidade do ajuste é excelente, quando é igual a 0, tal fato indica que a qualidade do ajuste linear é péssima, não havendo relação numérica linear para os pontos da amostra analisada. De acordo com Bruni e Faimá (2004) de modo geral, para valores de  $r^2$  iguais ou superiores a 0,60, diz-se que o ajuste linear apresenta boa qualidade.

A partir das informações coletadas no levantamento por inspeção e na análise das faturas de energia elétrica, foi possível quantificar o consumo de energia em (kW/h) para uso final em iluminação de ambientes do Campus Curitiba. A representação matemática pode ser apresentada como:

$$W_{TI} = \sum W_{TL} + W_{TPR} \quad (03)$$

Onde:

$W_{TI}$  = Potência Total Instalada em Iluminação dado em Watts.

$W_{TL}$  = Potência Total Instalada em Lâmpadas dado em Watts.

$W_{TPR}$  = Potencia Total da Perda do Reator dado em Watts.

Para os conjuntos que utilizam lâmpadas fluorescentes foi considerado o consumo das lâmpadas, somadas as perdas do reator; para os sistemas com lâmpadas especiais adotou-se o mesmo procedimento; as lâmpadas compactas já possuem o valor da perda do reator tabelado e lâmpadas incandescentes não possuem sistemas auxiliares. A partir deste dado foi possível chegar ao valor do consumo mensal de energia elétrica no uso final de iluminação (kWh/mês) por meio da expressão:

$$C_{MS} = \frac{W_{TI} \cdot h^{(a)} \cdot d^{(b,c)}}{1.000} \quad (04)$$

Sabendo que:

$C_{MS}$  = Consumo mensal do sistema.

$W_{TI}$  = Potência total instalada em iluminação expresso em Watts.

$h^{(a)}$  = Horas de uso de iluminação no dia.

$d^{(b,c)}$  = Dias de uso de iluminação no mês.

Sobrescritos:

(a) foram consideradas 12,5 horas úteis diárias para atividades nos ambientes de sala de aula e 5 horas úteis para utilização dos laboratórios;

(b) foram consideradas 10 horas úteis diárias para atividades nos ambientes administrativos;

(c) foram consideradas 3 horas úteis diárias para atividades no ginásio, quadra de esportes e piscina, 2 horas úteis diárias para uso do mini-ginásio e do teatro e 4 horas úteis diárias para uso dos corredores.

As horas úteis foram estipuladas com base nas atividades verificadas durante o levantamento de campo e comparadas com a média de horas úteis trabalhadas em outras universidades. O critério de dias de uso no mês foi de 22 dias úteis que se aproxima da média dos dias letivos dos cursos da UTFPR Campus Curitiba e também da média de dias úteis trabalhados na maior parte dos meses do ano, já considerados feriados e recessos.

Com base nestas informações foram gerados indicadores de uso da energia elétrica no intuito de retratar o padrão de consumo da instalação. Tais indicadores poderão ser utilizados: para o acompanhamento dos resultados das medidas de uso racional e eficiente de energia elétrica implementadas, para avaliar a evolução das instalações com respeito a sua eficiência; para planejar ações futuras e corrigir as atuais em andamento, minimizando custos e maximizando resultados, especialmente pela economia de recursos que poderão ser aplicados na melhoria das condições gerais do Campus. Na seqüência é apresentada a relação de fórmulas empregadas no cálculo dos indicadores globais de uso da instalação do Campus Curitiba da UTFPR.

(a) área útil levantada por inspeção expressa em  $m^2$

$$A_{UL} = \sum A_{UIns} \quad (05)$$

Onde:

$A_{UL}$  = Área útil levantada por inspeção em  $m^2$ .

$A_{UIns}$  = Área útil inspecionada em  $m^2$ .

- (b) potência instalada em iluminação por área iluminada que considera a tecnologia empregada no sistema de iluminação (lâmpadas e sistemas auxiliares se houver) sem considerar o respectivo hábito de uso da instalação.

$$W_{IIAI} = \frac{\sum W_{TI}}{\sum A_{UL}} \quad (06)$$

Onde:

$W_{IIAI}$  = Potencia instalada em iluminação por área iluminada dado em Watts.

$W_{TI}$  = Potencia total em iluminação dado em Watts.

$A_{UL}$  = Área útil levantada em m<sup>2</sup>.

- (c) potência total instalada em iluminação por número de interruptores tem por objetivo analisar os acionamentos dos sistemas de iluminação no intuito de verificar sua eficiência.

$$W_{IINI} = \frac{W_{TI}}{\sum n} \quad (07)$$

Onde:

$W_{IINI}$  = Potência instalada em números de interruptores da em Watts.

$W_{TI}$  = Potencia total em iluminação dado em Watts.

$n$  = Número de interruptores.

- (d) área útil iluminada por número de interruptores.

$$A_{AUIINI} = \frac{W_{TI}}{\sum n} \quad (08)$$

Onde:

$A_{AUIINI}$  = Área útil iluminada expressa em m<sup>2</sup>.

$W_{TI}$  = Potencia total em iluminação dado em Watts.

$n$  = Número de interruptores.

- (e) consumo mensal em iluminação por área útil, para se comparar instalações com atividades semelhantes, expresso em kWh/mês.m<sup>2</sup> é dado por:

$$C_{MIAU} = \frac{\sum C_{MS}}{\sum A_{UL}} \quad (09)$$

Onde:

$C_{MIAU}$  = Consumo mensal em iluminação por área útil expresso em kWh/mês.m<sup>2</sup>.

$C_{MS}$  = Consumo mensal do sistema expresso em kWh/mês.

$A_{UL}$  = Área útil levantada dado em m<sup>2</sup>.

- (f) porcentagem de luminárias eficientes.

$$\%LE = \frac{\sum CTLCE}{\sum CTLI} \cdot 100 \quad (10)$$

Onde:

$LE$  = Luminárias eficientes.

$CTLCE$  = Conjunto total de luminárias consideradas eficientes.

$CTLI$  = Conjunto total de luminárias instaladas.

- (g) sistemas inoperantes objetivou analisar o estado de conservação do sistema geral de iluminação. De acordo com a literatura, valores acima de 5% indicam problemas de manutenção.

$$\%SI = \frac{\sum CTLD}{\sum CTLI} \cdot 100 \quad (11)$$

Onde:

$SI$  = Sistemas inoperantes.

$CTLD$  = Conjunto total de luminárias defeituosas.

$CTLI$  = Conjunto total de luminárias instaladas.

(h) porcentagem de lâmpadas econômicas instaladas.

$$\% Lamp_{ECO} = \frac{\sum Lamp_{32W}}{\sum Lamp} \cdot 100 \quad (12)$$

Onde:

$Lamp_{ECO}$  = Lâmpadas fluorescentes econômicas.

$Lamp_{32W}$  = Lâmpadas fluorescentes de 32W.

$Lamp$  = Total de lâmpadas fluorescentes instaladas no sistema.

(i) Consumo mensal de energia elétrica em iluminação por área útil por docente ativo (ano base 2006).

$$C_{MIDA} = \frac{\sum C_{MIAU}}{\sum nDA} \quad (13)$$

Onde:

$C_{MIDA}$  = Consumo mensal de energia elétrica em iluminação por docente ativo dado em kWh/mês.m<sup>2</sup>.

$C_{MIAU}$  = Consumo mensal em iluminação por área útil expresso em kWh/mês.m<sup>2</sup>.

$nDA$  = Número de docentes ativos.

(j) consumo de energia elétrica em iluminação por área útil por aluno matriculado (ano base 2006).

$$C_{MIAM} = \frac{\sum C_{MIAU}}{\sum nAM} \quad (14)$$

Onde:

$C_{MIAM}$  = Consumo mensal de energia elétrica em iluminação por aluno matriculado dado em kWh/mês.m<sup>2</sup>.

$C_{MIAU}$  = Consumo mensal em iluminação por área útil expresso em kWh/mês.m<sup>2</sup>.

$nAM$  = Número de alunos matriculados.

(k) gasto total anual com energia elétrica por m<sup>2</sup> construído (ano base 2006).

$$GTAE = \frac{\sum GEE}{\sum A_c} \quad (15)$$

Onde:

$GTAE$  = Gasto total anual de energia elétrica expresso em Reais (R\$).

$GEE$  = Gato anual de energia elétrica expresso em Reais (R\$).

$A_C$  = Área construída expresso em  $m^2$ .

- (I) o fator de carga da instalação, para verificar o quanto eficiente a energia está sendo utilizada. O fator de carga considerado no estudo é a média anual dos valores efetivamente destacados na fatura de energia elétrica da Concessionária.

$$FC_{m\u00e9dio} = \frac{\text{Consumo total}}{\text{Demanda}(kW) \cdot 730h} \quad (16)$$

Onde:

$FC_{m\u00e9dio}$  = Fator de carga médio.

Uma importante função do responsável pela área financeira de qualquer organização é realizar, da melhor maneira possível a administração do caixa e para tanto deve realizar análises dos benefícios econômicos e financeiros. Pode-se considerar como uma das decisões mais estratégicas para a organização, aquelas relacionadas a investimentos, que consiste na alocação de recursos em propostas, cujos benefícios são esperados em períodos futuros. Como esses benefícios não são conhecidos com absoluta certeza, as propostas de investimento sempre envolvem algum risco, que deve ser avaliado em relação ao retorno ou benefício previsto.

Na visão do empresário privado os investimentos são realizados na expectativa de retorno financeiro sobre ele. No caso de uma instituição pública, além das economias e retornos proporcionados esperam-se outros resultados como maior produtividade, e qualidade dos serviços prestados.

Neste sentido, pretendeu-se analisar as faturas de energia elétrica expedidas pela COPEL no período entre 2000 à 2006, para verificar as questões operacionais como: evolução do preço das tarifas, os desembolsos anuais com energia elétrica, evolução do montante de pagamentos de encargos e multas por atraso e outras informações relacionadas à gestão de curto prazo dos recursos direcionados ao pagamento das contas de energia elétrica.

Para avaliar o retorno econômico pela substituição de sistemas de iluminação eficientes (entenda-se por eficiente o conjunto luminária com refletor de alumínio, reator eletrônico e lâmpada econômica de 32W), foi utilizado o método do fluxo de caixa também conhecido por *cash flow*.

De acordo com Rebelatto (2004), tal análise consiste no estudo de fluxos de caixa, desembolsos de capital (saídas de caixa) e retornos de investimentos (entradas de caixa) de um projeto para avaliar a sua viabilidade econômica no longo prazo (10 anos). O fluxo de caixa pode ser apresentado conforme na Figura 23 ou comumente na forma de tabela conforme mostrado na figura 24.

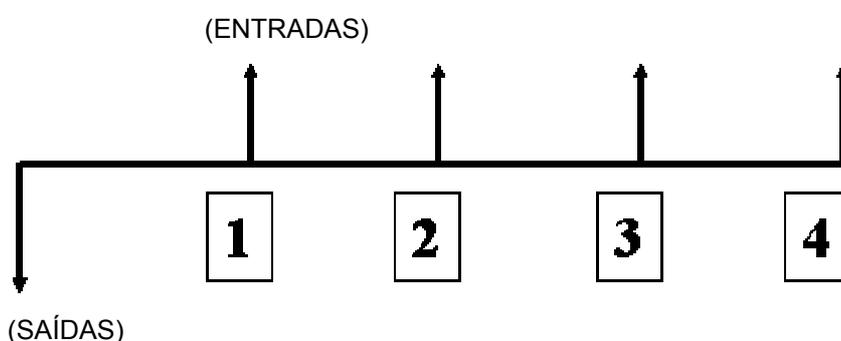


FIGURA 23 – DINÂMICA DO FLUXO DE CAIXA LIVRE (ENTRADAS E SAÍDAS)

Em (R\$)	2007	2008	2009	2010	2011
Investimento	(-)				
Manutenção	(-)				
Custo de Operação	(-)				
Desembolso Total	(-)				
Recebimento Total	(+)				
Fluxo Líquido	(=)				

FIGURA 24 – MODELO DE PLANILHA DE FLUXO DE CAIXA PARA ANÁLISE DE INVESTIMENTO

Trata-se de um instrumento de grande utilidade para a administração financeira e, principalmente, para a análise de investimentos. Um fluxo de caixa bem projetado poderá indicar se os investimentos previstos são compatíveis com a capacidade da instituição de obter os recursos necessários bem como se o retorno é compatível com os valores mínimos esperados pelos gestores. O fluxo de caixa é muito utilizado para a previsão de recebimentos e desembolsos de uma alternativa de investimento, mas pode ser empregado como instrumento de planejamento e/ou avaliação de qualquer atividade ou programa, ou até da instituição como um todo.

O Fluxo de Caixa 1 considerou a substituição de Luminárias do tipo Comercial Plafonier BB por luminárias com refletor de alumínio para duas lâmpadas de 32W e reator eletrônico e o Fluxo de Caixa 2 considerou a substituição das lâmpadas de 40W instaladas indevidamente nas luminárias consideradas eficientes.

As premissas adotadas para a elaboração dos fluxos de caixa (atualização dos valores das economias geradas) foram:

- a) inflação média de 3% a.a. para os próximos 10 anos de acordo com o Ministério do Planejamento do Banco Central do Brasil;
- b) reajuste real do preço da energia elétrica 5% a.a., dados estimados pela ELETROBRÁS e demais agentes envolvidos no mercado energético;
- c) utilização média dos sistemas de iluminação 12 horas diárias;
- d) consumo estimado para 22 dias úteis;
- e) substituição das lâmpadas fluorescentes a cada dois anos;
- f) as luminárias possuem vida média útil em torno de 10 anos;
- g) a composição de uma tarifa média com 73% do valor calculado em horário de ponta e 27% em horário fora de ponta, válidas para o mês de dezembro de 2006, no sistema de tarifação horo-sazonal verde.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Este capítulo está dividido em quatro seções. A primeira analisou as faturas de energia elétrica sob a perspectiva financeira, isto é, como se comportaram os padrões de desembolsos para pagamento pelo uso da energia elétrica; a segunda, analisou as faturas e verificou o comportamento da edificação na utilização da energia, a terceira subseção analisou as condições gerais dos sistemas de iluminação explorando cuidadosamente os dados extraídos do instrumento de coleta de dados apresentando como produto final os indicadores de uso das instalações e a quarta seção traz uma análise dos benefícios econômicos auferidos pela substituição de tecnologias obsoletas.

### **4.1. ANÁLISE DAS FATURAS SOB A PERSPECTIVA FINANCEIRA**

A edificação do Campus Curitiba possui 15 blocos distribuídos em atividades administrativas e de ensino, áreas esportivas e áreas comuns de circulação (pátios e corredores). Os valores cobrados pelo uso da energia elétrica são realizados por meio de fatura expedida pela concessionária COPEL. A análise das faturas concentrou-se na evolução dos valores pagos em (R\$) pelo consumo efetivo de energia, nos consumos expressos em kWh e no esclarecimento de questões relacionadas à gestão de tarifas. O objetivo foi compreender as possíveis causas do comportamento destes padrões de consumo do Campus que geraram os desembolsos relacionados na Tabela 2. Outra análise importante foi a evolução dos valores das tarifas praticadas pela COPEL.

A série histórica utilizada é anual e o período refere-se a 2000-06. Observe-se que entre os anos de 2000 até agosto de 2006 o Campus Curitiba estava enquadrado no Grupo A4 entre 2,3 à 25 kV consumidor de alta tensão (Anexo-C). Adotou-se o critério de faturamento bruto e faturamento líquido (para dados de consumo em R\$) para que fosse possível desagregar das faturas, os valores que não estavam relacionados ao consumo direto da eletricidade. O faturamento bruto diz respeito ao valor total da fatura em (R\$) pago à COPEL, incluídos valores com multas e juros por atraso de pagamentos, encargos de capacidade emergencial e outros. O faturamento líquido considera apenas a energia elétrica efetivamente utilizada pela instalação. De acordo com a área financeira da UTFPR do Campus Curitiba, em 2006 o valor total do orçamento para custeio das atividades da universidade foi de R\$ 6.170.000,00 (seis milhões, cento e setenta mil reais).

TABELA 2 – DESEMBOLSOS COM ENERGIA ELÉTRICA 2000-06 UTFPR

Ano	Faturamento Bruto (R\$)	Faturamento Líquido (R\$)	Variação anual (%)
2000	320.220,00	315.957,00	-
2001	390.036,00	383.340,00	21%
2002	487.489,00	469.924,00	23%
2003	485.911,00	466.760,00	-1%
2004	600.935,00	574.191,00	23%
2005	721.976,00	706.660,00	23%
2006	739.243,00	726.267,00	3%
<b>TOTAL</b>	<b>3.745.810,00</b>	<b>3.643.099,00</b>	-

FONTE: COPEL (2000-06)

Em 2006, note-se que foram gastos 11,77% do orçamento para pagamento de faturas de energia elétrica. As variações percentuais são comparadas sempre em relação ao ano anterior e referem-se a coluna faturamento líquido. De acordo com a Tabela 2 observou-se que nos anos de 2001 e 2002 houve expressivas variações positivas nos valores pagos e no ano de 2003 houve uma variação negativa de 1%. O aumento de desembolsos nos anos de 2001 e 2002 está relacionado a pagamentos de valores extras na fatura como multas e encargos por atraso de pagamento, o que não ocorreu no ano de 2003. Nos anos de 2004 e 2005 as variações mantiveram-se em 23% destacando-se que no ano de 2004 foram pagos valores de importe por ultrapassagem, conforme mostrado na Tabela 5. O ano de 2006 apresentou uma variação discreta de 3% em relação ao ano de 2005 nos valores pagos à concessionária conforme observado na figura 25.

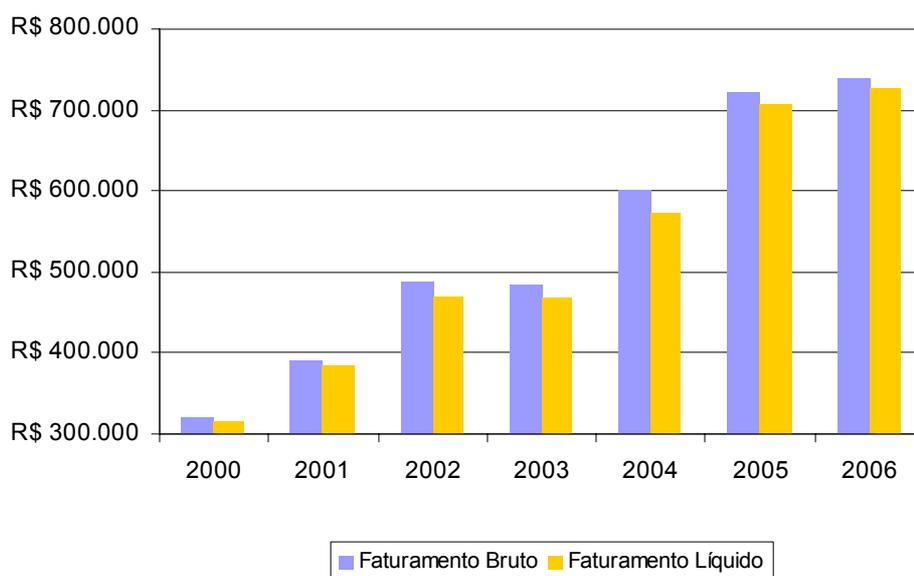


FIGURA 25 - DESEMBOLSOS PARA PAGAMENTO DE FATURAS DE ENERGIA UTFPR  
FONTE: COPEL (2000-06)

Os valores brutos faturados para energia elétrica vêm crescendo significativamente, verificando-se uma variação de 131% se comparado o ano de 2000 em relação a 2006. Durante o período da crise de abastecimento no ano de 2001, não houve variação expressiva nos valores mensais desembolsados com energia. O menor valor pago ocorreu em janeiro de 2001 (R\$ 25.525,00), no entanto, janeiro é um típico mês de férias, e o maior, em julho de 2001 (R\$ 36.709,00) mês subsequente ao reajuste tarifário previsto na legislação. O valor médio pago no ano de 2001 de R\$ 31.945,00 (Apêndice-C) foi considerado dentro da média daquele ano, se for levado em conta a situação de racionamento naquela época. Não houve discrepância em relação aos valores mensais pagos durante todo o ano de 2001 até fevereiro de 2002 quando o suprimento de energia voltou à normalidade. Este padrão de consumo pode ser justificado pelo fato de a região Sul não ter sido seriamente afetada pelo racionamento da energia elétrica como foram outras regiões do país como no Norte e Nordeste. Há de considerar-se que neste período a CICE do Campus Curitiba implementou programas de eficiência energética e campanhas de sensibilização dos usuários, no entanto, estas iniciativas não possuem registros para que se possa utilizar como embasamento nesta análise.

