

**ALESSANDRO LUCIANO DE LIMA**

**GESTÃO E USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA:  
PRÁTICAS E RECOMENDAÇÕES**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do Título de  
Especialista em Gerenciamento de  
Facilidades - MBA/USP

São Paulo  
2006

**ALESSANDRO LUCIANO DE LIMA**

**GESTÃO E USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA:  
PRÁTICAS E RECOMENDAÇÕES**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do Título de  
Especialista em Gerenciamento de  
Facilidades - MBA/USP

Área de concentração: Energia

Orientador:

Prof. Dr. Eduardo Ioshimoto

São Paulo

2006

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Lima, Alessandro Luciano de**  
**Gestão e uso racional de energia elétrica: práticas e recomendações / A.L. de Lima. -- São Paulo, 2006.**  
**75 p.**

**Monografia (MBA em Gerenciamento de Facilidades) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.**

**1.Energia elétrica (Gerenciamento; Uso racional) 2.Edifícios comerciais I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.**

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho é fornecer ao Gerente de Facilidades recomendações práticas para a gestão e o uso racional e eficiente de energia elétrica, possibilitando assim, obter ganhos econômicos e ambientais.

A abordagem é realizada através de alguns programas governamentais e educacionais voltados à eficiência energética, revisões bibliográficas especializadas e da experiência profissional do autor.

Os resultados foram obtidos de casos de sucesso implantados por ESEs, programas de eficiência energética e outros estudos realizados na área.

O trabalho é voltado aos edifícios comerciais. Entretanto, os conceitos apresentados também podem ser estendidos, com os devidos ajustes, a outras operações.

## **ABSTRACT**

The objective of this paper is to provide to the Facility Manager practical recommendations for energy management and the rational and efficient use of electrical energy, making possible getting results with savings and environmental preservation.

The treatment is accomplished through some governmental and educational programs which are dedicated to energy efficiency, as well as specialized bibliography revision and the author's professional experience.

The results are from some ESCOs' success cases, energy efficiency programs and some other papers accomplished at this area.

This paper focuses the commercial buildings. However, the concepts presented may also be extended, with the adjustments, to other operations.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE SÍMBOLOS

1 INTRODUÇÃO .....	01
2 A IMPORTÂNCIA DO USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA .....	03
2.1 População urbana crescente: demanda crescente .....	03
2.2 Altos investimentos .....	06
2.3 Impactos ambientais .....	06
2.4 Racionamento .....	07
2.5 Dependência externa .....	09
3 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	10
3.1 O PROCEL .....	10
3.1.1 Ações de marketing .....	11
3.1.2 Áreas de atuação .....	13
3.2 O PUREUSP .....	14
3.2.1 Sistema de gerenciamento de energia – SISGEN .....	15
3.2.2 Projetos de eficiência .....	16
3.2.3 Sistema Contaluz .....	16
3.2.4 Treinamento e divulgação .....	17
3.2.5 Racionamento .....	18
3.3 Outros programas .....	19
3.3.1 Programas estaduais .....	19
3.3.2 Programa de Eficiência Energética e Energias Renováveis (EEER) .....	20
3.3.3 Programa de economia de Energia .....	22
3.3.4 O Campus de Sustentabilidade - Universidade da Columbia Britânica ..	23
4 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	26
4.1 Práticas operacionais .....	28
4.2 Sistemas AVAC .....	35

4.2.1 Bioclimatologia .....	38
4.3 Sistemas de iluminação .....	42
4.4 Outros sistemas .....	44
4.5 Automação .....	45
5 RESULTADOS .....	46
5.1 PROCEL .....	46
5.2 PUREUSP .....	48
5.3 Outros programas .....	50
5.4 Casos reais .....	52
5.4.1 Contratos de performance .....	52
5.4.2 Automação .....	53
5.4.3 Casos de sucesso divulgados pelo PROCEL .....	53
5.4.4 Casos de sucesso divulgados pela Eletropaulo .....	57
6 DISCUSSÃO .....	59
6.1 Complementos .....	60
7 CONCLUSÕES .....	62
8 ANEXOS .....	63
9 LISTA DE REFERÊNCIAS .....	70