Quando se comparou a evolução dos valores desembolsados para pagamento de energia elétrica com a expansão do próprio Campus, observou-se que no ano de 2000 havia 42.903 m<sup>2</sup> de área útil construída<sup>28</sup> contra os atuais 43.624 m<sup>2</sup>, um crescimento de 1,68% se comparado o ano de 2000 ao ano de 2006 (Apêndice-D).<sup>29</sup> Entende-se que não há relação entre a discreta expansão do Campus e o aumento dos valores desembolsados para pagamento das faturas de energia. Na verdade a infra-estrutura disponível manteve-se enquanto os valores pagos aumentaram expressivamente no período.

Com relação ao número total de usuários regulares (total de professores na ativa, alunos matriculados regularmente, técnicos administrativos na ativa e os estagiários), a variação foi de 66% ao se comparar o ano de 2000 ao ano de 2006 (Apêndice-D).

---

<sup>28</sup> Entenda-se por área útil construída salas de aula, laboratórios, outros ambientes de ensino como biblioteca e sala de professores, ambientes administrativos, ambientes esportivos e o teatro. Este critério é adotado no relatório de prestação de contas da UTFPR Campus Curitiba junto ao Tribunal de Contas da União.

<sup>29</sup> A área construída no ano de 2006 considerou 42.903 m<sup>2</sup> e o ano de 2003 considerou 43.620 m<sup>2</sup>. Esta metragem foi ajustada em relação às informações disponíveis no Relatório de Prestação de Contas da UTFPR Campus Curitiba (2000 – 03) porque a fonte apresentou informações discrepantes e incongruentes que poderiam comprometer as análises pretendidas.

Pode-se dizer que há uma relação direta entre os valores pagos pelo consumo de energia elétrica e o aumento do número de usuários do Campus. Enquanto o número de usuários quase duplicou no período, os valores desembolsados variaram 131% se comprados o ano de 2000 ao ano de 2006. Como dado complementar, a média anual de gastos com energia por aluno matriculado para a série estudada foi de R\$ 45,00 e para os docentes R\$ 773,00 não se considerando no caso dos alunos, os períodos em que estão matriculados nem o regime de trabalho (Apêndice-D). Trata-se de um indicador seco que levou em consideração os desembolsos de consumo bruto da eletricidade. Em 2006 cada aluno consumiu 6,63 kWh mês em iluminação, os docentes 151,82 kWh mês e demais usuários 200 kWh mês.

A Tabela 3 relaciona como ocorreram os importes de consumo anuais utilizados pela instalação onde se constatou que na média, 73% do consumo total de energia elétrica foram registrados fora da ponta (as horas restantes do dia fora do horário de ponta) quando o valor da tarifa é menor.

**TABELA 3 – IMPORTE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA 2000-06 UTFPR**

Ano	Importe (R\$) Consumo (P)	Importe (R\$) Consumo (FP)	Consumo Total (R\$)	Varição Anual (%)
2000	37.094,00	106.400,00	143.494,00	74%
2001	39.039,00	120.538,00	159.577,00	76%
2002	55.447,00	153.721,00	209.168,00	73%
2003	53.110,00	151.682,00	204.792,00	74%
2004	68.320,00	200.011,00	268.331,00	75%
2005	84.140,00	257.946,00	342.086,00	75%
2006	163.837,00	295.633,00	459.470,00	64%
VARIÇÃO MÉDIA DA SÉRIE HISTÓRICA				73%

FONTE: COPEL (2000-06)

Observando a Tabela 4 verifica-se que, na média, 73% do importe total de demanda<sup>30</sup> foi registrado em horário de ponta quando o valor da tarifa é caracteristicamente maior. Esta demanda de ponta (entre 18 e 22h) está associada à taxa de ocupação das áreas úteis da instalação, que a noite representa 57% do total de ambientes em uso no Campus (Apêndice-D). Adicionalmente, a partir do horário das 18:00 o sistema é pressionado pelo uso de energia elétrica para as mais variadas atividades nas residências, iluminação pública, setor de serviços (*shopping centers*) e algumas indústrias.

<sup>30</sup> O conceito de demanda diz respeito a média das potências ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela de carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de 15 minutos (COPEL, 2006).

**TABELA 4 – IMPORTE DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA 2000-06 UTFPR**

Ano	Importe (R\$) Demanda (P)	Importe (R\$) Demanda (FP)	Demanda Total (R\$)	Varição %
2000	126.608,00	45.600,00	172.207,00	74%
2001	164.392,00	59.193,00	223.585,00	74%
2002	191.433,00	69.215,00	260.648,00	73%
2003	192.385,00	69.499,00	261.884,00	73%
2004	230.004,00	75.337,00	305.341,00	75%
2005	276.715,00	87.599,00	364.314,00	76%
2006	177.274,00	89.265,00	266.539,00	67%
VARIÇÃO MÉDIA DA SÉRIE HISTÓRICA				73%

FONTE: COPEL (2000-06)

Em relação aos outros valores pagos na fatura de energia, que não consumo direto de eletricidade, na Tabela 5 tem-se para o período em análise o montante de R\$ 102.710,00, ou 3% do total de todos os valores pagos entre 2000 e 2006. Entre março de 2002 à dezembro de 2005, foi instituído o encargo de capacidade emergencial que tinha por finalidade a contratação e manutenção de Usinas Térmicas Emergenciais caso houvesse risco de apagão (AGPB, 2007). Estes valores representaram 70% do total de todos os outros valores pagos em energia elétrica, 16% foram atribuídos ao pagamento de juros e multas por atraso na quitação das faturas e os demais 14% para pagamento de extras que não consumo efetivo de eletricidade.

**TABELA 5 – OUTROS VALORES PAGOS NA FATURA DE ENERGIA 2000-06 UTFPR**

Ano	Multas (1,00 R\$)	Seguro Apagão (1,00 R\$)	C.I.P (1,00 R\$)	Importe Ultrapassagem (1,00 R\$)	Aquisição Energia (1,00 R\$)	I.D.D.C. (1,00 R\$)	Total (1,00 R\$)
2000	4.262	-	-	-	-	-	4.263
2001	6.696	-	-	-	-	-	6.696
2002	4.001	13.563	-	-	-	-	17.565
2003	-	19.095	55	-	-	-	19.151
2004	-	23.557	60	2.359	766	-	26.744
2005	-	15.244	71	-	-	-	15.316
2006	1.293	-	75	-	-	11.607	12.976
<b>TOTAIS</b>	<b>16.254</b>	<b>71.462</b>	<b>261</b>	<b>2.359</b>	<b>766</b>	<b>11.608</b>	<b>102.710</b>

FONTE: COPEL (2000-06)

- (a) C.I.P. – Contribuição para Iluminação Pública  
 (b) I.D.D.C. – Importe de Diferenças de Demanda Contratada

Excetuando-se os encargos de capacidade emergencial, também conhecidos como seguro apagão, observou-se desperdícios de recursos pelos pagamentos realizados em atraso, que ocorreram com maior frequência entre os anos de 2000 à 2002, voltando a ocorrer somente em 2006. Os atrasos na aprovação e liberação do orçamento são documentados pela imprensa e confirmados pela Câmara dos Deputados e pelo Senado. Embora estes eventos possam ser entendidos como fatos

isolados, há que considerar-se que os valores poderiam ser direcionados para a melhoria das instalações do Campus ou ampliar o escopo do programa da CICE.

A definição e o reajuste tarifário é competência da ANEEL que tem por maior desafio alinhar os interesses das concessionárias aos dos usuários. Estão embutidos no valor da fatura os custos de geração, transporte, os encargos (Contribuição de Iluminação Pública – CIP, de natureza municipal) e tributos (de natureza estadual e federal). A COPEL, por meio de acordo firmado com a Prefeitura Municipal de Curitiba, faz a cobrança da CIP na fatura de energia elétrica desde fevereiro de 2005. Cabe destacar que este valor é um acordo local podendo não ocorrer em outros estados. Os tributos relacionados pela COPEL (2006) são: a Contribuição para o Programa de Integração Social – PIS e a Contribuição Social sobre o Faturamento - COFINS que juntas totalizam 5,9% mais o Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços e sobre a Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações - ICMS cuja alíquota para o Estado do Paraná é de 27%, embutidos no preço final a pagar, apresentando-se de forma destacada na fatura. Desagregando a fatura de energia elétrica, conforme a COPEL (2006) têm-se a seguinte composição do preço da energia para o usuário<sup>31</sup>:

- 33,7% geração
- 0,1% transmissão
- 21,9% distribuição
- 44,3% encargos e tributos

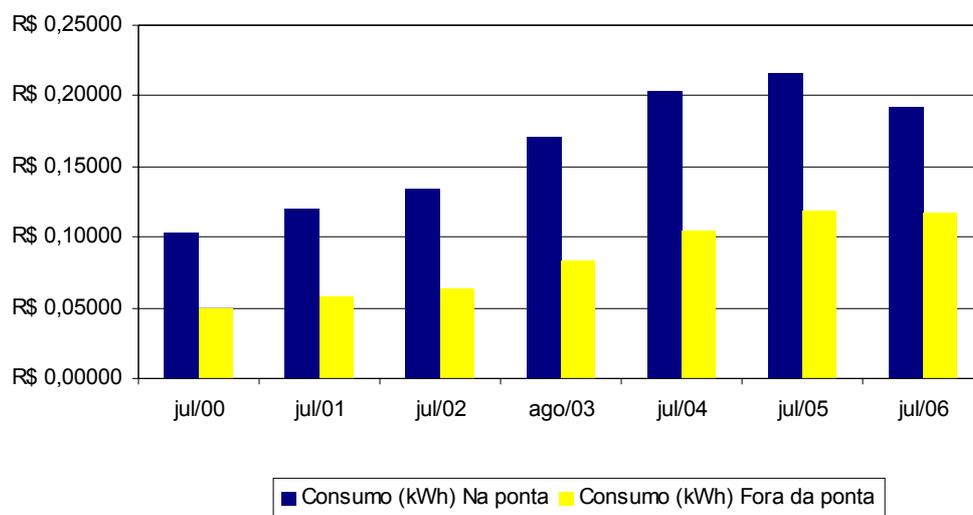
Observa-se que a maior participação no valor final de uma fatura de energia concentra-se nos encargos e tributos obrigatórios. De acordo Rachid (2007) a carga tributária brasileira somando-se todas as esferas de governo atingiu 37,37% do Produto Interno Bruto - PIB em 2005 (último dado disponível). Segundo o autor, atual Secretário da Receita Federal, o aumento deveu-se à maior eficiência e gestão da cobrança dos tributos uma vez que não foram criados novos tributos nem foram alterados os que estavam em vigência no ano de 2005. No caso da energia elétrica, não existe possibilidade de não recolhimento dos tributos devidos por parte dos usuários, pois o contrato de prestação de serviço público de energia elétrica prevê a suspensão dos serviços conforme disposto na cláusula quinta – da suspensão do fornecimento - de todos os contratos de adesão.

---

<sup>31</sup> A composição dos valores da fatura aparece em todas as contas das pessoas físicas discriminada em (R\$). Trata-se de uma obrigatoriedade imposta as concessionárias. Nas faturas de consumidores de alta tensão esta informação ainda não se encontra disponível, mas segundo a COPEL deve ser regulamentada em breve (COPEL, 2006).

Em relação à evolução dos valores das tarifas tem-se um cenário de crescentes aumentos. De acordo com a ANEEL (2007) o período tarifário inicia em 1º de julho do ano de publicação das tarifas até 30 de junho do ano subsequente. Para esta análise foram consideradas as tarifas da COPEL vigentes no período de janeiro de 2000 a agosto de 2006. A partir de setembro de 2006 houve mudança do sistema tarifário, passando de horo-sazonal tarifa azul para horo-sazonal tarifa verde (Apêndice-F). Os meses de setembro a dezembro de 2006 não foram considerados nesta análise para evitar-se distorções no resultado final da série histórica.

De acordo com Panesi (2006), a análise energética de uma instalação deve começar pelo estudo das tarifas de energia elétrica, dado que essa é a forma de energia mais consumida nos processos produtivos. A tarifa de consumo reflete o valor da moeda corrente, do kWh de energia utilizada em determinado segmento horo-sazonal<sup>32</sup>. A Figura 26 mostra que a evolução das tarifas de consumo na ponta, expressas em kWh variou entre R\$ 0,10288, o menor valor verificado no ano de 2000, e R\$ 0,21595, em julho de 2005. Fora da ponta o menor valor apareceu em julho de 2000 R\$ 0,04891 e o maior em julho de 2005 R\$ 0,11834.



**FIGURA 26 – EVOLUÇÃO DAS TARIFAS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA UTFPR**  
**FONTE: COPEL (2000-06)**

Observe-se que no ano de 2006 as tarifas decresceram discretamente em relação ao ano de 2005. Quando a concessionária foi questionada a este respeito, obteve-se a seguinte justificativa:

<sup>32</sup> A Portaria 466/98/DNAEE (12 de novembro de 1997) – estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica e serem observadas tanto pelas concessionárias quanto pelos consumidores.

No reajuste anterior, ocorrido em 24/06/2005, o componente financeiro incorporado correspondeu a 9,05% da tarifa aplicada, com vigência até 23/06/2006. No reajuste aplicado em 24/06/2006, foram excluídos da base tarifária aqueles 9,05% concedidos no ano anterior, e aplicado o novo índice de reajuste de 5,12% (KOPRIK, 2007)<sup>33</sup>.

A ANEEL tem aplicado diferentes índices de reajuste a cada nível de tensão, em função do processo de realinhamento tarifário que objetiva eliminar os subsídios cruzados existentes nas tarifas dos consumidores enquadrados nas classes de baixa tensão em relação aos consumidores atendidos em alta tensão. Este processo deverá ser concluído em 2007, com a finalidade de que todos os consumidores paguem o mesmo valor pela energia adquirida e valores diferenciados pelos encargos de uso dos sistemas de transmissão e distribuição proporcionalmente à utilização destes sistemas (KOPRIK, 2007).

Vale destacar que a ANEEL, na condição de agência reguladora deve estimular a organização dos Conselhos de Consumidores e das Comissões de Fiscalização criadas pelas Leis 8631 de 04 de março de 1993 e 8987 de 13 de fevereiro de 1992. De acordo com a ANEEL (2007), a Lei 8631 determinou no artigo 13º que as concessionárias de serviço público, criassem no âmbito de sua área de concessão os Conselhos de Consumidores. Tais conselhos são de caráter consultivo e devem concentrar esforços na orientação, análise e avaliação de questões ligadas ao fornecimento, tarifas e outros assuntos relacionados a adequação dos serviços prestados ao consumidor final. A escolha dos membros é realizada, pelas entidades que representam as classes indicadas, por exemplo, industrial, poder público, PROCON e, Ministério Público, que a convite da concessionária, participam da reunião de formação indicando as pessoas da comunidade que melhor os representam.

Silva (2007) destaca que os principais mecanismos para a interação da Agência com os Conselhos são:

- Encontro Anual – Fórum dos Conselhos de Consumidores;
- reuniões periódicas entre Conselhos – Agência – Distribuidores;
- treinamentos promovidos pela ANEEL sobre revisão tarifária;
- troca de informação sobre as ações dos Conselhos;
- interação entre os Conselhos que atuam nas mesmas regiões.

---

<sup>33</sup> Wilson Koprik é responsável pela área de tarifas da COPEL e prestou informações à pesquisadora em uma reunião para esclarecimentos de dúvidas sobre o processo de tarifação, que ocorreu no dia 22/01/2007 nas dependências da COPEL em Curitiba (PR).

As Audiências Públicas de responsabilidade da ANEEL<sup>34</sup> é um importante instrumento de apoio à Diretoria Colegiada da agência na tomada de decisões. Também funcionam como um canal de comunicação entre a sociedade e o governo, quando aquela é consultada sobre a elaboração, alterações ou ajustes nas regulamentações relacionadas ao processo tarifário do setor elétrico. Entende-se que além de instrumento legal da ANEEL, trata-se também de um ato de cidadania e fortalecimento da imagem da agência junto a sociedade. As audiências públicas devem ser publicadas em Diário Oficial da União e outros meios de comunicação.

Os principais resultados esperados do processo de interação da agência com os conselhos, de acordo com Silvia (2007) são:

- Contribuição ao processo regulatório;
- Interação com outros órgãos de defesa do consumidor;
- Divulgação e compreensão do papel das instituições do setor;
- Educação dos consumidores por meio de mecanismos das entidades indicadoras dos Conselheiros – sobre direitos e deveres, tarifas quantidade do serviço.

O processo de definição, revisão e outros assuntos pertinentes a gestão das tarifas de energia elétrica é competência da ANEEL, mas há espaço para que a sociedade se mobilize em favor de tarifas mais justas e adequadas a realidade de consumo e renda dos agentes econômicos.

De acordo com o Banco Central do Brasil - BCB (2007), a energia elétrica é um serviço cujo preço é administrado pelo governo por meio da ANEEL, razão pela qual é insensível a variação da oferta e demanda de mercado. Outra importante variável que impacta diretamente no preço das tarifas é a influência da variação do câmbio, dado que em torno de 24% da energia total consumida no Brasil são gerados por ITAIPU e precificados em dólares.

A Figura 27 mostra os valores acumulados para os diferentes indicadores de reajustes de preços. Observa-se que os preços administrados foram maiores se comparados aos preços que flutuam livremente no mercado.

---

<sup>34</sup> Lei 9.427, de 26 de dezembro de 1996 (Capítulo I, artigo 4, Inciso 3); Decreto 2.335, de 06 de outubro de 1997 (Sessão II, Capítulo V, artigo 21).

<b>Indicadores</b>	<b>1995-1998</b>	<b>1999-2006 (jun)</b>	<b>1995-2006 (jun)</b>
IPCA	43,5	76,5	153,3
Preços Administrados	88,0	138,4	348,2
Preços Livres	36,1	57,9	114,9

**FIGURA 27 – IPCA, PREÇOS ADMINISTRADOS E LIVRES VARIAÇÃO (%)**  
**FONTE: BCB (2007)**

A Figura 28 relaciona os valores acumulados para os diferentes indicadores de reajustes de preços administrados. Observa-se que de depois das tarifas de telefonia fixa e gás de cozinha, a eletricidade acumulou um dos maiores reajustes no período em análise.