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.1	- Evolução da população .....	04
Figura 2.1.2	- Situação dos domicílios .....	04
Figura 2.1.3	- Evolução da capacidade energética instalada .....	05
Figura 2.1.4	- Evolução da oferta mundial de energia .....	06
Figura 2.3.1	- Empreendimentos em operação .....	07
Figura 2.4.1	- Evolução do consumo de energia elétrica .....	08
Figura 2.4.2	- Evolução da capacidade energética e do consumo .....	08
Figura 2.5.1	- Evolução da dependência energética externa .....	09
Figura 3.1.1.1	- Marca que identifica o PROCEL .....	11
Figura 3.1.1.2	- Selo para eletrodomésticos .....	12
Figura 3.1.1.3	- Selo para lâmpadas .....	12
Figura 3.2.1.1	- Tela do SISGEN mostrando consumo de energia .....	15
Figura 4.1	- Fluxograma para gestão de energia elétrica .....	26
Figura 4.2.1.1	- Figura 4.2.1.1 Carta bioclimática para países em desenvolvimento: São Paulo .....	39
Figura 4.2.1.2	- Distribuição das estratégias indicadas para São Paulo .....	41
Figura 4.5.1	- Eficiência energética utilizando sistemas de automação ....	45
Figura 5.1.1	- Investimento aprovado versus investimento evitado .....	47
Figura 5.1.2	- Energia economizada / geração adicional .....	47
Figura 5.1.3	- Redução de demanda na ponta e usina equivalente .....	48
Figura 5.2.1	- Uso de energia elétrica na USP .....	49
Figura 5.2.2	- Evolução do consumo e gastos com energia elétrica .....	49
Figura 5.3.1	- Mudanças na “Energy/GDP” decompostas por “Energy Service/GDP” e “Energy Intensity Effect” .....	51
Figura 5.3.2	- Uso atual de energia e uso hipotético sem os programas de redução .....	51
Figura 8.A.1	- Cálculo do fator de potência .....	64
Figura 8.B.1	- Fatura de energia - estrutura tarifária verde .....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.2.1	- Restrições do CONAMA quanto aos refrigerantes .....	36
Tabela 5.4.4.1	- Casos de sucesso divulgados pela Eletropaulo .....	58
Tabela 8.B.1	- Estrutura tarifária horosazonal .....	66
Tabela 8.C.1	- Estimativa de carga térmica m <sup>2</sup> /TR .....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS

AAE	- Agência para Aplicação de Energia
ABILUX	- Associação Brasileira da Indústria de Iluminação
ABINEE	- Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABRAVA	- Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento
AIE	- Agência Internacional de Energia
ANEEL	- Agência Nacional de Energia Elétrica
AVAC	- Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
CUASO	- Cidade Universitária Armando Sales de Oliveira
EEER	- Programa de Eficiência Energética e Energias Renováveis
ELETROS	- Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletro-Eletrônicos
ESE	- Empresa de Serviços de Energia
GF(s)	- Gerente(s) ou Gerenciamento de Facilidades
HRAC	- Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais
MME	- Ministério das Minas e Energia
OCDE	- Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PEA	- Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas
PROCEL	- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PUREUSP	- Programa para Uso Eficiente de Energia na USP
SISGEN	- Sistema de gerenciamento de energia
UCB	- Universidade da Columbia Britânica

## LISTA DE SÍMBOLOS

aa	-	Ao ano
GW	-	Giga watt ( $1 \times 10^9$ W)
tep	-	Toneladas equivalentes de petróleo
MWh	-	Mega watt hora ( $1 \times 10^6$ Wh)
lm	-	Lúmen
W	-	Watt
TR	-	Tonelada de refrigeração
kVar	-	Quilo volt ampere reativo
kVarh	-	Quilo volt ampere reativo hora
kW	-	Quilo watt ( $1 \times 10^3$ W)
TWh	-	Tera watt hora ( $1 \times 10^{12}$ Wh)
EJ	-	Exa Joule ( $1 \times 10^{18}$ J)
kWh	-	Quilo watt hora ( $1 \times 10^3$ Wh)

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a discussão sobre desenvolvimento sustentável vem ganhando cada vez mais espaço, tornando a gestão eficiente dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente muito mais importantes.