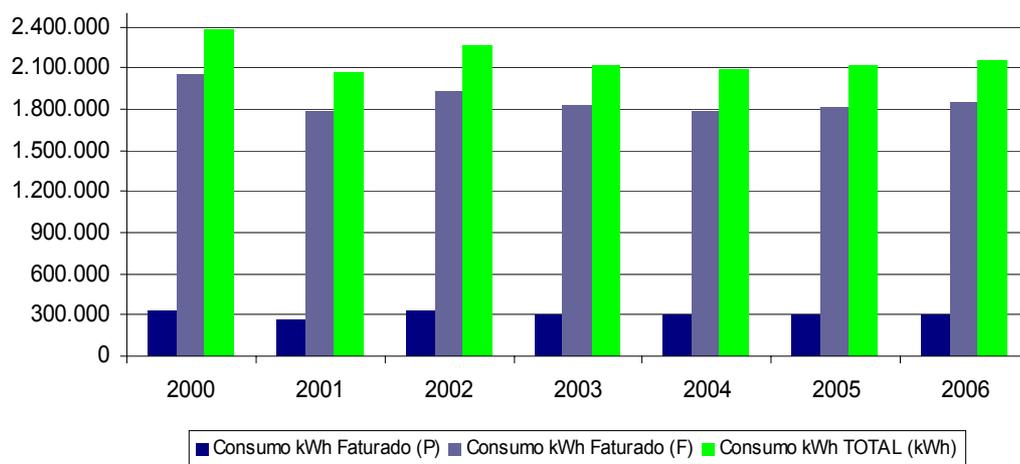
<b>Preços Administrados</b>	<b>1995-1998</b>	<b>1999-2006 (jun)</b>	<b>1995-2006 (jun)</b>
Tarifas de telefonia fixa	309,7	117,0	788,8
Gás de cozinha	121,1	250,1	674,5
<b>Eletricidade</b>	<b>89,6</b>	<b>178,9</b>	<b>428,7</b>
Ônibus urbano	97,8	131,9	358,7
Gasolina	51,5	208,5	367,3
Tarifas de água e esgoto	84,5	130,3	324,9
Seguro de saúde	126,6	86,3	322,3

**FIGURA 28 – PREÇOS ADMINISTRADOS ACUMULADOS VARIAÇÃO (%)**  
**FONTE: BCB (2007)**

Os preços administrados de modo geral cresceram mais do que os preços livres nos últimos anos conforme mostrado na Figura 27, com destaque para os valores dos preços da eletricidade (BCB, 2006). São diversas as justificativas para esses números, que de acordo com o Banco Central do Brasil, estão relacionados aos recentes processos de privatização de alguns setores públicos, ao aumento dos preços do petróleo a partir de 1999, eliminação de subsídios a partir de meados da década de 1990 além dos efeitos naturais do Plano Real que pressionaram as taxas de câmbio.

## 4.2. ANÁLISE DAS FATURAS SOB A PERSPECTIVA DA UTILIZAÇÃO

Na análise dos consumos em kWh se verificou resultados bem diferenciados em relação aos valores pagos em (R\$). Enquanto aqueles variaram 131% no período analisado, o consumo em kWh variou negativamente 10% (Tabela 6). Em relação ao ano de 2000, no ano de 2006 o Campus Curitiba desembolsou mais unidades monetárias consumindo menos energia elétrica em kWh. Estas considerações podem ser visualizadas na Figura 29.



**FIGURA 29 – EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (kWh) UTFPR**  
 FONTE: COPEL (2000-06)

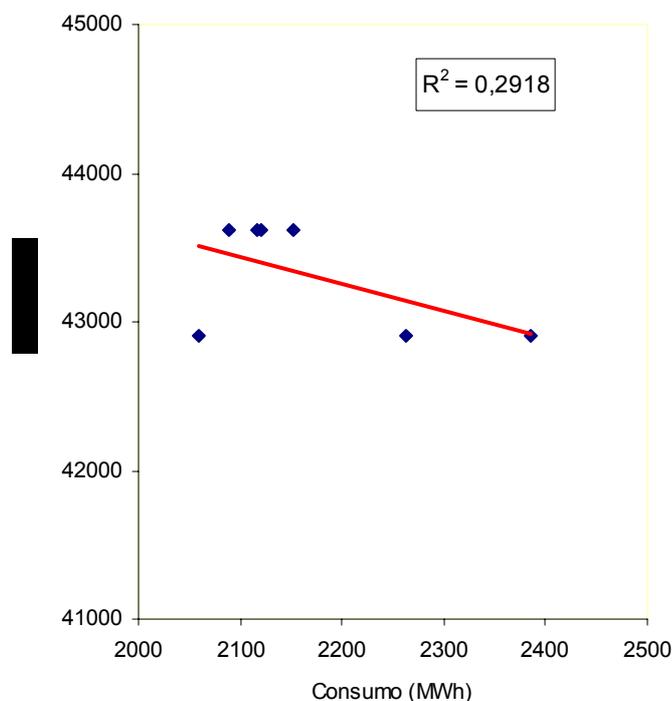
Os resultados de consumo do Campus Curitiba, medidos em kWh, se comportaram de maneira inversa se comparados aos indicadores de expansão do Campus, que foi apenas de 1,69% no período 2000-06, enquanto o consumo (kWh) de energia elétrica registrou variação negativa em 10%. A Tabela 6 mostra os valores verificados nas faturas e as respectivas variações anuais. Note-se que as variações foram calculadas em relação ao ano anterior  $\Delta t = t_1 - t_2$ .

**TABELA 6 – CONSUMO FATURADO DE ENERGIA ELÉTRICA UTFPR**

CONSUMO FATURADO (kWh)				
Ano	Na Ponta	Fora da Ponta	Total	Varição (%)
2000	334.037	2.051.122	2.385.159	-
2001	270.286	1.789.128	2.059.414	-14%
2002	326.113	1.936.684	2.262.797	10%
2003	297.734	1.882.421	2.120.155	-6%
2004	300.999	1.788.395	2.089.394	-1%
2005	308.227	1.809.230	2.117.457	-1%
2006	299.013	1.852.993	2.152.006	-2%
<b>TOTAL</b>	<b>2.136.409</b>	<b>13.109.973</b>	<b>15.186.382</b>	-

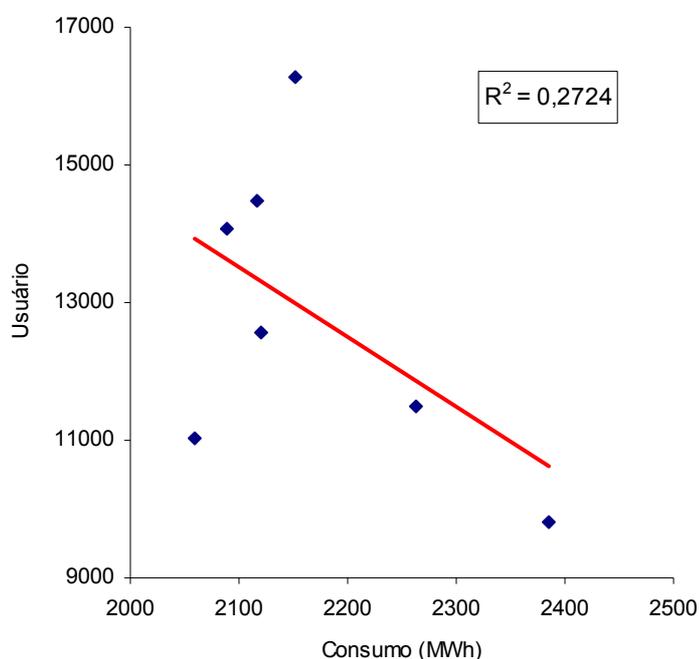
FONTE: COPEL (2000-06)

A menor variação percentual negativa de consumo (kWh) faturado ocorreu nos anos de 2004 e 2005, e a maior em 2001 quando caiu em 1.820.899 kWh o consumo total de energia elétrica para este ano. Para a série histórica em análise, o valor máximo de consumo foi registrado no ano de 2000 e o valor mínimo no ano de 2001, situando-se a mediana no ano de 2003. Este comportamento pode estar associado às ações e campanhas da CICE para a sensibilização dos usuários quanto ao uso adequado da energia elétrica, substituições de tecnologias ineficientes e/ou aquisição de produtos mais eficientes pela área de compras, mas não há registros que comprovem estas hipóteses. Cabe ressaltar que em 2001 a Portaria MPOG nº 110, de 29.05.2001 estabeleceu procedimentos de redução de consumo de energia elétrica nos imóveis públicos dos órgãos e entidades da Administração Pública Federal, direta, autárquica e fundacional (MCT, 2007). A CICE da UTFPR já vinha reduzindo sensivelmente o consumo de energia elétrica e conseguiu justificar o não cumprimento imediato de metas propostas pelo Decreto nº 3.818, de 15 de maio de 2001. Por meio da análise da correlação e regressão, procurou-se verificar a relação entre as variáveis de evolução do consumo de energia elétrica (MWh) e a expansão da área construída ( $m^2$ ) no período 2000-06. As constatações apontaram uma correlação muito fraca entre as variáveis, com coeficiente de determinação de  $-R^2$  0,2918 (explicando que a relação entre estas variáveis é de 29,18%) e coeficiente de correlação  $r = 0,5402$  conforme mostrado na Figura 30.



**FIGURA 30 - DISPERSÃO DO CONSUMO BRUTO (MWH) E EXPANSÃO DA ÁREA CONSTRUÍDA ( $M^2$ ) DO CAMPUS COM O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO  $R^2$**

Quando consideradas as variáveis evolução do consumo de energia elétrica (MWh) e a expansão do número de usuários do Campus, período 2000-06, verificou-se um coeficiente de determinação  $R^2$  0,2724 e o coeficiente de correlação de 0,5219, indicando igualmente uma correlação fraca entre estas variáveis conforme mostrado na Figura 31. Observe-se que a correlação linear é negativa e que a despeito do aumento significativo no número de usuários do Campus, em torno de 66%, o consumo em MWh variou negativamente 10% demonstrando que a Universidade foi capaz de atender a um maior número de usuários em 2006 praticamente com a mesma infra-estrutura disponível no ano de 2000.



**FIGURA 31 - DISPERSÃO DO CONSUMO BRUTO (MWH) E NÚMERO DE USUÁRIOS COM O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO  $R^2$**

Os resultados discutidos corroboraram as considerações de que as economias geradas pela diminuição de consumo se perderam em meio a pagamentos compulsórios, problemas de gestão do orçamento público e aos aumentos das tarifas de energia elétrica que superaram as correções dos preços livres de mercado e o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)<sup>35</sup>.

<sup>35</sup> Calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE representa a variação de preços da totalidade dos produtos e serviços disponíveis para o consumo pessoal. A pesquisa é realizada com uma amostra de famílias com rendimento monetário compreendido entre 1 e 40 salários mínimos e abrange 9 Regiões Metropolitanas do País (Porto Alegre, São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte, Fortaleza, Recife, Belém, Salvador, Rio de Janeiro), além do município de Goiânia e o Distrito Federal (IPEA, 2007).

A instituição está investindo na substituição de tecnologias obsoletas e mantém ações de conscientização dos usuários, mas poderia ser mais efetiva se conseguisse fortalecer e restaurar a sua Comissão Interna de Conservação de Energia Elétrica – CICE.

Os resultados verificados para as médias de demanda faturada em (kW) estão indicados na Tabela 7. Foi verificado importe de ultrapassagem em 2004 que foi responsável por 2,3% do total geral dos outros valores pagos (Tabela 5) que não o consumo efetivo da energia elétrica. No caso do Campus Curitiba que estava sendo faturado pelo sistema horo-sazonal azul durante quase todo o período analisado, até agosto de 2006, verificou-se que a instalação operou dentro das faixas estipuladas em contrato em quase todos os anos da série histórica, exceto 2005.

**TABELA 7 – DEMANDAS MÉDIAS ANUAIS DE ENERGIA ELÉTRICA UTFPR**

Ano	MÉDIA DAS DEMANDAS (KW)					
	Contratada		Medida		Faturada	
	Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta
2000	600	650	554	594	602	650
2001	600	650	470	518	603	650
2002	600	650	540	527	600	650
2003	571	621	522	527	573	621
2004	523	527	508	527	530	536
2005	520	533	530	543	540	549
2006	525	535	517	539	543	554

FONTE: COPEL (2000-06)

Quando comparadas as médias das Demandas Contratadas com as médias das Demandas Medidas em horário de ponta, a variação da demanda medida para a série histórica ficou na média 7,2% abaixo dos valores contratados em horário de ponta, com a mediana situando-se em 8%. A mesma comparação para o horário fora de ponta demonstrou uma variação média de 8,6% abaixo dos valores contratados, com a mediana situando-se em 9%. Diante disso, conclui-se que a instalação está deixando de utilizar em média 7% da demanda contratada. A demanda deve ser supervisionada e controlada permanentemente, visto o alto custo das tarifas de ultrapassagem, especialmente em horário de ponta.

O controle de demanda da UTFPR no Campus Curitiba era feito até setembro de 2006 por meio da utilização do software ACC – Análise do Comportamento de Carga, um produto disponibilizado pela concessionária a custo zero, que fornece informações adicionais dos valores de potência ativa e reativa, consumo ativo e reativo e fator de potência. As informações eram disponibilizadas por meio de gráficos, relatórios e simulações, possibilitando maior conhecimento e melhor controle das instalações elétricas.

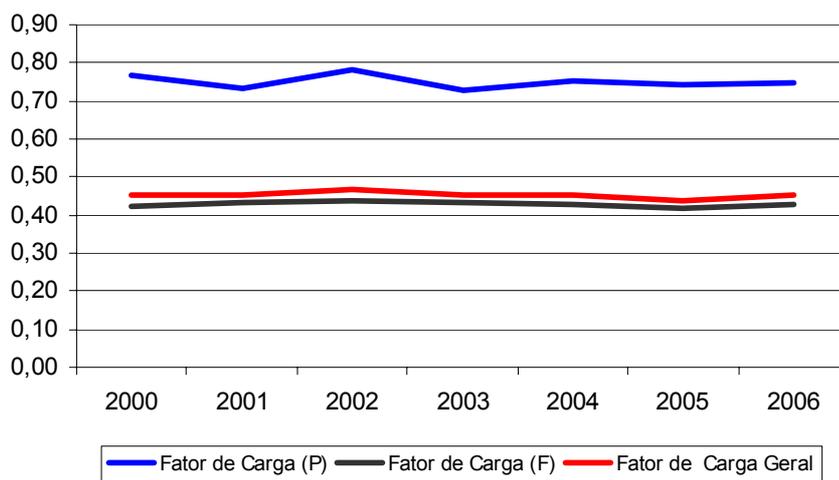
Com a mudança do sistema tarifário, atualmente o monitoramento da demanda é feito pela própria COPEL, que se encarrega de emitir um extrato do consumo mensal indicando se está próximo dos 10% tolerados pelo contrato. Acima destes 10% a COPEL cobra proporcionalmente as ultrapassagens medidas. A área de manutenção do Campus Curitiba é responsável pelo controle da conta de energia elétrica. Quando perguntada sobre os procedimentos para controle de demanda respondeu:

No momento a UTFPR não tem nenhum procedimento para desligamento de setores, porque o medidor é único para todos os blocos e/ou equipamentos. A demanda é controlada de uma forma que não ultrapasse os 10% de tolerância que a COPEL permite (UTFPR CAMPUS CURITIBA, 2007).

Com base no exposto, entende-se que ações efetivas do lado do controle da demanda são mais difíceis de conseguir, a menos que seja mudada a estrutura de instalação elétrica do Campus. O mercado dispõe de diversos produtos como os chamados controladores de demanda, bem como há empresas especializadas que ofertam este serviço. Caberia um estudo mais detalhado para se verificar a viabilidade ou não da instalação de um sistema para melhor acompanhamento desta variável.

O fator de carga (FC) é um importante indicador das condições de uso da energia elétrica disponibilizada ao usuário. É constituído por um valor entre 0 (zero) e 1 (um) e aponta a relação entre o consumo de energia elétrica e a demanda de potência máxima em determinado espaço de tempo, convencionado em 730 horas por mês. Um fator de carga próximo de 1 significa que a energia está sendo utilizada de forma eficiente, o que quer dizer que a demanda média está próxima da demanda máxima, portanto uma curva de carga sem picos e vales. De acordo com Panesi (2006, p. 46) “[.] um fator de carga muito baixo indica que ocorreu uma concentração no consumo de energia elétrica em um período curto de tempo [..].”

Conforme a Figura 32 o fator de carga geral médio foi de (0,45). A média do fator de carga registrado na ponta foi de 0,75 e fora da ponta 0,43. Mesmo com a mudança do sistema tarifário a partir de setembro de 2006, o fator de carga geral continuou mantendo seu padrão de comportamento em (0,45), ou seja, insatisfatoriamente baixo.



**FIGURA 32 – EVOLUÇÃO DO FATOR DE CARGA DA INSTALAÇÃO UTFPR**  
**FONTE: COPEL (2000-06)**

Estes resultados podem estar diretamente associados ao padrão de funcionamento do Campus, que concentra maior número de usuários e equipamentos a partir das 18:00 quando cerca de 57% dos ambientes são ocupados em diversas atividades que se estendem até aproximadamente 22:30 para laboratórios e 22:50 para ambientes de sala de aula. Note-se que a demanda de energia destinada à iluminação é expressivamente mais alta, dado que, não é possível a utilização de luz natural neste período do dia.

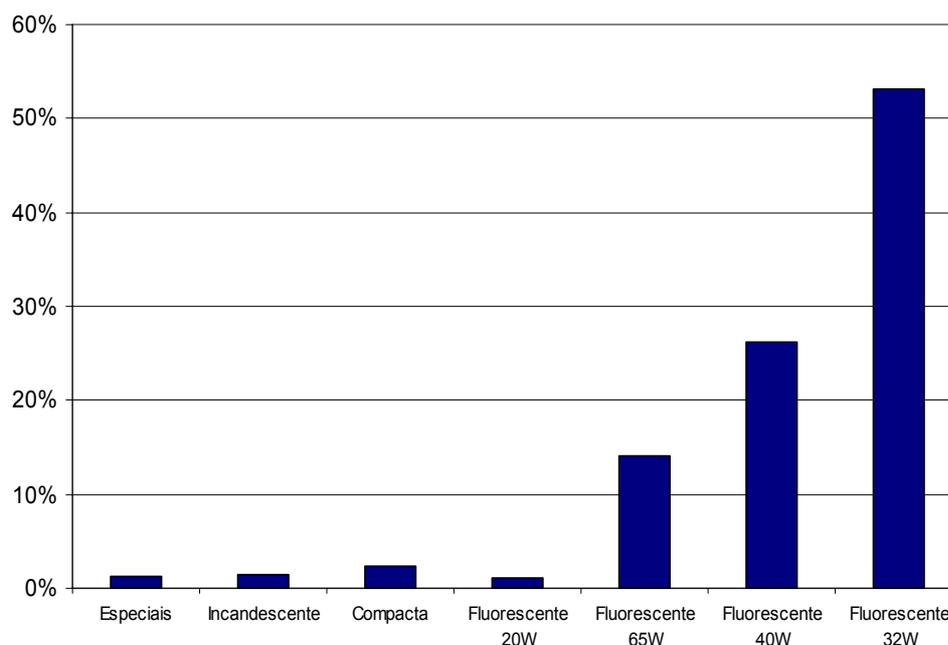
### 4.3. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES GERAIS DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DA UTFPR CAMPUS CURITIBA

Todas as informações referentes às análises subseqüentes estão relacionadas na Tabela 11. A área total útil levantada por meio de inspeção foi de 38.753 m<sup>2</sup> Foram inspecionados 436 ambientes sendo 50% deles utilizados para atividades acadêmicas, distribuídos em salas de aula, sala de professores e laboratórios. O levantamento por inspeção identificou 150 modelos distintos de sistemas de iluminação instalados, incluindo-se 5.853 luminárias e 10.896 lâmpadas de potências variadas, sendo em 95% utilizadas lâmpadas fluorescentes. O maior número de sistemas de iluminação instalados foi identificado nos blocos D, N e Q onde a quase totalidade das atividades são acadêmicas: salas de aula, laboratórios e sala de professores. O bloco D possui o maior número de luminárias instaladas 690 conjuntos para uma área útil inspecionada de 2.293 m<sup>2</sup>. O bloco Q possui 3.667 m<sup>2</sup> (a maior área útil verificada) para 578 conjuntos instalados, uma diferença de 112 conjuntos de iluminação a menos disponíveis comparativamente ao bloco D que possui uma área menor.

Foram encontradas 1.240 lâmpadas instaladas no bloco N para iluminar o total de 57 ambientes, dos quais 35% são destinados a atividades acadêmicas. O segundo maior número de lâmpadas instaladas estão concentradas no bloco Q para iluminar 56 ambientes sendo 68% deles direcionados a atividades acadêmicas. Em ordem crescente os maiores blocos concentradores de lâmpadas instaladas são bloco N (1.240), bloco Q (1.104) e bloco E (1.048). O maior número de lâmpadas econômicas de 32W foi encontrado nos blocos F (97%) e D (94%). Este dado refere-se apenas à lâmpada econômica e não ao conjunto luminária eficiente. A desagregação da potência total instalada em lâmpadas pode ser visualizada na Tabela 8 e na Figura 33.

**TABELA 8 – LÂMPADAS INSTALADAS NA UTFPR (2006)**

<b>Modelo da Lâmpada</b>	<b>Quantidade Instalada (un)</b>	<b>Participação (%)</b>
Incandescentes	151	1%
Compactas	250	2%
Fluorescentes 32 W	5.783	53%
Fluorescentes 40 W	2.861	26%
Fluorescentes 65 W	1.541	15%
Lâmpadas especiais	128	1%
Outras	182	2%
<b>TOTAL</b>	<b>10.896</b>	<b>100%</b>



**FIGURA 33 – TIPOS DE LÂMPADAS INSTALADAS NO CAMPUS DA UTFPR (2006)**

Verifica-se que o Campus Curitiba faz maior uso de lâmpadas fluorescentes de 32W (53%), 40W (26%) e 65W (15%). As incandescentes representam apenas 1% do total de lâmpadas instaladas e na sua maioria são destinadas aos banheiros e aos postes de iluminação externa localizados nos pátios. O maior uso de lâmpadas fluorescentes compactas, que também são substitutas eficientes das lâmpadas incandescentes, ocorreu no bloco J, uma área estritamente de ambientes administrativos. Esta tecnologia representa apenas 2% do total das lâmpadas instaladas na edificação (Apêndice-G). Cabe ressaltar que do total de 53% de lâmpadas de 32W, as mais econômicas e recomendadas para uso conjunto em luminárias com refletor de alumínio e reator eletrônico, 14% estão sendo utilizadas de forma incorreta ou em luminárias não consideradas eficientes ou conjuntamente com lâmpadas de 40W. Este expediente ocorre na tentativa de manter o sistema de iluminação operante, dado que a compra de produtos em órgãos públicos ocorre por meio de licitações que são processos demorados. Para atender à necessidade do usuário, a área de manutenção acaba utilizando as lâmpadas disponíveis em estoque mesmo que estas não sejam as mais adequadas sob a perspectiva econômica e técnica que leva em conta o melhor uso do conjunto luminária, lâmpada e reator.

Do total das luminárias verificadas, **49% foram consideradas eficientes**. O critério de luminária eficiente considerou sistemas com refletor de alumínio, reator eletrônico com duas lâmpadas de 32W. A seleção das luminárias eficientes com base nas características acima descritas, foi embasada no estudo de Ghisi e Lamberts

(1998). De acordo com os autores o refletor e a forma da luminária são os componentes determinantes na eficiência da luminária. O reator eletrônico é considerado eficiente dado que sua perda é quase nula (PANESI, 2006).

O maior percentual de luminárias eficientes está concentrado nos blocos F (95%) onde 67% das áreas são para atividades acadêmicas e D (92%) para 65% de áreas utilizadas para a mesma finalidade. O bloco Q onde está localizado o maior número de salas de aula, (68% no total) possui apenas 76% de sistemas de iluminação considerados eficientes. No bloco G não foram encontrados sistemas eficientes, embora se trate de uma área que dispõe de 2 laboratórios, uma oficina de apoio e a marcenaria do departamento de construção civil. O bloco E, o segundo maior em área útil, com 3.386 m<sup>2</sup> e o terceiro maior em ambientes de ensino (57%), possui apenas 23% de luminárias eficientes. Este bloco concentra o maior número de lâmpadas de 40W (24% no total) que juntamente com as lâmpadas de 65W (4% no total) utiliza um dos sistemas de iluminação mais antigos, luminária comercial Plafonier tipo BB para 2 lâmpadas de 40W; 3 lâmpadas de 40W e/ou 4 lâmpadas de 40W. Também podem ser utilizadas lâmpadas de 20W neste sistema. Os blocos A, B e C juntos utilizam 1.427 lâmpadas de 65W, razão pela qual, dentre os blocos que concentram o maior número de ambientes destinados ao ensino, são os menos eficientes, 23%; 25% e 28% respectivamente.

Com respeito às lâmpadas especiais verificou-se que nos ginásios, quadras de esportes e piscina a iluminação é considerada muito boa, com o uso de equipamentos corretos. Os pátios poderiam ser melhores iluminados à noite e as áreas de corredores possuem 22% de luminárias eficientes.

Uma questão importante que a pesquisa se propôs a responder, era quantificar a participação da iluminação no consumo global de energia elétrica da instalação. A potência total instalada em iluminação para o Campus Curitiba considerando os sistemas levantados entre os dias 08/09/2006 até 20/10/2006 foi de **474.832W**. A potência instalada em iluminação expressa em kWh/mês para a edificação foi de **106.278 kWh/mês**. A média de consumo mensal da instalação no ano de 2006 era de **179.334 kWh/mês**, conforme mostrado na Tabela 9. O consumo médio da instalação destinado à iluminação representou **59% do consumo global** faturado pela COPEL em 2006. Este percentual está abaixo da média do consumo típico de um prédio público comercial sem uso de climatização artificial (COPEL, 2006) e abaixo dos 80% estimados na pesquisa de Krüger, Miranda e Cervelin (2002).

**TABELA 9 – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA INSTALAÇÃO UTFPR (2006)**

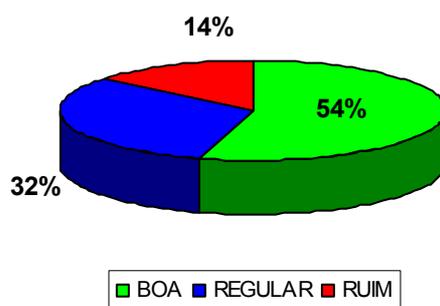
Mês/2006	Consumo na Ponta (kWh)		Consumo Fora da Ponta (kWh)		GERAL
	Medido	Faturado	Medido	Faturado	
Janeiro	9.337	9.337	103.003	103.003	<b>112.340</b>
Fevereiro	27.093	27.093	169.013	169.013	<b>196.106</b>
Março	19.419	19.419	130.536	130.536	<b>149.955</b>
Abril	27.477	27.477	161.122	161.122	<b>188.599</b>
Mai	29.443	29.443	160.603	160.603	<b>190.046</b>
Junho	27.708	27.708	160.934	160.934	<b>188.642</b>
Julho	28.702	28.702	154.570	154.570	<b>183.272</b>
Agosto	23.842	23.842	145.901	145.901	<b>169.743</b>
Setembro	26.723	26.723	170.165	170.165	<b>196.888</b>
Outubro	29.343	29.343	163.714	163.714	<b>193.057</b>
Novembro	25.157	25.157	172.166	172.166	<b>197.323</b>
Dezembro	24.769	24.769	161.266	161.266	<b>186.035</b>
<b>Soma</b>	<b>299.013</b>	<b>299.013</b>	<b>1.852.993</b>	<b>1.852.993</b>	<b>2.152.006</b>
<b>Média</b>					<b>179.334</b>

FONTE: COPEL (2006)

Considerando-se que desde 1997 a CICE vinha atuando na efficientização das instalações por meio de várias medidas, dentre elas, substituição de luminárias, utilização de sensores de presença nos banheiros dentre outros, a participação da iluminação no global do consumo do Campus Curitiba pode ter reduzido em 25%, se comparado aos 80% da pesquisa anteriormente citada. Essa redução da participação da iluminação nos gastos totais de energia, pode estar associada à continuidade do uso de sistemas de iluminação mais eficientes e lâmpadas econômicas de 32W, além da melhor percepção dos usuários da necessidade de evitar-se desperdícios de energia elétrica.

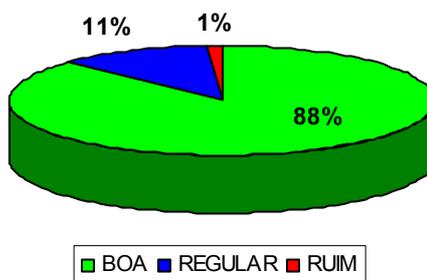
Como dado complementar, a relação consumo em iluminação por área útil ( $\text{kWh/m}^2$ ) variou entre 5,7 no bloco B (o maior indicador) e 2,7 no bloco Q (o menor indicador) considerados os blocos que têm uma maior área útil destinada a atividades acadêmicas (Tabela 11). Entende-se que quanto menor a relação  $\text{kWh/m}^2$ , melhor a utilização da instalação. O consumo de energia elétrica em iluminação por aluno matriculado (ano base 2006) foi 7,07  $\text{kWh/mês}$  e por docente ativo (ano base 2006) foi 151,83  $\text{kWh/mês}$ . Igualmente estes indicadores são secos. A média anual de consumo de energia por aluno matriculado no ano de 2000 foi 273  $\text{kWh}$  e em 2006 143  $\text{kWh}$ . A variação em relação ao ano de 2005 foi 10% negativa, isto é, aumentou o número de alunos matriculados, mas a média de consumo diminuiu. O mesmo ocorre se for considerada a média de consumo por docente, que em 2000 era 3.417  $\text{kWh}$  e em 2006 caiu para 3.074  $\text{kWh}$ . A variação em relação ao ano de 2005 foi 1,5% negativos.

Cabe observar que nesta análise foi levada em consideração a percepção do usuário quanto ao critério de conforto visual uma vez que não foi realizado procedimento de medição direta. As condições gerais de iluminação natural dos ambientes do Campus Curitiba foram consideradas 54% boas em relação ao total de ambientes inspecionados, conforme a Figura 34. Não foram consideradas nesta análise as áreas do ginásio, quadras abertas e ambientes de corredores e o teatro, por serem áreas com finalidades atípicas. As melhores condições de iluminação natural foram verificadas no bloco Q (88%), A (73%) e C (77%). As piores condições foram verificadas no bloco I (14%). Este resultado do bloco I pode estar associado às características dos ambientes como sala de videoconferência, laboratórios de pneumática e automação que requerem maior cuidado com sua iluminação.



**FIGURA 34 – CONDIÇÕES GERAIS DA ILUMINAÇÃO NATURAL UTFPR**

As condições gerais de iluminação artificial dos ambientes do Campus Curitiba foram consideradas 88% boas, se comparadas ao total de ambientes inspecionados conforme Figura 35.



**FIGURA 35 – CONDIÇÕES GERAIS DA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL UTFPR**

Igualmente não foram consideradas nesta análise as áreas do ginásio, quadras abertas e ambientes de corredores e o teatro por serem áreas com finalidades atípicas. Considerando o baixo índice de sistemas inoperantes, em torno de 1% do total de sistemas instalados no Campus, este indicador justifica-se. De acordo com o resultado do levantamento por inspeção os ambientes com a melhor iluminação artificial foram encontrados nos blocos A (95%); B (97%); C (97%); F (94%); M e N (93%).

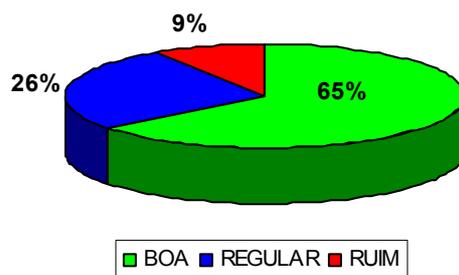
A Tabela 10 traz um comparativo entre os percentuais de boas condições de iluminação artificial destes blocos, os percentuais de luminárias eficientes e lâmpadas econômicas encontradas nos mesmos ambientes:

**TABELA 10 – COMPARATIVO ENTRE ILUMINAÇÃO, LUMINÁRIAS E LÂMPADAS**

<b>Blocos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>N</b>
Iluminação BOA	95%	97%	97%	94%	93%	93%
Luminárias EFICIENTES Instaladas	23%	25%	28%	95%	56%	68%
Lâmpadas ECONÔMICAS Instaladas	26%	30%	18%	97%	49%	73%

Quando comparadas às boas condições da iluminação artificial com a disponibilidade de luminárias eficientes, verifica-se que excetuando-se o bloco F, nos demais blocos não há relação direta entre as variáveis. A primeira impressão é que um grande número de luminárias em funcionamento garante boas condições de iluminação artificial. Esta situação se confirma desde que desconsideradas a eficiência e a economia de tais sistemas.

As condições gerais de iluminação mista dos ambientes do Campus foram consideradas 65% boas quando comparadas ao total de ambientes inspecionados de acordo com a Figura 36. Igualmente não foram consideradas nesta análise as áreas do ginásio, quadras abertas e ambientes de corredores e o teatro pelas características de uso que são atípicas.



**FIGURA 36 – CONDIÇÕES GERAIS DA ILUMINAÇÃO MISTA UTFPR**

Este resultado justifica-se pela maior participação de condições regulares e ruins quando os sistemas foram avaliados conjuntamente. Os blocos que apresentaram as melhores condições de iluminação mistas foram o B; C; H; I; K; L e o bloco Q. Nestes ambientes não foram verificadas condições ruins na iluminação mista.

Os sistemas de iluminação artificial do Campus Curitiba estavam em pleno funcionamento (99%) durante o período analisado. Foram considerados todos os ambientes inspecionados, inclusive os sistemas de iluminação especial como do teatro, quadras, ginásio e mini-ginásio. O bloco M e N apresentaram os maiores números de sistemas inoperantes, em média 8 luminárias em funcionamento parcial ou 17 lâmpadas a substituir. De acordo com Alvarez (1998), taxas acima de 5% para sistemas inoperantes sinalizam a falta de programa efetivo de manutenção da instalação.

A potência instalada em iluminação por número de interruptores mostrou que a instalação possui 1.425 interruptores mais os quadros de acionamento de iluminação, como no caso do ginásio, mini-ginásio e áreas de subsolo. Os quadros de acionamento da iluminação não foram identificados porque esta atividade não fazia parte do escopo desta pesquisa, mas durante a inspeção verificou-se que existem alguns destes sistemas para acionar a iluminação. O maior número de acionamentos foi encontrado no bloco J (205 interruptores); bloco N (172 interruptores); bloco D (155 interruptores); bloco Q (143 interruptores) e no bloco E (132 interruptores). Excetuando-se o bloco J que concentra essencialmente atividades administrativas, os demais blocos citados possuem em média 50% dos ambientes destinados a atividades acadêmicas.

**TABELA 11 - RESUMO DOS RESULTADOS APURADOS POR BLOCO E RESULTADO DA EDIFICAÇÃO**

TOTAIS	BI.A	BI.B	BI.C	BI.D	BI.E	BI.F	BI.G	BI.H	BI.I	BI.J	BI.K	BI.L	BI.M	BI.N	BI.P	BI.Q	Ginasio	Quadra	Piscina	Minig.	Corredores	Pátios	Teatro	RES. EDIFICAÇÃO	
Área útil (m <sup>2</sup> )	2.389	1.527	1.983	2.293	3.386	971	934	450	313	2.561	639	2.017	1.622	3.243	150	3.667	782	1.424	1.052	568	2.501	3.154	1.126	38.753	
Amb.inspeccionados	36	31	35	20	49	18	8	7	7	47	7	7	15	57	2	56	8	2	5	1	9	9	0	436	
Amb. ensino	24	22	26	13	28	12	6	0	5	0	0	3	6	35	0	38	0	1	0	0	0	0	0	219	
Modelos lumin.	8	5	5	3	12	6	2	5	3	22	5	11	8	15	3	17	2	3	3	0	3	0	9	150	
Luminárias instaladas	431	291	373	690	395	247	191	132	72	497	112	457	289	599	33	578	29	18	89	0	299	0	31	5.853	
Lum. eficientes inst.	98	73	106	637	90	234	0	21	24	79	89	341	161	407	14	396	3	0	0	0	66	0	30	2.869	
% Lum. eficientes	23%	25%	28%	92%	23%	95%	-	16%	33%	16%	79%	75%	56%	68%	42%	69%	10%	-	-	-	22%	-	-	49%	
Lâmpadas instaladas	808	537	587	875	1.048	396	380	146	163	1.078	194	826	495	1.240	50	1.104	101	50	157	20	537	28	76	10.896	
Lamp. Fluor. (32W)	26%	30%	18%	94%	29%	97%	19%	25%	42%	27%	87%	81%	49%	73%	56%	76%	24%	28%	25%	-	67%	-	45%	53%	
<b>(W) Iluminação</b>	<b>49.101</b>	<b>32.100</b>	<b>37.706</b>	<b>29.179</b>	<b>44.649</b>	<b>13.064</b>	<b>16.666</b>	<b>5.342</b>	<b>5.475</b>	<b>37.728</b>	<b>6.470</b>	<b>28.987</b>	<b>18.955</b>	<b>44.202</b>	<b>1.492</b>	<b>40.620</b>	<b>10.527</b>	<b>7.938</b>	<b>10.451</b>	<b>8.000</b>	<b>20.442</b>	<b>2.324</b>	<b>3.416</b>	<b>474.832</b>	
Relação W/m <sup>2</sup>	20,55	21,02	19,01	12,73	13,19	13,45	17,84	11,87	17,51	14,73	10,12	14,37	11,69	13,63	9,95	11,08	13,46	5,57	10,02	14,08	8,17	0,74	3,03	12,25	
Interruptores instalados	96	84	66	155	132	64	20	35	27	205	31	65	59	172	9	143	20	6	16	-	8	4	8	1.425	
(W) ilum./nr. interrup.	511	382	571	188	338	204	833	153	203	184	209	446	321	257	166	284	526	1.323	659	-	2.555	581	427	333	
Área Ilum. p/nr. interrup.	25	18	30	15	26	15	47	13	12	12	21	31	27	19	17	26	39	237	66	-	313	788	141	27	
Sistemas Inoperantes	2	2	3	11	8	2	1	1	3	9	-	3	17	17	1	6	-	-	1	1	1	-	9	98	
<b>(kWh/mês) Iluminação</b>	<b>12.809</b>	<b>8.647</b>	<b>10.141</b>	<b>6.748</b>	<b>11.332</b>	<b>3.229</b>	<b>4.016</b>	<b>1.175</b>	<b>1.089</b>	<b>8.300</b>	<b>1.423</b>	<b>7.546</b>	<b>4.451</b>	<b>10.514</b>	<b>410</b>	<b>10.032</b>	<b>695</b>	<b>524</b>	<b>690</b>	<b>352</b>	<b>1.799</b>	<b>205</b>	<b>150</b>	<b>106.278</b>	
(W) Ilum. Salas aula	10.037	7.923	9.228	3.596	7.544	2.780	3.501	0	787	0	0	5.846	1.403	6.708	0	7.557	695	524	690	352	1.799	205	150	71.323	
(W) Ilum. Laboratórios	0	0	0	390	0	201	350	0	273	0	0	0	0	552	0	415	-	-	-	-	-	-	-	-	2.182
(W) Ilum. Administração	2.773	724	913	2.762	3.788	248	165	1.175	29	8.300	1.423	1.700	3.048	3.255	410	2.060	-	-	-	-	-	-	-	-	32.773
Consumo área útil kWh/m <sup>2</sup>	5,4	5,7	5,1	2,9	3,3	3,3	4,3	2,6	3,5	3,2	2,2	3,7	2,7	3,2	2,7	284,0	0,9	0,4	0,7	0,6	0,7	0,1	0,1	2,7	

Durante a fase de tabulação dos dados verificou-se que um único interruptor (ou no máximo dois) é responsável pelo acionamento de um grande conjunto de luminárias na maioria dos ambientes inspecionados. Não foi encontrado um indicador padrão ou referencial ou norma para o número ideal de interruptores ou acionamentos para as edificações. A recomendação da COPEL (2005) é que sejam instalados interruptores objetivando facilitar as operações liga/desliga de acordo com a necessidade do local, e dependendo das características do ambiente a utilização de *timers*. Outra sugestão para otimizar a instalação, seria a divisão dos circuitos de iluminação de tal forma que seja possível utilizá-los parcialmente mantendo-se a comodidade para o usuário. Além disso, os circuitos também poderiam ser posicionados de acordo com as janelas dos ambientes, para que durante o dia as lâmpadas próximas às janelas possam ser desligadas independentemente das outras lâmpadas no interior destas áreas. Neste aspecto do levantamento verificou-se que há um potencial de economia se este ponto fosse melhorado em futuros *retrofits*. Ensaio de laboratório de Alvarez (1998) apontaram um potencial de economia de 49% confirmando a eficácia da medida. A potência instalada em iluminação por número de interruptores ( $W$  de iluminação / número de interruptores) foi igual a 333 e a área ( $m^2$ ) iluminada por número de interruptores (quantidade) é 27,19 desconsiderando os quadros de acionamento para ambas as análises.