Embora a energia elétrica não seja diretamente um recurso natural, sua produção requer recursos naturais, como a água, o sol, o gás natural, a madeira, o vento, o petróleo, o magma, ondas de marés, biomassa, dentre outras formas.

A globalização contribuiu ainda mais para a crescente industrialização, o desenvolvimento capitalista e o aumento da população do planeta, principalmente na área urbana, requerendo assim cada vez mais energia.

Para acompanhar a crescente demanda, investimentos elevados são necessários. Por outro lado, a adoção de medidas relativamente simples tornam o uso mais racional e eficiente, gerando assim ganhos econômicos e ambientais. Para citar alguns: reconstrução de demanda mal contratada; análise de excedentes reativos; mudanças operacionais, por exemplo, na iluminação, no ar condicionado; automação e "reforma" de equipamentos e instalações.

A maioria dessas medidas são facilmente implantadas e até nas mais complexas, é possível encontrar Empresas de Serviços de Energia (ESEs) dispostas a investir nas instalações, onde através de contratos de performance, os investimentos são amortizados com as economias obtidas no decorrer da nova operação. Concessionárias de energia também fazem esse tipo de negócio.

É importante observar também que os programas de eficiência energética voltados para o uso racional e eficiente de energia elétrica, precisam ser melhor divulgados, não só pelo governo, mas também pelos profissionais.

Em um universo altamente competitivo, a gestão eficiente da energia elétrica pode significar fator de sucesso ou de fracasso, podendo inclusive viabilizar novos negócios e projetos.

Nesse contexto, este trabalho tem como principal objetivo fornecer ao Gerente de Facilidades algumas recomendações para a gestão e o uso racional e eficiente de energia elétrica em suas operações, através de recomendações práticas

com foco operacional, bem como, algumas recomendações a serem observadas, preferencialmente, ainda na fase de projeto, possibilitando assim, obter ganhos econômicos e ambientais.

Em função da extensão do assunto, o trabalho foca os edifícios comerciais, o que não significa que os conceitos apresentados não possam ser utilizados em outras operações, desde que se faça os devidos ajustes.

Para melhor compreensão, a organização segue a seguinte estrutura:

- Capítulo 2: revisão da literatura, discutindo a importância do uso racional e eficiente de energia elétrica;
- Capítulo 3: revisão da literatura, discutindo alguns programas educacionais e governamentais voltados à eficiência energética;
- Capítulo 4: trata da eficiência energética em si, apresentando um fluxograma que orienta o GF em diversas etapas; enfoca a discussão nas práticas operacionais e recomenda algumas medidas de projeto que possibilitam obter ganhos econômicos e ambientais, para as quais, os GFs devem estar atentos, pois representam oportunidades de melhorias;
- Capítulo 5: alguns casos relevantes são apresentados, com resultados obtidos através das abordagens tratadas nos capítulos 2 a 4;
- Capítulo 6: é realizada uma discussão crítica com destaque para as vantagens, eventuais desvantagens e dificuldades, abordando o que foi discutido até então, além de alguns complementos não tratados no trabalho, como manutenção, comissionamento e simulação energética;
- Capítulo 7: são apresentadas as conclusões baseadas nos resultados e na discussão;
- Capítulo 8 - alguns anexos relevantes;
- Capítulo 9 - lista de referências bibliográficas.

## **2 A IMPORTÂNCIA DO USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA**

A discussão nesse capítulo chama a atenção para a importância de se economizar energia elétrica, ou seja, utilizá-la conscientemente e da forma mais eficiente possível.

Já existe, pelo menos no meio acadêmico e governamental, boa consciência sobre a necessidade e a importância do consumo racional e eficiente de energia elétrica.

Economizar, certamente é mais barato do que produzir, pois se evita investimentos, impactos ambientais, racionamentos, além de diminuir a dependência externa.