As condições gerais do sistema de iluminação na UTFPR Campus Curitiba podem ser consideradas satisfatórias. Cabe observar que não foram feitas medições diretas de modo que as análises estão embasadas unicamente nas observações dos ambientes inspecionados e nas informações retiradas das faturas expedidas pela concessionária local.

- 59% do total global da fatura de energia elétrica (kWh/mês) são destinados à iluminação de ambientes ou 106.278 kWh/mês;
- a potência instalada em iluminação por área iluminada é de 12,25  $W/m^2$ ;
- o consumo por área útil da instalação é de 2,7 kWh / $m^2$  mês;
- 49% é a taxa de sistemas de iluminação eficientes encontrados no Campus Curitiba;
- 95% das lâmpadas utilizadas são fluorescentes, no entanto apenas 53% do total das lâmpadas instaladas são econômicas (32W);
- 88% da iluminação artificial do Campus Curitiba são satisfatórias se considerar-se a baixíssima taxa de sistemas inoperantes (1%);
- A distribuição dos interruptores pode ser considerada ruim: um único ou no máximo dois acionamentos para um grande conjunto de luminárias.

A partir das análises anteriores, foi possível a elaboração de um conjunto de indicadores globais de uso das instalações conforme a Figura 34. Conhecer os padrões de consumo de energia elétrica da instalação para o uso final de iluminação poderá auxiliar na tomada de decisão em substituição de tecnologias obsoletas, potenciais de economia por melhoria das condições gerais dos ambientes, novos programas de manutenção e conservação das instalações, dentre outras possibilidades. Os principais indicadores propostos pela pesquisa e outros complementares de igual importância estão relacionados na Figura 37.

<b>Indicadores Globais de Uso da Instalação</b>	<b>Grandeza/Unidade</b>	<b>Resultado</b>
Área útil levantada por inspeção	m <sup>2</sup>	38.753
Total de ambientes inspecionados	Quantidade	436
Total de ambientes destinados a ensino	Quantidade	219
Potência total instalada em iluminação	W	474.832
Consumo total em iluminação	kWh/mês	106.278 ou 59% na média mensal (ano base 2006)
Potência instalada em iluminação por área iluminada	W Iluminação/m <sup>2</sup>	12,25
Total de interruptores instalados	Quantidade	1.425
Potência total instalada em iluminação por número de interruptores	W Iluminação/ N Interruptores	333
Área iluminada por número de interruptores	m <sup>2</sup> /N Interruptores	27,19
Iluminação natural boa	Porcentagem	54%
Iluminação artificial boa	Porcentagem	88%
Iluminação mista boa	Porcentagem	65%
Total de luminárias instaladas	Quantidade	5.853
Total de luminárias eficientes	Porcentagem	49%
Sistemas inoperantes	Porcentagem	1%
Total de lâmpadas instaladas (*)	Quantidade	10.896
Total de lâmpadas econômicas instaladas (**)	Porcentagem	53%
Consumo mensal em iluminação por área útil	kWh/mês m <sup>2</sup>	2,74
Consumo de energia elétrica em iluminação por docente ativo (ano base 2006)	kWh/mês	151,83
Consumo de energia elétrica em iluminação por aluno matriculado (ano base 2006)	kWh/mês	7,07
Gasto total com energia elétrica por m <sup>2</sup> construído (ano base 2006)	Reais (R\$)	R\$ 16,95
Gasto mensal com energia elétrica destinada a iluminação (em dezembro 2006) tarifa horosazonal verde, período úmido.	(kWh/mês iluminação x tarifa)	R\$ 27.253,00 ou 46% do valor da fatura daquele mês
Participação (%) dos gastos com energia elétrica no orçamento do Campus Curitiba (PR)	(%)	11,77%

**FIGURA 37 – INDICADORES GLOBAIS DE USO DAS INSTALAÇÕES UTFPR**

(\*) A desagregação por lâmpada empregada ver Figura 30. (\*\*) Não se considerou se estão sendo utilizadas adequadamente nas luminárias eficientes.

#### 4.4. PROJEÇÕES ECONÔMICAS

Antes de se passar à análise dos fluxos de caixa, cabe definir o conceito de fluxo de caixa livre e *payback* ou período de recuperação do investimento.

Um aspecto importante na tomada de decisão de investimento de capital é a determinação do fluxo de caixa livre do projeto. O fluxo de caixa livre é “o fluxo de caixa líquido do projeto após os ajustes de gastos que não envolvam saída de caixa (depreciação, amortização, financiamentos não onerosos entre outros)” (LEMES JUNIOR; RIGO; CHEROBIM, 2005 p. 152).

O período de recuperação do investimento ou *payback* é definido pelo número de anos necessários para a recuperação do capital investido no projeto. Trata-se de uma ferramenta de avaliação de fácil entendimento e foi o primeiro método formal de avaliação de projetos (BRIGHAM; HOUSTON, 1999). É frequentemente utilizado pelos empresários como indicador principal ou complementar dependendo da complexidade do investimento e da decisão envolvida.

O fluxo de caixa 1 considerou a substituição das luminárias modelo Comercial Plafonier Tipo BB para 2 ou 4 lâmpadas de 40W ou ainda de 20W. Estas luminárias estão concentradas nos blocos E, N, Q e R. Cabe ressaltar que o bloco E é o maior concentrador de ambientes de ensino utilizados no período da noite e que utilizam estes sistemas antigos, com 22 salas teóricas e duas salas de desenho. Os investimentos compreendem a compra de luminárias de sobrepôr, com corpo em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor facetado em alumínio de alta pureza e refletância, sem aletas. O modelo proposto já é utilizado no Campus e está ilustrado no Anexo-D. A luminária requer o uso de 2 lâmpadas de 32W e reator eletrônico. Foi feito um levantamento de preços em Curitiba (PR), entre os dias 26 e 27 de fevereiro de 2007, verificando-se o preço médio unitário de R\$ 44,14 para a luminária, o reator R\$ 25,25 e R\$ 6,30 para cada lâmpada fluorescente de 32W, totalizando o valor de R\$ 81,99 o conjunto completo. Nestes valores já estão incluídos os impostos. Será necessária a substituição de 350 luminárias completas. O custo de mão de obra foi fixado em R\$ 10,00 por unidade instalada, já considerados os encargos trabalhistas envolvidos.

O fluxo de caixa 2 considerou apenas a substituição das lâmpadas de 40 W por lâmpadas de 32W que estavam instaladas indevidamente nas luminárias eficientes. Verificou-se a necessidade da substituição de 850 lâmpadas. A síntese dos principais elementos considerados nas projeções econômicas por meio da técnica do fluxo de caixa aparecem relacionadas na Tabela 12.

**TABELA 12 - SÍNTESE DOS RESULTADOS ESPERADOS**

<b>1. Investimento Inicial</b>	<b>Fluxo Caixa 1</b>	<b>Fluxo Caixa 2</b>
1.1. Troca de Luminárias 2 x 32W (350 un)	(R\$ 32.197)	-
1.2. Troca de Lâmpadas de 40W-32W (850 un)	-	(R\$ 14.450)
1.3. Troca de Lâmpadas de 40W-32W (750 un) ao término vida útil	(R\$ 36.771)	-
1.4. Troca de Lâmpadas de 40W-32W (850 un) ao término vida útil	-	(R\$ 44.652)
1.5. Depreciação	(R\$ 4.201)	(R\$ 1.220)
<b>2. Economias Iniciais Geradas</b>		
2.1. Diferença de W entre lâmpada de 40W-32W (economia)	(16W)	(8W)
2.2. Diferença de W reator ineficiente	(10W)	-
2.3. Economias geradas pela substituição tecnologia obsoleta	(19.500W)	(6.800W)
2.4. Economia total no primeiro ano (R\$)	R\$ 25.966	R\$ 12.011
2.5. Economia acumulada no décimo ano (R\$)	R\$ 52.558	R\$ 24.313
<b>3. Fluxo de Caixa Livre</b>		
3.1. Fluxo de caixa livre no ano 1	R\$ 22.746	R\$ 11.076
3.2. Fluxo de caixa livre no ano 10	R\$ 313.641	R\$ 94.901

a) Análise dos benefícios auferidos pela substituição do conjunto completo luminária, reator e 2x32W.

Os totais dos investimentos aparecem destacados em vermelho no item 1 **Investimentos** conforme o Fluxo de Caixa 1 mostrado na Tabela 12, e consideraram a compra de todo o material necessário (luminárias, lâmpadas, reatores), os custos de mão de obra e as lâmpadas de reposição. O tempo de vida útil estimado pelos fabricantes para as lâmpadas fluorescentes, é de 8.000 horas e a substituição se daria a cada dois anos considerando-se apenas a exaustão do produto (fim da vida útil). Não foram considerados aumentos nos preços das lâmpadas, dado que há a tendência de queda pelo incremento da escala de produção dos fabricantes. O período projetado foi de 10 anos levando-se em conta a depreciação física das lâmpadas. As luminárias, de acordo com o manual do fabricante, possuem vida útil estimada acima de 10 anos.

Do lado das economias geradas, considerou-se um preço médio de R\$ 15,00 para um conjunto com duas lâmpadas fluorescentes de 40W contra R\$ 13,00 o conjunto de duas lâmpadas de 32W.

A perda dos reatores ineficientes conforme tabelas e informação dos fabricantes foi estimada em 10W para cada conjunto de duas lâmpadas. A diferença de consumo entre as lâmpadas é de 8W (40W - 32W) totalizando 16W. O potencial de consumo de energia pela substituição da luminária seria 26W (somadas as economias pela diferença de consumo das lâmpadas mais a perda do reator do conjunto ineficiente) para uma utilização média de 12h diárias e 22 dias úteis ao mês. O potencial de economia ficou em 3.881 kWh/mês totalizando uma economia no primeiro ano de R\$ 25.966. O fluxo de caixa livre apresentou-se positivo para os anos projetados chegando ao décimo ano com R\$ 313.641 de resultado positivo, isto é, consideradas as economias geradas pela diminuição do consumo em relação aos investimentos necessários para mantê-los em funcionamento, incluindo-se a troca das lâmpadas ao término da vida útil, e diferença de preço entre as lâmpadas de 40W e 32W, sendo as primeiras mais caras em relação às segundas.

Observe-se que o retorno aparece já a partir do segundo ano, pois na medida em que a luminária é substituída já começa a gerar economia pela diminuição do consumo de energia. Cabe salientar que se trata de um estudo que considerou a substituição de apenas um modelo de luminária por outra substituta equivalente. A coleta de dados evidenciou que existem ainda 900 luminárias ineficientes de diversos modelos, mas para um estudo de viabilidade de substituição destas caberia um novo trabalho levando em conta os aspectos da luminotécnica, a variedade das características específicas de cada ambiente e as necessidades dos usuários.

O fluxo de caixa 1 (Tabela 13) demonstrou que a substituição é favorável ao investidor com retorno positivo já a partir do segundo ano se mantidas as premissas adotadas para preço dos produtos, correção anual do preço da energia e metas de inflação do governo.

TABELA 13 - FLUXO DE CAIXA 1 – SUBSTITUIÇÃO DE LUMINÁRIAS COMERCIAL PLAFONIER TIPO BB

ITEM	ATIVIDADE		PERÍODO PROJETADO (ANUAL)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1</b>	<b>Investimentos</b>	<b>R\$ 1,00</b>	<b>(R\$ 3.220)</b>	<b>(R\$ 3.316)</b>	<b>(R\$ 15.673)</b>	<b>(R\$ 3.518)</b>	<b>(R\$ 3.624)</b>	<b>(R\$ 15.989)</b>	<b>(R\$ 3.844)</b>	<b>(R\$ 3.960)</b>	<b>(R\$ 16.336)</b>	<b>(R\$ 4.201)</b>
1.1.	Luminária completa * (2x32W)	81,99										
1.2.	Mão de obra instalação	10,00										
	Total da substituição 350 sistemas	R\$ 32.197										
	Depreciação física	R\$ 3.220	(R\$ 3.220)	(R\$ 3.316)	(R\$ 3.416)	(R\$ 3.518)	(R\$ 3.624)	(R\$ 3.732)	(R\$ 3.844)	(R\$ 3.960)	(R\$ 4.079)	(R\$ 4.201)
1.3.	Fim vida útil das lâmpadas	700										
	Conjunto (2x32W) + M.O.	R\$ 17										
	Total da troca lâmpadas	R\$ 11.900		(R\$ 12.257)			(R\$ 12.257)			(R\$ 12.257)		
<b>2</b>	<b>Economias</b>	<b>R\$ 1,00</b>	<b>R\$ 25.966</b>	<b>R\$ 28.082</b>	<b>R\$ 30.371</b>	<b>R\$ 32.846</b>	<b>R\$ 35.523</b>	<b>R\$ 38.418</b>	<b>R\$ 41.549</b>	<b>R\$ 44.935</b>	<b>R\$ 48.598</b>	<b>R\$ 52.558</b>
2.1.	2 lâmpadas 40W	R\$ 15										
	2 lâmpadas 32W	R\$ 13										
	Substituição de 750 lâmpadas	R\$ 10.500										
	Economia substituição cada 2 anos				R\$ 2.825			R\$ 2.825			R\$ 2.825	
	Consumo reator ineficiente	10W										
	Diferença consumo lâmpadas (40W - 32W * 2)	16W										
	Consumo total conj. ineficiente	26W										
2.2.	Economia W (reator+lamp)	14.700										
2.3.	Utilização média 12 h	176.400										
	Em kWh (1000)	176										
	Consumo 22 dias úteis (kWh)	3.881										
	Tarifa **	R\$ 0,55757										
2.4.	Total das economias anuais	R\$ 25.966										
<b>3</b>	<b>FLUXO DE CAIXA LIVRE</b>		<b>R\$ 22.746</b>	<b>R\$ 47.512</b>	<b>R\$ 65.035</b>	<b>R\$ 94.363</b>	<b>R\$ 126.262</b>	<b>R\$ 151.516</b>	<b>R\$ 189.220</b>	<b>R\$ 230.196</b>	<b>R\$ 265.283</b>	<b>R\$ 313.641</b>

\* Conjunto luminária com refletor de alumínio, para duas lâmpadas de 32W com reator eletrônico; \*\* Composição de tarifa na ponta e fora da ponta na tarifa verde (ano base dez-2006)

b) Análise dos benefícios auferidos pela substituição das lâmpadas de 40W por lâmpadas de 32W instaladas em luminárias eficientes.

O Fluxo de Caixa 2 mostrado na Tabela 14 considerou a substituição de 850 lâmpadas de 40W instaladas indevidamente ou conjuntamente em luminárias consideradas eficientes. Foram mantidas as mesmas premissas adotadas na elaboração do Fluxo de Caixa 1 na Tabela 13.

Neste caso, o retorno aparece já no primeiro ano com economias de 6.800W de potência instalada em lâmpadas. O fluxo de caixa livre no primeiro ano pagaria os investimentos iniciais e haveria sobra de caixa para o segundo ano. Estes recursos poderiam ser redirecionados para a substituição das outras luminárias consideradas ineficientes. Cabe enfatizar que os benefícios econômicos devem ser considerados juntamente com o maior conforto do usuário pela utilização de sistemas de iluminação adequados, no entanto este aspecto não faz parte do escopo desta pesquisa.

No caso do fluxo de caixa 2, substituição somente das lâmpadas, verificou-se que os blocos D, H, J, L, M, N e Q concentram um grande número de lâmpadas de 40 W a serem substituídas. Os blocos Q e N seriam amplamente beneficiados, considerando as taxas de ocupação para ambientes destinados a ensino. Ainda que subjetivamente há de se considerar como benefícios esperados maior produtividade dos usuários pelo conforto auferido pelos novos sistemas. Diante disso, o fluxo de caixa 2 igualmente apresenta-se favorável com retornos positivos para o investidor.

Reiterando, os estudos e análises desta pesquisa estão embasados nos resultados das observações do levantamento por inspeção, dados disponíveis nas faturas de energia elétrica do Campus Curitiba e informações coletadas em órgãos oficiais ligados a área de energia. Não foram feitas medições diretas nos ambientes.

TABELA 14 - FLUXO DE CAIXA 2 – SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS

ITEM	ATIVIDADE		PERÍODO PROJETADO (ANUAL)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1</b>	<b>Investimentos</b>	<b>R\$ 1,00</b>	<b>(R\$ 935)</b>	<b>(R\$ 963)</b>	<b>(R\$ 15.875)</b>	<b>(R\$ 1.022)</b>	<b>(R\$ 1.052)</b>	<b>(R\$ 15.967)</b>	<b>(R\$ 1.116)</b>	<b>(R\$ 1.150)</b>	<b>(R\$ 16.068)</b>	<b>(R\$ 1.220)</b>
1.1.	Lâmpada de 32W	R\$ 6,00										
1.2.	Mão de obra instalação	R\$ 5,00										
	<u>Total da substituição de 850 lamp.</u>	<u>R\$ 9.350</u>										
1.3.	Depreciação física	R\$ 935	(R\$ 935)	(R\$ 963)	(R\$ 992)	(R\$ 1.022)	(R\$ 1.052)	(R\$ 1.084)	(R\$ 1.116)	(R\$ 1.150)	(R\$ 1.184)	(R\$ 1.220)
1.4.	Fim vida útil das lâmpadas	850										
	Conjunto (2x32W) + M.O.	R\$ 17										
	<u>Total da troca lâmpadas</u>	<u>R\$ 14.450</u>			<u>(R\$ 14.884)</u>			<u>(R\$ 14.884)</u>			<u>(R\$ 14.884)</u>	
<b>2</b>	<b>Economias (**)</b>	<b>R\$ 1,00</b>	<b>R\$ 12.011</b>	<b>R\$ 12.990</b>	<b>R\$ 14.049</b>	<b>R\$ 15.194</b>	<b>R\$ 16.432</b>	<b>R\$ 17.772</b>	<b>R\$ 19.220</b>	<b>R\$ 20.786</b>	<b>R\$ 22.480</b>	<b>R\$ 24.313</b>
2.1.	1 lâmpada 40W	R\$ 7,5										
	<u>Economia substituição cada 2 anos</u>				<u>(8.326)</u>			<u>(8.326)</u>			<u>(8.326)</u>	
2.2.	Diferença consumo lâmpadas (40W - 32W * 2)	8W										
2.3.	Economia (W) lâmpadas	6.800										
2.4.	Utilização média 12 h	81.600										
	Em kWh (1000)	82										
	Consumo 22 dias úteis (kWh)	1.795										
	Tarifa	R\$ 0,55757										
2.5.	<u>Total das economias anuais</u>	<u>R\$ 12.011</u>										
<b>3</b>	<b>FLUXO DE CAIXA LIVRE</b>		<b>R\$ 11.076</b>	<b>R\$ 23.104</b>	<b>R\$ 12.951</b>	<b>R\$ 27.124</b>	<b>R\$ 42.504</b>	<b>R\$ 35.982</b>	<b>R\$ 54.085</b>	<b>R\$ 73.722</b>	<b>R\$ 71.808</b>	<b>R\$ 94.901</b>

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho pretendeu enfatizar a importância da lógica da conservação e eficiência energética por meio de uma revisão bibliográfica abrangente e atual sobre o tema e uma aplicação prática que analisou os atuais padrões de consumo de energia elétrica para iluminação de ambientes, no prédio público federal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba.

Para se verificar como a edificação de uma universidade pública se comporta em padrões de consumo de energia elétrica, foi idealizado este estudo donde foi possível chegar a resultados que pode contribuir significativamente no planejamento de futuras ações e projetos em eficiência energética com a finalidade reduzir seu consumo.

A primeira pergunta a ser respondida pela pesquisa está relacionada aos padrões de consumo de energia elétrica com a iluminação de ambientes, dadas as indicações que este uso final é o mais expressivo nos prédios públicos que não utilizam sistemas de climatização artificial. O Campus Curitiba no período entre 2000 a 2006 reduziu a participação dos gastos relacionados à iluminação. Estimativas no ano de 2000 (Krüger, Miranda, Cervelin, 2002), indicaram que em torno de 80% da energia elétrica consumida eram destinados à iluminação de ambientes. A pesquisa revelou que em 2006 a iluminação consumiu em torno de 106.278 kWh/mês, considerando os sistemas atualmente disponíveis, representando 59% do total do consumo de energia elétrica medido pela COPEL. As campanhas de conscientização para manter as luzes apagadas ao sair dos ambientes, por exemplo, foram importantes no processo de mudança de hábitos de consumo.

A estrutura geral de iluminação dos ambientes foi considerada boa, com a utilização de 49% de sistemas de iluminação<sup>36</sup> eficientes. Este dado revela que existe um expressivo potencial de economia e que ações na melhor eficiência do Campus são viáveis. A Universidade vem adotando desde 1997 por meio da sua Comissão Interna de Conservação de Energia - CICE ações para a melhoria das condições da iluminação dos ambientes e embora não se possa comprovar que os resultados obtidos estão relacionados às suas iniciativas, entende-se que as campanhas, estudos e substituições de equipamentos obsoletos podem ter tido uma participação considerável na redução do consumo de energia elétrica.

---

<sup>36</sup> Luminária com refletor de alumínio, sem aletas, com uso de reator eletrônico e lâmpada econômica (2x32 W).

Em relação aos padrões de consumo, observou-se que o Campus expandiu discretamente a infra-estrutura em 2006 comparativamente ao ano de 2000. O número de docentes e alunos aumentou e investimentos para ampliação e melhoria dos ambientes de ensino demandaram mais energia. No entanto, quando comparados os desembolsos realizados com os consumos medidos e faturados pela concessionária, observou-se a redução do consumo em kWh e aumento dos desembolsos realizados em reais (R\$) para pagamento das faturas. Ocorreu uma relação inversa entre ganhos de economia no consumo em kWh mês e o aumento de valores a pagar. O Campus tem obtido êxito nos esforços de geração de economias, mas este diferencial de ganho têm se perdido em meio a tarifas em ascensão, a burocracia típica da gestão de instituições públicas e os dispositivos governamentais que garantem arrecadação de recursos para financiar problemas estruturais do setor elétrico, como no caso dos encargos de capacidade emergencial cobrados diretamente nas faturas dos consumidores de todas as categorias, que custou à Universidade no período 2002-05 o correspondente a R\$ 71.462 ou 70% do total de outros valores pagos que não consumo direto de energia.

A CICE é um importante programa interno de combate ao desperdício, no entanto, em muitos segmentos do governo não se tem alcançado resultados desejáveis, desta forma sendo necessária a restauração de sua importância bem como intercâmbio e troca destas práticas com a iniciativa privada, a qual está muito à frente quando o assunto é economia de energia. No caso da CICE do Campus Curitiba, verificou-se esforços dos participantes da comissão anterior na tarefa de promover o uso racional, eficiente e consciente das instalações, entretanto, em conversa informal com ex-componentes, verificou-se que faltaram recursos financeiros e pessoas para melhor conduzir as ações em planejamento.

A partir dos dados disponíveis sobre as instalações e os sistemas de iluminação em uso, foi possível gerar um conjunto de indicadores que refletem como a instituição utiliza a energia elétrica e como impacta na iluminação de ambientes. Alguns indicadores já são mencionados na literatura e outros são frutos de pesquisas realizadas em outras instituições. Outros indicadores ainda foram construídos pela disponibilidade de informações deste trabalho.

Dentre os indicadores relacionados vale ressaltar a participação da iluminação natural dos ambientes, que foi considerada 54% boa na maioria dos casos. Os sistemas artificiais foram considerados 88% bons, refletindo um bom grau de satisfação quanto à disponibilidade. Verificou-se que o item mais crítico de todo o

sistema é a disponibilidade de acionamentos das luminárias. No geral, há apenas um ou no máximo dois interruptores por ambiente que acendem um grande conjunto de luminárias, desta forma obrigatoriamente consumindo mais energia do que o efetivamente necessário. Por outro lado, o baixo percentual de sistemas inoperantes revela que a área de manutenção do Campus é ágil na substituição de lâmpadas queimadas e luminárias defeituosas. Um problema considerado crítico é a utilização de lâmpadas de 40W em substituição às econômicas de 32W. Tal situação compromete a eficiência do sistema pelo aumento do consumo de lâmpadas de maior potência. A estrutura é grande e a gestão pode ser considerada satisfatória dada as condições de disponibilidade de pessoal e materiais de reposição. O controle do consumo da energia elétrica realizado pela área de manutenção pode ser considerado efetivo, pois estes dados são monitorados permanentemente por meio de extratos emitidos pela COPEL e outras informações disponíveis em seu *website*. Outras melhorias possíveis independem de ações diretas dos responsáveis, pois estão relacionadas a preços de tarifas ou decisões de nível estratégico do Campus. Os demais indicadores relacionados podem ser utilizados como parâmetros no auxílio em novos projetos, *retrofits*, planejamento de manutenção e outras atividades objetivando otimizar o uso da energia elétrica destinada à iluminação.

As projeções econômicas revelaram rápido retorno do capital investido, em torno de dois anos, e benefícios econômicos positivos no horizonte de 10 anos. No caso dos gestores manifestarem interesse em ampliar o escopo das ações de eficiência energética do Campus, estes indicadores são ponto de partida para análises mais detalhadas. Entende-se que os resultados da pesquisa poderão contribuir, na elaboração de um projeto mais estruturado e de acordo com as exigências da concessionária, para uma futura solicitação junto a COPEL, de recursos para ampliar o escopo dos programas de eficiência da iluminação artificial das instalações.

O fluxo de caixa positivo do primeiro ano, pela substituição das luminárias do tipo Comercial BB, pagaria os investimentos iniciais para a troca das lâmpadas de 40W que estão sendo indevidamente usadas no lugar das lâmpadas econômicas de 32W. Entende-se que este recurso só é utilizado pela demora nos processos de compras, que na esfera pública dependem de licitações de acordo com a Lei 8.666<sup>37</sup>, de forma que na reposição de lâmpadas defeituosas é utilizado o material disponível no estoque independentemente de ser a melhor alternativa em eficiência e economia. Vale

---

<sup>37</sup> Lei nº 8.666, 21 de junho de 1993 que estabelece as normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços (inclusive de publicidade), compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

destacar que os benefícios econômicos verificados não levaram em conta o aumento de produtividade dos usuários o que de forma subjetiva valoriza as ações de eficiência das instalações.

O mapeamento construído durante este estudo (ver Tabela 11) revelou que há espaço para outras ações que podem contribuir na redução de gastos e na melhoria das condições de iluminação dos ambientes. A eficiência em prédios públicos, além de propiciar economia ao Estado, promove a cultura da poupança de recursos, e no caso de prédio público de uma universidade, pode despertar o interesse em pesquisas de novos produtos com tecnologias mais eficientes e ambientalmente corretas. O uso racional de energia elétrica na administração pública, mais do que um problema de economia, é uma questão de respeito pelo dinheiro do contribuinte que financia parte das atividades destas instituições por meio do pagamento de tributos. A contrapartida esperada, é a agilidade e a disponibilidade dos serviços a tempo de resolver as necessidades dos usuários. Como sugestões para futuras pesquisas destacam-se:

- estudo de melhor aproveitamento da iluminação natural dos ambientes da instalação;
- estudo de redistribuição de circuitos para a melhoria da disponibilidade de acionamentos das luminárias;
- ampliação do escopo dos indicadores nos demais usos finais da energia elétrica da instalação;
- estudo de potencial de conservação de energia elétrica pela substituição de tecnologias obsoletas;
- medição da iluminação para cada função afim de se verificar se estão de acordo com a NBR 5413. A partir destes resultados análise de cenários com novas tecnologias disponíveis no mercado em sistemas de iluminação artificial;

O estudo mostrou que as ações de eficiência energética, quando planejadas e estruturadas pela parte interessada, trazem ganhos aos usuários, ao caixa da instituição, ao governo e meio ambiente. Nas instituições públicas, diferentemente das empresas privadas, a mudança cultural é mais demorada mas deve ser perseguida pois os ganhos são positivos quando o desperdício é eliminado cedendo lugar a práticas racionais de uso dos recursos públicos.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Yolanda Vieira de. **A reestruturação do setor elétrico brasileiro: questões e perspectivas**. São Paulo: USP, 1999. (Dissertação de Mestrado em Engenharia).

AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENER - ADEME. Disponível em <<http://www.ademe.fr>> Acesso em: 11 set. 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Conselho de consumidores**. <<http://www.conselhodeconsumidores.aneel.gov.br>> Acesso em: 17 abr. 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso em: 13 out. 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Cadernos temáticos ANEEL: tarifas de fornecimento de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2 ed. Brasília: ANEEL, 2005.

AGÊNCIA REGULADORA DO ESTADO DA BAHIA – AGPB. **Consumidor de energia paga taxa para instalação e manutenção de usinas térmicas emergenciais**. Disponível em <<http://www.arpb.pb.gov.br>> Acesso em: 19 fev. 2007.

ALVAREZ, André Luiz Monteiro. **Uso racional e eficiente de energia elétrica: metodologia para a determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares**. São Paulo, 1998. Dissertação, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ANUÁRIO EXAME: Infra-Estrutura 2005-2006. Ano 39, n. 23, p.92-99, novembro, 2005.

ATIYEL, Said Oliveira. **Gestão de resíduos sólidos: o caso das lâmpadas fluorescentes**. Porto Alegre, 2001. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Administração – Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Administração.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Iluminância de interiores**. ABNT NB-57/82 Comitê Brasileiro de Eletricidade. Comissão de Estudo de Iluminância de Interiores. NBR 5413 ABR/1982. CDU: 628.9.06 p.1-3.

BANCO CENTRAL DO BRASIL – BCB. **Preços administrados**. Disponível em <<http://www.bcb.gov.br>> acesso em 20 de fev. 2007.

BRIGHAM, Eugene F.; HOUSTON, Joel F. **Elementos da moderna administração financeira**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.

BRUNI, Adriano Leal; FAIMÁ, Rubens. **Gestão de custos e formação de preços**. São Paulo: Atlas, 2004.

CATÁLOGO SELO PROCEL 2005. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com.br>> Acesso em: 04 ago. 2005.

CLIMATE CHANGE. Disponível em: <<http://www.epa.gov/climatechange>> Acesso em: 11 set. 2006.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br>> Acesso em: 13 ago. 2005.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL. **Balço Energético do Paraná – 2006**. Disponível em <<http://copel.com>> Acesso em: 15 abr. 2007.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL. Disponível em <<http://copel.com>> Acesso em: 13 ago. 2006.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL. Disponível em: <<http://www.copel.com>> Acesso em: 25 ago. 2006.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL. **Manual de eficiência energética na indústria**. Curitiba, 2005.

CHUAHY, Eduardo; VICTER, Wagner Granja. **Setor elétrico brasileiro: uma análise crítica e histórica**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2002.

DEHOFF, Peter. O impacto da iluminação no bem estar dos trabalhadores de escritórios. **Revista Eletricidade Moderna**, n. 383, p. 70-81, fev, 2006.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD AND RURAL AFFAIRS - DEFRA. Disponível em: <<http://www.defra.gov.uk>> Acesso em: 10 set. 2006.

DIAS, Charles Correa. **As lâmpadas e a física**. Disponível em: <<http://www.mundofisico.joinville.udesc.br>> Acesso em: 15 set. 2005.

ELETROBRÁS CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Memória da Eletricidade. **A história do setor de energia elétrica no Brasil**. Disponível em <<http://www.memoria.eletronbras.com.br>>. Acesso em: 19 fev. 2007.

ELETROBRÁS CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Núcleo de Prédios Públicos. Contato com Clóvis José da Silva, Engenheiro Eletricista do Departamento de Projetos Especiais. Thu, 1 Jun 2006 14:37:52 -0300.

ELETROBRÁS CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **A Eletrobrás e a história do setor de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro, Centro de Memória da Eletricidade no Brasil, 1995.

ELETROBRÁS CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **Plano 2015: Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015.v.1 Relatório Executivo**. p.82, abril. 1994.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Plano nacional de energia 2030**. Eficiência Energética: um desafio estratégico para o MME. Disponível em <[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)> Acesso em: 18 fev. 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Plano nacional de energia 2030**. Eficiência Energética. Disponível em <[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)> Acesso em: 18 fev. 2007.

ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY – EERE. Disponível em <[www.eere.energy.gov](http://www.eere.energy.gov)> Acesso em 18 fev. 2007.

GHISI, Enedir; LAMBERTS, Roberto. **Influência das características reflexivas da luminária e da refletância das paredes na potência instalada em sistemas de iluminação**. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído Qualidade no Processo Construtivo. 27 a 30 de abril de 1998. Florianópolis – SC.

GOMES, Antonio Claret S.; ABARCA, Carlos David G.; FARIA, Elíada Antonieta S.T.; FERNANDES, Heloísa Helena de O. **O setor elétrico**. Disponível em <<http://www.bndes.gov.br>> Acesso em: 01 ago. 2005.

GUERREIRO, Amílcar. **Notas do seminário tecnologias energéticas do futuro: novas perspectivas energéticas, eficiência energética e regulação**. Curitiba, 2006.

GUIMARÃES JUNIOR, Mario. Quem vai apagar (a) luz? **Ciência Hoje** vol. 29 p.40-47, nº 172, Rio de Janeiro, 2001.

HADDAD, Jamil. **Eficiência e conservação de energia**. Dossiê Energia Positiva para o Brasil. Disponível em <[www.greenpeace.org.br](http://www.greenpeace.org.br)> Acesso em 10 set. 2006.

HADDAD, Jamil. Uso eficiente da energia: dos incentivos regulatórios recentes até a atual lei de eficiência energética. **Revista Brasileira de Energia**. v.9, p.107-118, 2002.

HENDERSON, S.R.; MASDEN, A.M. **Lamps and lighting**. Crane Rush & Company, New York, 2 ed. 1972.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Iluminação de estado sólido torna-se mais eficiente e mais inteligente**. Disponível em <<http://www.inovaçãotecnológica.com.br>> Acesso em 31 maio de 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDÚSTRIA – INMETRO. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/linmetro/histórico>> Acesso em: 05 mai. 2007.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACION Y AHORRO DE LA ENERGIA - IDAE. Disponível em: <<http://www.idade.es>> Acesso em: 10 set. 2006.

JANNUZZI, Gilberto De Martino. **Aumentando a eficiência nos usos finais de energia no Brasil**. Trabalho apresentado no evento Sustentabilidade na Geração e uso de Energia, UNICAMP, 18 a 20 de fevereiro de 2002.

KAISER, Walter. Apostila da PEA: **Lâmpadas elétricas e luminotécnica**. Disponível em: <<http://www.eletopec.pea.usp.br>> Acesso em: 24 ago. 2006.

KRÜGER, Eduardo Leite; MIRANDA, Pérsio Luiz Karam; CERVELIN, Severino. Otimização do consumo de eletricidade em uma instituição de ensino. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, v.335, p.196-215, 2002.

KRÜGER, Eduardo Leite. **Uma abordagem sistêmica da atual crise ambiental**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFPR/Curitiba, v. 4, p. 37-43, 2001.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

LEITE, Antonio Dias. **Racionamento de energia não decorre só de chuvas**. Disponível em: <<http://www.eletobrás.gov.br>> Acesso em: 24 abr. 2006.

LEMES JUNIOR, Antonio, Barbosa Lemes; RIGO, Cláudio Miessa; CHEROBIN, Ana Paula Mussi Szabo. **Administração financeira**. São Paulo: Campus, 2002.

LOYOLA, Gustavo. **Verdadeiros e falsos pecados da equipe econômica**. Disponível em: <<http://www.eletobrás.gov.br>> Acesso em: 24 abr. 2006.

LUME ARQUITETURA. **LEDs são a nova aposta da Philips para revolucionar o mercado brasileiro de iluminação.** Disponível em: <<http://www.lumearquitetura.com.br>> Acesso em 23 set. 2005.

MAGALHÃES, Luiz Carlos. **Orientações gerais para conservação de energia elétrica em prédios públicos:** PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. 1ª ed., 2001.

MANUAL DE TREINAMENTO DAS CICE's. Elaboração: JOTA, Patrícia Romeiro da Silva (CPEI); ROCHA RIVETTI, Leonardo Resende (CEMIG).

MARTINS, Maria Paula de Souza. **Inovação tecnológica e eficiência energética.** Disponível em <<http://www.eletrabras.gov.br>> Acesso em 21 out. 2005.

MARTINS, André Ramon Silva et. al. [organizadores: Jamil Haddad, Sérgio Catão Aguiar. **Eficiência energética:** integrando usos e reduzindo desperdícios. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL; Agência Nacional do Petróleo - ANP, 1999.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Decreto nº 3.818, de 15.05.2001.** Disponível em <<http://ftp.mct.gov.br/legis/decretos>> Acesso em: 07 mai. 2007.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. **Balanco energético nacional – resultados preliminares.** Disponível em <<http://www.mme.gov.br>> Acesso em: 25 abr. 2007.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. **Plano nacional de energia 2030:** eficiência energética. Disponível em <<http://www.mme.gov.br>> Acesso em: 31 ago. 2006.

MONTEIRO, Paulo Roberto Duailibe. Projeto de eficiência energética nas instalações de uma universidade. **Revista Eletricidade Moderna**, n.379, p. 68-83, out., 2005.

MUCELIN, Carlos Alberto. **Estatística elementar e aplicada às tecnologias.** Medianeira, PR, 2006.

NASSIF, Luis. **O programa da câmara do apagão.** Disponível em: <<http://www.eletrabras.gov.br>> Acesso em: 24 abr. 2006.

NETO, Carlos Alvarez da Silva Campos. **A crise energética.** Boletim de Política Industrial. Disponível em <<http://www.ipea.gov.br>> Acesso em 18 fev. 2007.

NEXANT Inc.; VIBHAVA Consultoria Empresarial; RSC Tecnologia e Serviços em Energia LTDA. **Programa de eficientização energética de prédios públicos através de ESCO's:** balizadores para implementação: 2001. Disponível em: <<http://www.inee.gov.br>> Acesso em: 12 set. 2006.

OLIVEIRA, Adilson de. **Razões da crise do setor energético.** Disponível em: <<http://www.eletrabras.gov.br>> Acesso em: 24 abr. 2006.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de metodologia científica:** projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

ONAGA, Marcelo, SALOMÃO, Alexa, PAUL, Gustavo. **Prepare-se para a energia cara:** estudo exame energia. Ano 40, n.8, p.2-5, abril, 2006.