É possível citar diversos motivos pelos quais o uso racional é cada vez mais importante, dentre eles, destaco os seguintes:

- População urbana crescente: demanda crescente;
- Altos investimentos;
- Impactos ambientais;
- Racionamento;
- Dependência externa.

Com base em dados do IBGE e do MME, apresento a seguir uma análise dos itens relacionados.

### **2.1 População urbana crescente: demanda crescente**

Dados do IBGE mostram um crescimento médio da população em torno de 1,8% aa, ou 43% em 20 anos, no período de 1980 a 2000, figura 2.1.1.

Não bastasse o aumento natural da população em geral, que demanda mais energia, é curioso notar que a população rural, no mesmo período, diminuiu, figura 2.1.2, ou seja, a população urbana também aumentou e é justamente esta população que normalmente mais contribui para o aumento do consumo de energia, pois vai demandar mais infra-estrutura, mais iluminação pública, mais serviços em geral, dentre outros, contribuindo assim para o aumento geral no consumo e na demanda.

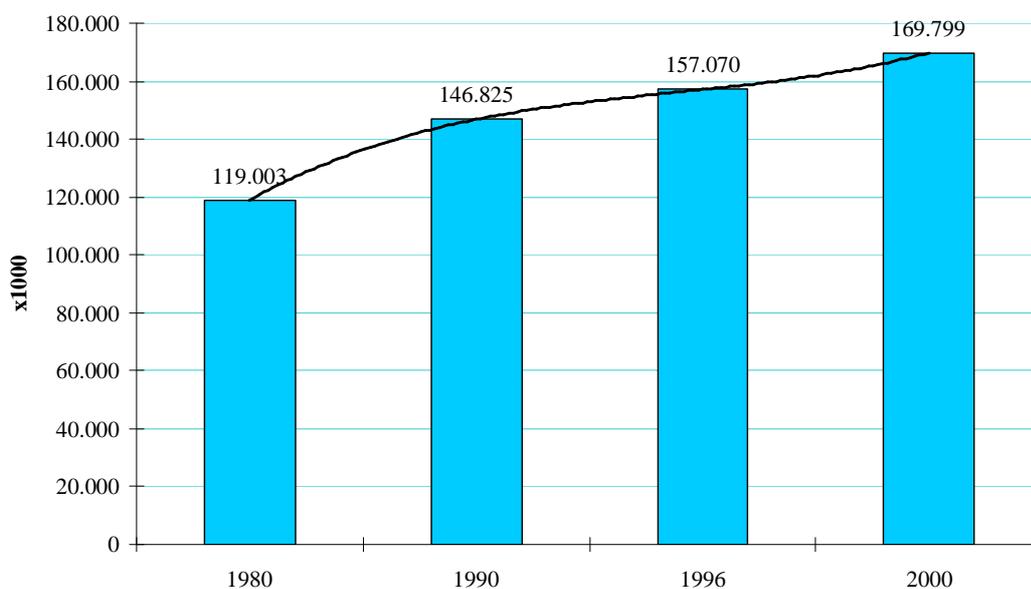