- OSRAM DO BRASIL LÂMPADAS ELÉTRICAS LTDA. **Manual luminotécnico prático**. Disponível em <<http://www.osram.com.br>> Acesso em: 03 ago. 2006.
- PANESI, André R. Quinteros. **Fundamentos de eficiência energética**. São Paulo: Ensino Profissional, 2006.
- POOLE, Alan Douglas; LIMA, Luís Eduardo Alves de; HACKEROTT, Carlos Frederico; CAMPOS, Mariana. **New financial intermediation mechanisms for energy efficiency projects in Brazil, China and India: analysis of the viability and design of a guarantee facility for energy efficiency projects**. Disponível em <<http://www.abesco.com.br>> Acesso em: 30 set. 2006.
- PROGRAMA CELESC DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – PROCELEFICIÊNCIA. Disponível em: <<http://proceleficiencia.celesc.com.br>> Acesso em 07 mai. 2007.
- PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA - PROCEL. Disponível em: <<http://www.eletrabras.com.br>> Acesso em: 15 jun. 2006.
- PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA - PROCEL. Disponível em: <<http://www.eletrabras.com.br>> Acesso em: 03 ago. 2005.
- PROGRAMA NACIONAL DE RACIONALIZAÇÃO DO USO DOS DERIVADOS DE PETRÓLEO E DO GÁS NATURAL - CONPET. **Conheça a Lei de Eficiência Energética**: lei foi implementada após crise energética de 2001. Disponível em <<http://www.conpet.gov.br>> Acesso em: 10 set. 2006.
- PROGRAMA NACIONAL DE RACIONALIZAÇÃO DO USO DOS DERIVADOS DE PETRÓLEO E DO GÁS NATURAL - CONPET. **Lei de Eficiência Energética promove avanços tecnológicos**. Disponível em <<http://www.conpet.gov.br>> Acesso em: 10 set. 2006.
- PROGRAMA PARA USO EFICIENTE DE ENERGIA NA USP – PURE. Disponível em <<http://www.pure.usp.br>> Acesso em: 10 abr. 2007.
- RACHID, Jorge. **Carga tributária brasileira atingiu 37,37% do PIB em 2005**. Disponível em <[www.receita.fazenda.gov.br](http://www.receita.fazenda.gov.br)> Acesso em 20 de fev. 2007.
- REBELATTO, Daisy. **Projeto de investimento**. São Paulo: Manole, 2004.
- REDE CIDADES EFICIENTES EM ENERGIA ELÉTRICA – RCE. Disponível em: <<http://www.rce.org.br>> Acesso em: 24 mai. 2006.
- REIS, Lineu Bélico dos; SILVEIRA, Semida. **Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável**: introdução de uma visão multidisciplinar. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.
- RESOLUÇÃO 456 de 29 de Novembro de 2000. **Condições gerais de fornecimento de energia elétrica**. Rio de Janeiro: ABRADE, 2000.
- RODRIGUES, Pierre. **Manual de iluminação eficiente**: PROCEL Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. 1 ed. Julho, 2002. Disponível em <<http://www.eletrabras.com.br>> Acesso em: 05 set. 2005.
- ROSA, Luiz P.; TOLMASQUIM, Mauricio T. & D'ARAUJO, Roberto. **O Brasil e os riscos de déficit de energia**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

SAIDEL, Marco Antonio; KANAYAMA, Paulo Hélio; CARVALHO, Cláudio Elias; ALVAREZ, André Luiz Monteiro; UDAETA, Miguel Edgar Morales. **A conservação de energia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

SAUER, Luis Ildo; VIEIRA, Paulo José; KIRSHINER, Carlos Augusto Ramos. **Racionamento de energia elétrica decretado em 2001**: um estudo sobre as causas e as responsabilidades. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br>> Acesso em: 23 abr. 2006.

SAUER, Ildo. **O futuro do Brasil no campo da eficiência energética**. Disponível em <<http://www.conpet.gov.br>> Acesso em: 14 mar. 2005.

SCHUBERT, Fred E., KIM, Jong Kyu. **Solid-state light sources getting smart**. Disponível em <<http://www.sciencemag.org>> . Acesso em: 18 fev. 2006.

SILVA, Ana Valéria F.; COELHO, Carla T.; SARDINHA, André; AMORIM, Maurício Anízio. **Eficiência luminosa, desafio ou conquista?** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>> Acesso em: 12 set. 2006.

SILVA, Augusto. **Notas do seminário sobre processo tarifário**. Disponível em: <[www.conselhodeconsumidores.aneel.gov.br](http://www.conselhodeconsumidores.aneel.gov.br)> Acesso em 17 de abr. 2007.

SISTEMA INTEGRADO DE ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA – SIAF. Disponível em: <<http://tesouro.fazenda.gov.br>> Acesso em: 28 mai. 2006.

SOLNIK, Alex. **A guerra do apagão**: a crise de energia elétrica no Brasil. São Paulo: Senac, 2001.

SONDAGEM INDUSTRIAL. **Um ano após a crise energética**. Sondagem Trimestral da CNI. Suplemento Especial, Ano 5, n.2 abr./jun.2002.

STRAPASSON, Alexandre Bertinardi. **A energia térmica e o paradoxo da eficiência energética**: desafios para um novo modelo de planejamento energético. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, Programa Internidades de Pós Graduação em Engenharia.

TAVARES, Silvio Romero Ribeiro. **O papel da ANEEL no setor elétrico brasileiro**. Campinas, 2003. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno; OLIVEIRA, Ricardo Gorini de; CAMPOS, Adriana Fiorotti. **As empresas do setor elétrico**: Estratégias e Performance. Rio de Janeiro: Cenergia, 2002.

TUPIASSÚ, Álvaro Ferreira, PINHO, João Tavares. Análise de investimentos para reduzir consumo dos usos finais de energia elétrica. **Revista Eletricidade Moderna**, n.383, p.98-113, mar, 2006.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **Relatório de prestação de contas 2005**. Disponível em <<http://www.utfpr.edu.br>> Acesso em: 11 set. 2006.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **Manutenção**. Disponível em <<http://www.utfpr.edu.br>> Acesso em: 11 set. 2006.

U.S. DOE - ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY NETWORK – EEER – Disponível em <<http://www.eere.energy.gov>> Acesso em: 13 set. 2006.

VASCONCELLOS, Marco; GARCIA, Manuel. **Fundamentos de economia**. 8.ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

VERDE, Victor de Souza Villa. **A conservação de energia elétrica no novo modelo institucional do setor elétrico brasileiro**. Rio de Janeiro, 2000. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ZIMMERMANN, Marcio Pereira. **Estudos preliminares do plano nacional de energia 2030: eficiência energética um desafio estratégico para o MME**. Disponível em <<http://www.mme.gov.br>> Acesso em: 31. ago.2006.

**APÊNDICE – A**  
**INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS**

## COLETA DE DADOS POR INSPEÇÃO

Identificação do Ambiente	Data:
	Responsável:

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA OCUPAÇÃO

Área		Nº de Interruptores	Quantidade de Usuários		Horário de Funcionamento (h)	
Total (m²)	Interna [ ]		2ª a 6ª Feira	Fim de Semana	2ª a 6ª Feira	Fim de Semana
	Externa [ ]					

## SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Condições de Iluminação		Relação W/m²	Observações
A = Boa	Natural		
B = Regular	Artificial		
C = Ruim	Mista		

Modelo Luminária/Iluminação	Quantidade		Potência Nominal		Reator Consumo (W)
	Total	Inoperante	Qtde de Lâmpadas	Potência (W)	
					--
Observações					

## APÊNDICE B – CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

A Resolução 456 de 29 de novembro de 2000 da ANEEL estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica, que deve ser seguida pela concessionária que é o agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de energia elétrica, no caso do estado do Paraná, a Companhia Paranaense de Energia – COPEL., que entrou em atividade em 26 de dezembro de 1954, por meio do Decreto nº 14.947. A COPEL atende diretamente 393 municípios e 1.110 localidades (distritos, vilas e povoados), incluindo-se nesse total 2,5 milhões de lares, 55 mil indústrias, 275 mil estabelecimentos comerciais e 327 mil propriedades rurais, empregando cerca de 8 mil colaboradores.

A ANEEL estabelece qual é o nível de tensão de fornecimento para a unidade consumidora, observando os limites dispostos na Resolução 456 (2000). Entenda-se por estrutura tarifária: “o conjunto de tarifas aplicáveis aos componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência, de acordo com a modalidade de fornecimento” (ANEEL, 2005 p.11). O Campus Curitiba até meados de agosto de 2006 estava enquadrado no Grupo A4 entre 2,3 a 13, kV, portanto um consumidor de alta tensão.

**TABELA – GRUPO DE CONSUMIDORES**

<b>Grupo A – Alta tensão</b>	<b>Grupo B – Baixa Tensão</b>
A-1 - 230 kV ou mais	B-1 – Residencial
A-2 - 88 a 138 kV	B-1 - Residencial Baixa Renda
A-3 - 69 kV	B-2 - Rural
A-3a - 30 a 44 kV	B-3 - Não Residencial Nem
<b>A-4 - 2,3 a 13,8 kV</b>	Rural B-4 - Iluminação Pública
A.S. - 2,3 a 13,8 kV (Subterrâneo)	

FONTE: ADAPTADO DA RESOLUÇÃO 456 DA ANEEL (2000, p. 7-8)

Em estudos realizados nos anos oitenta, constatou-se que o perfil de comportamento do consumo ao longo do dia encontra-se vinculado aos hábitos do consumidor e às características próprias do mercado de cada região. Baseando-se nestas características originou-se, em 1982 a Estrutura Tarifária Horo-Sazonal, cujas tarifas tem valores diferenciados segundo: horários do dia e períodos do ano

De acordo com a COPEL (2006), o sistema tarifário convencional é caracterizado pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano; ou Horo-Sazonal com a aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de

demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos de ano, podendo ser classificadas em tarifas azul e verde.

#### **DIVISÃO DO DIA**

**Horário de Ponta** - Corresponde ao intervalo de 3 horas consecutivas, ajustado de comum acordo entre a concessionária e o cliente, situado no período compreendido entre as 18h e 21h e durante o horário de verão e das 19h à 22h.

**Horário Fora de Ponta** - Corresponde às horas complementares ao horário de ponta.

#### **DIVISÃO DO ANO**

**Período Seco** - Compreende o intervalo situado entre os meses de maio a novembro de cada ano (sete meses).

**Período Úmido** - Compreende o intervalo situado entre os meses de dezembro de um ano a abril do ano seguinte (cinco meses).

#### **ESTRUTURA TARIFÁRIA HORO-SAZONAL**

FONTE: ADAPTADO DA RESOLUÇÃO 456 DA ANEEL (2000, p. 6-7)

(1) a tarifa azul, aplica-se aos grandes consumidores (>500 kW) a qual o Campus Curitiba estava enquadrado no período janeiro 2000 até agosto de 2006, (2) a tarifa verde aplica-se aos médios consumidores (50 a 500 kW) a qual o Campus Curitiba passou a enquadrar-se a partir de setembro de 2006.

<b>TARIFA AZUL</b>	<b>TARIFA VERDE</b>
<p><b>I – Demanda de potência (kW)</b>  a) um preço para horário de ponta (P)  b) um preço para horário fora de ponta (F)</p> <p><b>II – Consumo de energia (kWh)</b>  a) um preço para horário de ponta em período úmido (PU);  b) um preço para horário fora de ponta em período úmido (FU);  c) um preço para horário de ponta em período seco (PS);  d) um preço para horário fora de ponta em período seco (FS)</p>	<p><b>I – Demanda de potência (kW)</b>  a) um preço único</p> <p><b>II – consumo de energia (kWh)</b>  a) um preço para horário de ponta em período úmido (PU);  b) um preço para horário fora de ponta em período úmido (FU);  c) um preço para horário de ponta em período seco (PS);  d) um preço para horário fora de ponta em período seco (FS)</p>

#### **ESTRUTURA TARIFÁRIA AZUL E VERDE**

FONTE: ADAPTADO DA COPEL (2006)

**APÊNDICE – C**  
**DESEMBOLSO COM ENERGIA ELÉTRICA**

Mês/2001	Iluminação Pública	Importe de Consumo (R\$)		Importe de Demanda (R\$)		Com. Execed. Reativo	Enc. Emerg.	Multas p/atraso pagamentos	TT GERAL (R\$)	TT CONSUMO (R\$)
		Na Ponta	Fora da Ponta	Na Ponta	Fora da Ponta					
Jan	0,00	1.624,70	6.793,68	12.544,00	4.532,66	30,12	0,00	1.278,32	26.803,48	25.525,16
Fev	0,00	2.223,70	8.111,73	12.544,00	4.532,66	15,89	0,00	510,50	27.938,48	27.427,98
Mar	0,00	3.005,77	8.457,05	12.544,00	4.532,66	14,10	0,00	872,66	29.426,24	28.553,58
Abr	0,00	3.988,82	10.501,37	13.192,10	4.532,66	5,95	0,00	0,00	32.220,90	32.220,90
Mai	0,00	4.024,53	12.336,60	12.544,00	4.532,66	12,12	0,00	0,00	33.449,91	33.449,91
Jun	0,00	4.021,24	12.389,09	12.752,00	4.602,00	9,02	0,00	926,05	34.699,40	33.773,35
Jul	0,00	4.270,81	12.397,37	14.712,00	5.321,33	7,73	0,00	0,00	36.709,24	36.709,24
Ago	0,00	4.238,46	11.530,32	14.712,00	5.321,33	8,80	0,00	3.108,48	38.919,39	35.810,91
Set	0,00	3.221,61	9.465,78	14.712,00	5.321,33	13,24	0,00	0,00	32.733,96	32.733,96
Out	0,00	2.880,78	9.237,72	14.712,00	5.321,33	18,45	0,00	0,00	32.170,28	32.170,28
Nov	0,00	2.564,74	10.092,60	14.712,00	5.321,33	18,61	0,00	0,00	32.709,28	32.709,28
Dez	0,00	2.974,20	9.224,21	14.712,00	5.321,33	24,16	0,00	0,00	32.255,90	32.255,90
<b>Soma</b>	<b>0,00</b>	<b>39.039,36</b>	<b>120.537,52</b>	<b>164.392,10</b>	<b>59.193,28</b>	<b>178,19</b>	<b>0,00</b>	<b>6.696,01</b>	<b>390.036,46</b>	<b>383.340,45</b>
<b>Média</b>	<b>0,00</b>	<b>3.253,28</b>	<b>10.044,79</b>	<b>13.699,34</b>	<b>4.932,77</b>	<b>14,85</b>	<b>0,00</b>		<b>32.503,04</b>	<b>31.945,04</b>

**APÊNDICE – D**  
**RESUMO DAS VARIÁVEIS EM ESTUDOS**

VARIÁVEIS DE ESTUDO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	%
<b>TOTAL DA FORÇA DE TRABALHO</b>	<b>1.098</b>	<b>1.068</b>	<b>1.065</b>	<b>1.227</b>	<b>1.179</b>	<b>1.212</b>	<b>1.229</b>	12%
TOTAL DE TÉCNICOS ADMINISTRATIVOS	277	267	257	254	264	265	261	
TOTAL DE ESTAGIÁRIOS	123	104	108	285	225	268	268	118%
TOTAL DE DOCENTES	698	697	700	688	690	679	700	57%
<b>ALUNOS REGULARES MATRICULADOS (*)</b>	<b>8.725</b>	<b>9.954</b>	<b>10.424</b>	<b>11.349</b>	<b>12.898</b>	<b>13.264</b>	<b>15.038</b>	72%
MANHÃ	2.094	2.389	2.606	2.837	3.611	3.714	4.211	
TARDE	1.396	1.593	1.564	1.702	1.935	1.990	2.256	
NOITE	5.235	5.972	6.223	6.412	7.287	7.494	8.496	
(*) Foram considerados os alunos regulares matriculados nos cursos de ensino médio, graduação, pós graduação Lato e Stricto Sensu.								
<b>TOTAL DE USUÁRIOS</b>	<b>9.823</b>	<b>11.022</b>	<b>11.489</b>	<b>12.576</b>	<b>14.077</b>	<b>14.476</b>	<b>16.267</b>	66%
<b>TAXA DE OCUPAÇÃO AMBIENTES ACADEMICOS (**)</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	
MANHÃ	24%	24%	25%	25%	28%	28%	28%	
TARDE	16%	16%	15%	15%	15%	15%	15%	
NOITE	60%	60%	60%	57%	57%	57%	57%	
(**) ocupação da salas de aula teóricas, laboratórios, salas práticas, salas de desenho e demais ambientes no período manhã, tarde e noite.								
<b>ÁREA EM (m2)</b>								
ÁREA CONSTRUIDA (m2) UTILIZAÇÃO	42.903	42.285	42.903	43.620	43.620	43.624	43.624	2%
ÁREA ÚTIL LEVANTADA (m2)							38.753	
<b>CONSUMO DE ENERGIA</b>								
CONSUMO (apurado nas faturas) kWh	2.385.159	2.059.414	2.263.122	2.120.155	2.089.364	2.117.457	2.152.006	
MÉDIA CONSUMO (apurado nas faturas) kWh/mês	198.763	171.618	188.594	176.680	174.114	176.455	179.334	
CONSUMO em kWh/mes (Iluminação)	-	-	-	-	-	-	106.278	25%
% em kWh/mes (para iluminação)	80%	-	-	-	-	-	59%	
CONSUMO DE ENERGIA P/ALUNO MATRICULADO (kWh)	273	207	217	187	162	160	143	193
CONSUMO DE ENERGIA P/DOCENTE (kWh)	3.417	2.955	3.233	3.082	3.028	3.118	3.074	3.130
<b>DESEMBOLSOS COM ENERGIA ELÉTRICA (R\$)</b>								
DESEMBOLSOS TOTAIS	320.220	390.036	487.489	485.911	600.935	721.976	739.243	
DESEMBOLSOS EFETIVOS NO CONSUMO DE ENERGIA	315.957	383.340	469.924	466.760	574.191	706.660	726.267	130%
OUTROS DESEMBOLSOS	4.263	6.696	17.565	19.151	26.744	15.316	12.976	
GASTOS COM ENERGIA P/ALUNO MATRICULADO (R\$)	37	39	47	43	47	54	49	45
GASTOS COM ENERGIA P/DOCENTE (R\$)	459	560	696	706	871	1.063	1.056	773
<b>EVOLUÇÃO DAS TARIFAS EM R\$/kWh</b>								
CONSUMO (kWh) NA PONTA	0,10288	0,12069	0,13392	0,17124	0,20335	0,21595	0,19205	87%
CONSUMO (kWh) FORA DA PONTA	0,04891	0,05738	0,06367	0,08378	0,10456	0,11834	0,11740	140%
DEMANDA (kW) NA PONTA	15,68	18,39	20,41	24,81	29,17	30,94	28,79	84%
DEMANDA (kW) FORA DA PONTA	5,23	6,14	6,81	8,20	9,33	9,27	9,37	79%
ULTRAPASSAGEM (kW) NA PONTA	47,07	55,22	61,27	74,42	87,51	92,82	86,37	83%
ULTRAPASSAGEM (kW) FORA DA PONTA	15,66	18,39	20,41	24,61	27,99	27,81	28,11	80%

**APÊNDICE – E**  
**UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA**

Mês/2001	DADOS DE CONSUMO						DADOS DE DEMANDA						
	Consumo na Ponta (kWh)			Consumo Fora da Ponta (kWh)			GERAL	Demanda na Ponta (kW)			Demanda Fora da Ponta (kW)		
	Medido	Contratado	Faturado	Medido	Contratado	Faturado		Medida	Contratada	Faturada	Medida	Contratada	Faturada
Janeiro	12.797	0	12.797	117.864	0	117.864	<b>130.661</b>	282	600	<b>600</b>	401	650	<b>650</b>
Fevereiro	17.515	0	17.515	140.731	0	140.731	<b>158.246</b>	419	600	<b>600</b>	513	650	<b>650</b>
Março	23.675	0	23.675	146.722	0	146.722	<b>170.397</b>	535	600	<b>600</b>	596	650	<b>650</b>
Abril	31.418	0	31.418	182.189	0	182.189	<b>213.607</b>	631	600	<b>631</b>	623	650	<b>650</b>
Mai	29.339	0	29.339	189.173	0	189.173	<b>218.512</b>	559	600	<b>600</b>	594	650	<b>650</b>
Junho	28.833	0	28.833	186.883	0	186.883	<b>215.716</b>	569	600	<b>600</b>	572	650	<b>650</b>
Julho	26.540	0	26.540	162.043	0	162.043	<b>188.583</b>	558	600	<b>600</b>	553	650	<b>650</b>
Agosto	26.339	0	26.339	150.710	0	150.710	<b>177.049</b>	487	600	<b>600</b>	482	650	<b>650</b>
Setembro	20.020	0	20.020	123.725	0	123.725	<b>143.745</b>	406	600	<b>600</b>	451	650	<b>650</b>
Outubro	17.902	0	17.902	120.744	0	120.744	<b>138.646</b>	364	600	<b>600</b>	436	650	<b>650</b>
Novembro	15.938	0	15.938	131.918	0	131.918	<b>147.856</b>	363	600	<b>600</b>	468	650	<b>650</b>
Dezembro	19.970	0	19.970	136.426	0	136.426	<b>156.396</b>	471	600	<b>600</b>	522	650	<b>650</b>
<b>Soma</b>	270.286	0	270.286	1.789.128	0	1.789.128	<b>2.059.414</b>	5.644	7.200	<b>7.231</b>	6.211	7.800	<b>7.800</b>
<b>Média</b>	22.524	0	22.524	149.094	0	149.094	<b>171.618</b>	470	600	<b>603</b>	518	650	<b>650</b>

**APÊNDICE – F**  
**EVOLUÇÃO DOS REAJUSTES ANUAIS DAS TARIFAS**

EVOLUÇÃO DOS REAJUSTES ANUAIS DE TARIFAS						
	Consumo (kWh)		Demanda (Kw)		Ultrapassagem (Kw)	
	Na ponta	Fora da ponta	Na ponta	Fora da ponta	Na ponta	Fora da ponta
jul/00	0,10288	0,04891	<b>15,68</b>	<b>5,23</b>	<b>47,07</b>	<b>15,66</b>
jul/01	0,12069	0,05738	18,39	6,14	55,22	18,39
jul/02	0,13392	0,06367	20,41	6,81	61,27	20,41
ago/03	0,17124	0,08378	24,81	8,20	74,42	24,61
jul/04	0,20335	0,10456	29,17	9,33	87,51	<b>27,99</b>
jul/05	0,21595	0,11834	<b>30,94</b>	9,27	<b>92,82</b>	27,81
jul/06	0,19205	0,11740	28,79	<b>9,37</b>	86,37	28,11
09/06	0,67913	0,11740	0	9,37	0	28,11

**APÊNDICE – G**  
**POTÊNCIA INSTALADA POR BLOCOS EM LÂMPADAS**

Blocos	Compactas				Fluorescentes					Especiais					Incandescentes			Total	% Lamp. Econ. Fluorescentes
	11W	12W	27W	30W	16W	20W	32W	40W	65W	70W	100W	250W	400W	Dicróica	40	60W	100		
Bloco A							208	24	576									808	26%
Bloco B							162		375									537	30%
Bloco C							106	5	476									587	18%
Bloco D						1	826	44						4				875	94%
Bloco E							307	675	64							2		1.048	29%
Bloco F						4	385	1								6		396	97%
Bloco G							74	286	20									380	19%
Bloco H			17			2	36	81									10	146	25%
Bloco I						48	68	42								5		163	42%
Bloco J	82	2	130		56	42	293	409							26	24	14	1.078	27%
Bloco K			15				168	7		4								194	87%
Bloco L							670	151								5		826	81%
Bloco M						5	242	248										495	49%
Bloco N						8	904	328										1.240	73%
Bloco O (Ginásio Esportes)			4				24	34				28			11			101	24%
Bloco P						16	28	6										50	56%
Bloco Q							835	254						5	6	4		1.104	76%
Bloco R (Quadra)							14	10					15			11		50	28%
Bloco T (Piscina)							39	102	6				10					157	25%
Miniginásio													20					20	-
Corredores (Bl. Misturados)							360	153	24									537	67%
Pátio Entre Blocos										28								28	-
Teatro							34	1					14		26	1		76	45%
<b>Totais</b>	<b>82</b>	<b>2</b>	<b>166</b>		<b>56</b>	<b>126</b>	<b>5.783</b>	<b>2.861</b>	<b>1.541</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>59</b>	<b>9</b>	<b>69</b>	<b>58</b>	<b>24</b>	<b>10.896</b>	
			2%	250	1%	1%	53%	26%	14%								1%		

**APÊNDICE – H**  
**CONDIÇÕES GERAIS DE ILUMINAÇÃO POR BLOCO**

Ambiente	Quant.	Natural			Artificial			Mista		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Bloco A	37	27	5	5	35	2	0	29	3	5
Bloco B	31	18	13	0	30	1	0	25	6	0
Bloco C	35	27	8	0	34	1	0	32	3	0
Bloco D	21	9	10	2	18	2	1	9	10	2
Bloco E	49	23	12	14	40	8	1	29	14	6
Bloco F	18	3	11	4	17	1	0	4	10	4
Bloco G	8	5	3	0	7	0	0	5	2	0
Bloco H	7	4	3	0	6	1	0	6	1	0
Bloco I	7	1	4	2	5	2	0	3	3	1
Bloco J	47	17	20	10	38	9	0	21	19	7
Bloco K	7	2	5	0	6	1	0	3	4	0
Bloco L	7	4	3	0	7	0	0	7	0	0
Bloco M	15	7	3	5	14	1	0	7	3	5
Bloco N	54	22	20	12	50	4	0	31	18	5
Bloco P	2	2	0	1	2	0	0	1	1	0
Bloco Q	56	49	6	1	46	10	0	49	7	0
Bloco R	2	2	0	0	1	1	0	2	0	0
Bloco T (Piscina)	5	1	3	1	1	3	1	1	3	1
<b>Totais</b>	<b>408</b>	<b>223</b>	<b>129</b>	<b>57</b>	<b>357</b>	<b>47</b>	<b>3</b>	<b>264</b>	<b>107</b>	<b>36</b>

**ANEXO – A**  
**RESULTADOS PRELIMINARES DO**  
**BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL**

## SELEÇÃO DE INDICADORES ENERGÉTICOS

ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	2005	2006	%06/05	Estrutura (%) 2005	Estrutura (%) 2006
OFERTA INTERNA DE ENERGIA	mil tep	218.663	225.744	3,2	100,0	100,0
PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO E TRANSFORMAÇÃO	mil tep	22.754	23.256	2,2	10,4	10,3
CONSUMO FINAL	mil tep	195.909	202.488	3,4	89,6	89,7
PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E ÓLEO DE XISTO	mil m <sup>3</sup>	94.997	100.093	5,4		
COMÉRCIO EXTERNO LÍQUIDO DE PETRÓLEO E DERIVA	mil m <sup>3</sup>	1.647	-3.197	-294,1		
Nota: sinal negativo representa exportação líquida						
PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL	milhões m <sup>3</sup>	17.699	17.706	0,0		
IMPORTAÇÃO DE GÁS NATURAL	milhões m <sup>3</sup>	8.998	9.789	8,8		
PRODUÇÃO DE LÍQUIDOS DE GÁS NATURAL	mil m <sup>3</sup>	4.602	5.013	8,9		
OFERTA TOTAL DE ENERGIA ELÉTRICA	GWh	441.980	459.640	4,0	100,0	100,0
GERAÇÃO INTERNA PÚBLICA	GWh	363.156	376.817	3,8	82,2	82,0
HIDRÁULICA	GWh	325.053	335.076	3,1	73,5	72,9
TÉRMICA	GWh	38.038	41.505	9,1	8,6	9,0
EÓLICA	GWh	65	236	263,1	0,0	0,1
GERAÇÃO INTERNA DE AUTOPRODUTOR	GWh	39.782	41.668	4,7	9,0	9,1
HIDRÁULICA	GWh	12.404	12.744	2,7	2,8	2,8
TÉRMICA	GWh	27.378	28.924	5,6	6,2	6,3
IMPORTAÇÃO	GWh	39.042	41.155	5,4	8,8	9,0
OFERTA TOTAL DE ENERGIA ELÉTRICA	GWh	441.980	459.640	4,0	100,0	100,0
PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO	GWh	66.787	70.032	4,9	15,1	15,2
CONSUMO FINAL	GWh	375.193	389.609	3,8	84,9	84,8
PRODUÇÃO DE ÁLCOOL	mil m <sup>3</sup>	16.040	17.764	10,8	100,0	100,0
ANIDRO	mil m <sup>3</sup>	8.208	7.913	-3,6	51,2	44,5
HIDRATADO	mil m <sup>3</sup>	7.832	9.851	25,8	48,8	55,5
EXPORTAÇÃO DE ÁLCOOL	mil m <sup>3</sup>	2.494	3.460	38,7	15,6	19,5
ADIÇÃO DE ÓLEO VEGETAL AO DIESEL	mil m <sup>3</sup>	0	45			
CONSUMO FINAL DE ENERGIA	mil tep	195.909	202.488	3,4	100,0	100,0
INDUSTRIAL	mil tep	73.496	76.522	4,1	37,5	37,8
TRANSPORTES	mil tep	52.459	53.589	2,2	26,8	26,5
RESIDENCIAL	mil tep	21.827	21.923	0,4	11,1	10,8
OUTROS	mil tep	48.126	50.454	4,8	24,6	24,9
CONSUMO RODOVIÁRIO - CICLO OTTO	mil tep	22.270	23.243	4,4		
CONSUMO DE DIESEL	mil m <sup>3</sup>	40.421	40.318	-0,3		
CONSUMO FINAL DE ENERGIA ELÉTRICA	GWh	375.193	389.609	3,8	100,0	100,0
INDUSTRIAL	GWh	175.370	182.062	3,8	46,7	46,7
RESIDENCIAL	GWh	83.193	85.848	3,2	22,2	22,0
COMERCIAL E PÚBLICO	GWh	86.223	89.583	3,9	23,0	23,0
OUTROS	GWh	30.407	32.116	5,6	8,1	8,2
USOS DO GÁS NATURAL	milhões m <sup>3</sup>	26.697	27.495	3,0	100,0	100,0
NÃO APROVEITADO E REINJEÇÃO	milhões m <sup>3</sup>	5.460	5.022	-8,0	20,5	18,3
E&P E REFINO DE PETRÓLEO (Setor Energético)	milhões m <sup>3</sup>	3.500	3.544	1,3	13,1	12,9
GERAÇÃO ELÉTRICA	milhões m <sup>3</sup>	4.505	4.305	-4,5	16,9	15,7
PRODUÇÃO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO	milhões m <sup>3</sup>	1.179	1.609	36,5	4,4	5,9
INDUSTRIAL	milhões m <sup>3</sup>	8.209	8.688	5,8	30,7	31,6
TRANSPORTES	milhões m <sup>3</sup>	1.945	2.304	18,5	7,3	8,4
OUTROS	milhões m <sup>3</sup>	1.899	2.024	6,6	7,1	7,4

TABELA – RESULTADOS PRELIMINARES DO BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL

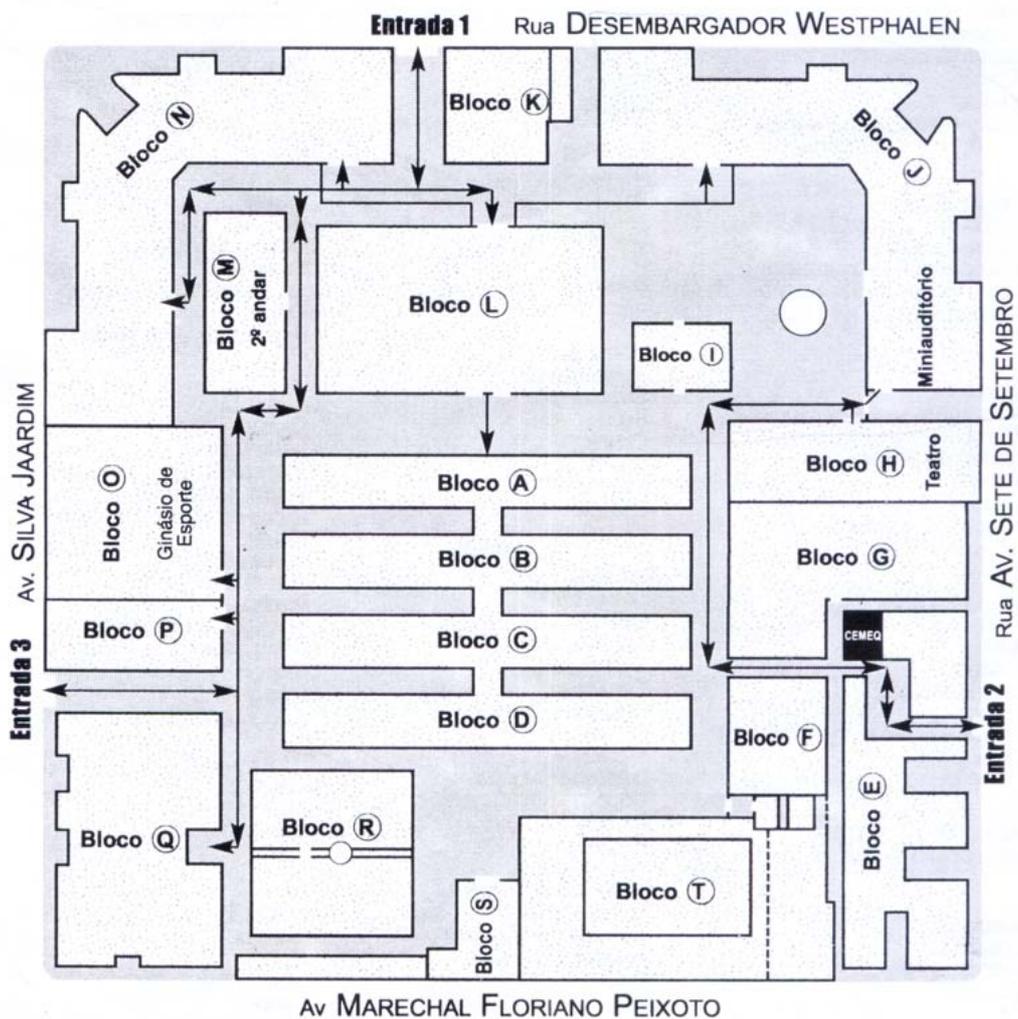
FONTE: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME (2007)

**ANEXO – B**  
**MAPA DE SETORES DA UTFPR CAMPUS CURITIBA**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
 Campus Curitiba  
 Gerência de Ensino e Pesquisa  
 Coordenação do Ensino Médio

## Mapa de Setores da **U T F P R**



**ANEXO – C**  
**MODELO DE FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA**  
**DA UTFPR CAMPUS CURITIBA**  
**PADRÃO COPEL**



**Copel Distribuição S.A.**  
Rua José Izidoro Biazetto, 158 - Bloco C  
CEP 81200-240 - Curitiba - PR  
CNPJ 04.368.898/0001-06 - Insc. Est. 90.233.073-99  
www.copel.com

MEC CENTRO FEDERAL DE EDUCACAO TECNOLOGICA DO PARANA

AV SETE SETEMBRO 3165  
80230-901 CURITIBA-PR

81880 - 1 - 826 - 135026

(Ligações gratuitas) Número de Identificação  
Atendimento COPEL 1.945.014-1  
Valor a pagar (R\$)  
**0800 51 00 116** R\$ 61.861,86  
Ouvadoria COPEL  
(em dias úteis das 8h00 às 18h00)  
0800 647 0606  
Vencimento  
Agência Nacional de Energia Elétrica  
- ANEEL - 144 27/09/2006  
Ligação gratuita de telefones fixos  
81880 01 826 135026

CÓDIGO DE FATURAMENTO: 1.5.03.0.65

CNPJ/CPF: 75.101.873/0001-90  
INSCRIÇÃO ESTADUAL:

FCASDL EXTRATO DE FATURAMENTO HOROSSAZONAL - TARIFA AZUL

DSMCTA

SIGLA:CEFT

ORGAO PAGADOR - 00925

MES/ANO	08/2006	TERMINO PERIODO UMIDO:26/04/2007	EQUIPAMENTOS DE MEDICAO
DATA PROVAVEL APRESENT	12/09/2006	TERMINO PERIODO SECO :26/11/2006	2190 kW kWh kvarh
DATA REAL LEIT ATUAL	26/08/2006	TENSAO CONTRATUAL : 13,2kV	MEDIDOR 98600262 00098600262 00098600262
DATA REAL LEIT ANTERIOR	26/07/2006	PERDAS DE TRANSFORMACAO: 0,0%	CONSTANTE 0,576000 0,1440000 0,1440000
DATA PROV PROX LEITURA	26/09/2006		CONSTANTE EXCEDENTE REATIVOI kW/kWh - 0,1440000

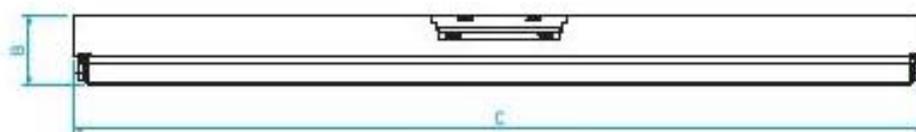
GRANDEZAS PARA FATURAMENTO	NORMAL						EMERGÊNCIA				GERAL
	LEITURA ANTERIOR			LEITURA ATUAL			LEITURA ANTERIOR		LEITURA ATUAL		
	PONTA	F. PONTA	RESERV.	PONTA	F. PONTA	RESERV.	PONTA	F. PONTA	PONTA	F. PONTA	
LEITURA CONSUMO (PULSOS)	2.849.626	78.352.808	0	3.015.198	79.366.055	0	0	0	0	0	92.381.198
DEMANDA (PULSOS)	891	929	0	894	934	0	0	0	0	0	934
UFER (PULSOS)	3.904	88.206	0	3.904	88.242	0	0	0	0	0	92.104
DMCR (PULSOS)	3.362	3.458	0	3.368	3.485	0	0	0	0	0	0
CONSUMO MEDIDO (KWH)	-	-	-	23.842	145.901	0	0	0	0	0	169.743
CONSUMO CONTRATADO (KWH)	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
CONSUMO FATURADO (KWH)	-	-	-	23.842	145.901	0	0	0	0	0	169.743
DEMANDA MEDIDA (kW)	-	-	-	515	538	0	0	0	0	0	538
DEMANDA CONTRATADA (kW)	-	-	-	520	535	0	0	0	0	0	535
DEMANDA FATURADA (kW)	-	-	-	520	538	0	0	0	0	0	538
DEMANDA ULTRAPASSAGEM (kW)	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
CONSUMO EXCEDENTE REATIVO(kWh)	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
DEMANDA EXCEDENTE REATIVO(kW)	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
FATOR DE CARGA REAL	-	-	-	0,71	0,41	0,00	0	0	0	0	0,43

ESPECIFICAÇÃO	PRODUTOS E SERVIÇOS						VALORES EM RS		TOTAL
	NORMAL			EMERGÊNCIA			PONTA	F. PONTA	
	PONTA	F. PONTA	RESERVADO	PONTA	F. PONTA				
IMPORTE DE CONSUMO	6.795,58	25.421,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32.216,73	
IMPORTE DE DEMANDA	22.004,81	7.481,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29.486,35	
IMPORTE DE ULTRAPASSAGEM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
IMPORTE DE CONSUMO COR. EXCED. REATIVO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
IMPORTE DE DEMANDA COR. EXCED. REATIVO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SUB-TOTAL (BASE CALCULO ICMS)	28.800,39	32.902,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61.703,08	
LUMINACAO PUBLICA - MUNICIPIO								6,25	
MP DIF DEMANDA CONTR PTA (KW 5)								152,53	
TOTAL DA FATURA								61.861,86	
ICMS INCLUIDO NO PRECO		16.659,80					MULTA APDS VENCIMENTO	1.237,11	

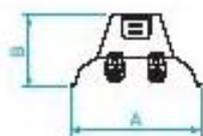
TARIFAS	NORMAL		IRRIGACAO	EMERGÊNCIA	
	PONTA	FORA PONTA		PONTA	FORA PONTA
CONSUMO (kWh)	0,19205	0,11740	0,00000	0,0000	0
DEMANDA (kW)	28,79	9,37	0,00	0,0000	0
ULTRAPASSAGEM (kW)	86,37	28,11	0,00	0,0000	0

HISTÓRICO DE PAGAMENTOS							
MÊS/ANO	VALOR - R\$	DATA VENCIMENTO	DATA PAGAMENTO	MÊS/ANO	VALOR - R\$	DATA VENCIMENTO	DATA PAGAMENTO
07/2005	58.656,44	27/08/2005	26/08/2005	02/2006	62.462,44	27/03/2006	27/03/2006
08/2005	74.126,03	27/09/2005	27/09/2005	03/2006	64.895,63	27/04/2006	26/04/2006
09/2005	60.915,29	27/10/2005	31/10/2005	04/2006	60.478,03	27/05/2006	25/05/2006
10/2005	66.748,59	27/11/2005	30/11/2005	05/2006	65.596,13	27/06/2006	27/06/2006
11/2005	65.366,44	27/12/2005	27/12/2005	06/2006	65.466,98	27/07/2006	27/07/2006
12/2005	62.959,77	27/01/2006	27/01/2006	07/2006	64.693,78	27/08/2006	PENDENTE
01/2006	45.472,43	27/02/2006	01/03/2006	08/2006	61.861,86	27/09/2006	PENDENTE

**ANEXO – D**  
**MODELO DE LUMINÁRIA**



CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)