Figura 2.1.1 Evolução da população 1980-2000.<sup>1</sup>

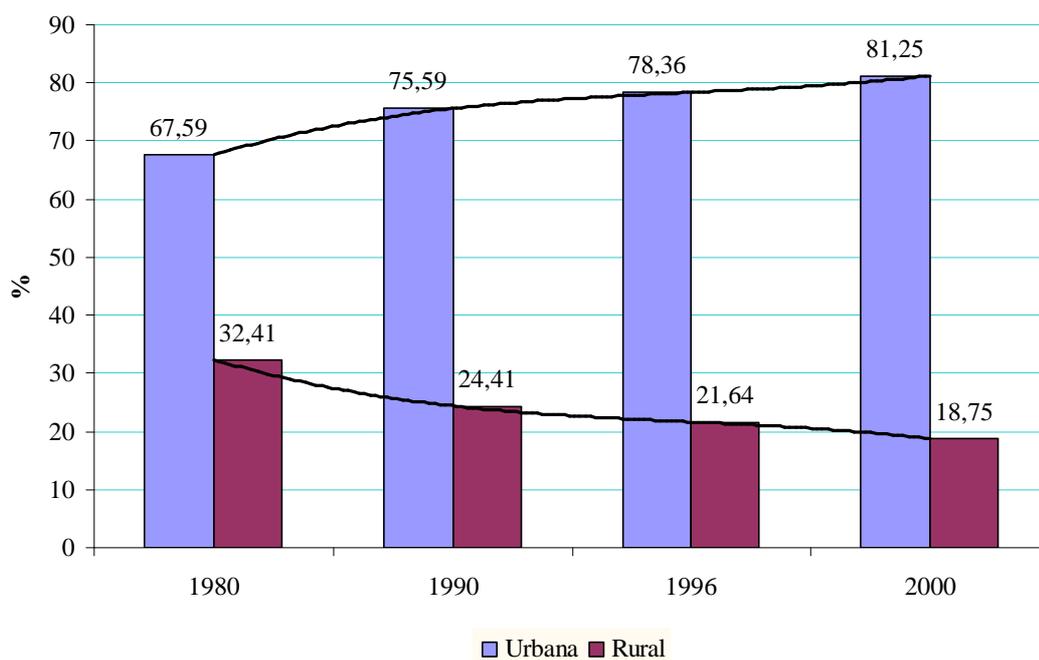


Figura 2.1.2 Situação dos domicílios 1980-2000.<sup>1</sup>

Segundo dados do MME<sup>2</sup> apud ANEEL<sup>3</sup>, a demanda por energia elétrica cresce, em média, a ordem de 4,5% ao ano, prevendo-se que até 2008 ultrapasse a casa dos 100GW, conforme sugere a figura 2.1.3, ou seja, o crescimento da demanda é bem superior à evolução no aumento da população (em média 1,8% aa).

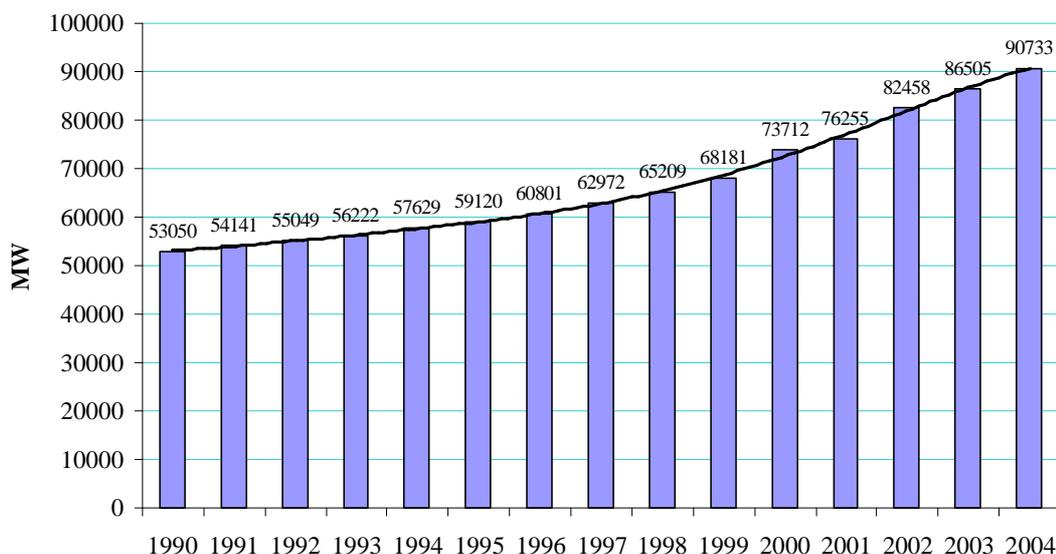


Figura 2.1.3 Evolução da capacidade energética instalada.<sup>2</sup>

Esse ritmo de crescimento é preocupante, pois estudos realizados pela AIE, num cenário entre 1970 e 2025, figura 2.1.4, mostram que, enquanto nos países industrializados a projeção de crescimento da oferta de energia está em torno de 1,12% aa e, nos do grupo EE/FSU de 1,49% aa, nos países em desenvolvimento, foi projetado algo em torno de 2,79% aa.\* O Brasil atingiria 346 milhões de tep em 2025, com crescimento na ordem de 2,42% aa<sup>4</sup>.

Para atingir estes níveis, ou seja, passar de um crescimento médio na demanda de 4,5% aa, para 2,42% aa, ou quem sabe até superar esta projeção, será necessário estabelecer medidas para promover o uso racional de energia elétrica e o desenvolvimento de equipamentos e sistemas cada vez mais eficientes.

\* Industrializados: Estados Unidos, Canadá, México, Inglaterra, França, Alemanha, Itália, outros industrializados da Europa, Japão e Australásia.

Em desenvolvimento: China, Índia, Coreia do Sul, Turquia, Países da África, Países da América Central e do Sul e outros Países em desenvolvimento da Ásia e do Oriente Médio.

EE/FSU: Rússia, Ucrânia, Belarus, Cazaquistão, Bulgária, Albânia, Croácia, outros da antiga União Soviética, outros da Europa em reestruturação econômica.

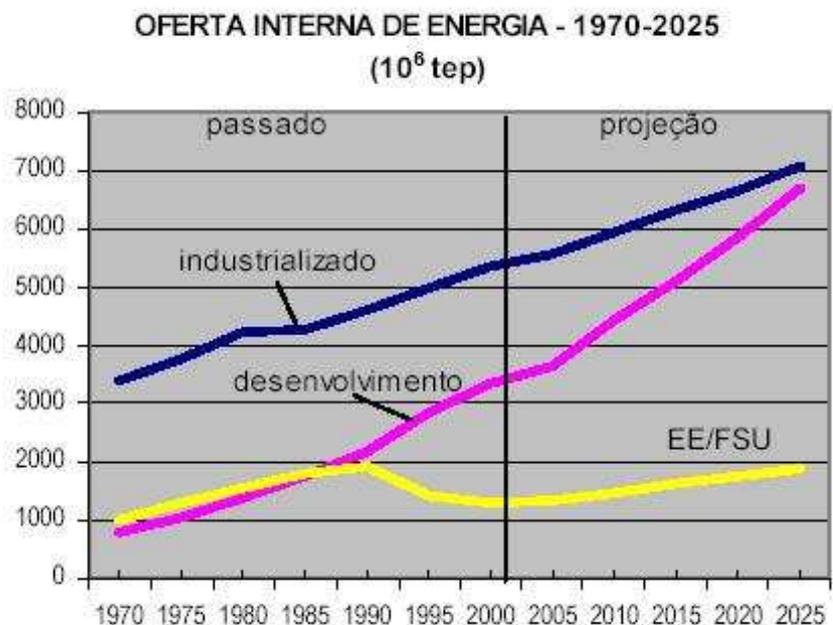


Figura 2.1.4 Evolução da oferta mundial de energia.<sup>4</sup>

## 2.2 Altos investimentos

Segundo a ANEEL, estimativas do governo federal prevêem que para suprir o crescimento na demanda, nos níveis projetados, seriam necessários investimentos da ordem de R\$ 6 a 7 bilhões/ano.<sup>3</sup> É uma quantia expressiva, que demandará a construção de sistemas de geração / transmissão e aumento das importações de energia.

## 2.3 Impactos ambientais

Outro aspecto importante citado são os impactos ambientais. O sistema elétrico brasileiro tem como característica a produção de energia elétrica predominantemente através de hidrelétricas, quase 75%, figura 2.3.1, sem contar os milhares de quilômetros de linhas de transmissão, que até 1995 eram 61,5 mil km, além dos 13,7 mil km outorgados depois pela ANEEL, dos quais 7,4 mil km entraram em operação até junho de 2004.<sup>3</sup>

Estudos do MME apontam que o potencial de exploração hídrico no Brasil ainda é muito grande<sup>†</sup>, porém, em função dos impactos, o licenciamento ambiental é um processo moroso<sup>5</sup>, que exige estudos complexos e consultas públicas, além dos elevados investimentos nos sistemas de geração e distribuição.

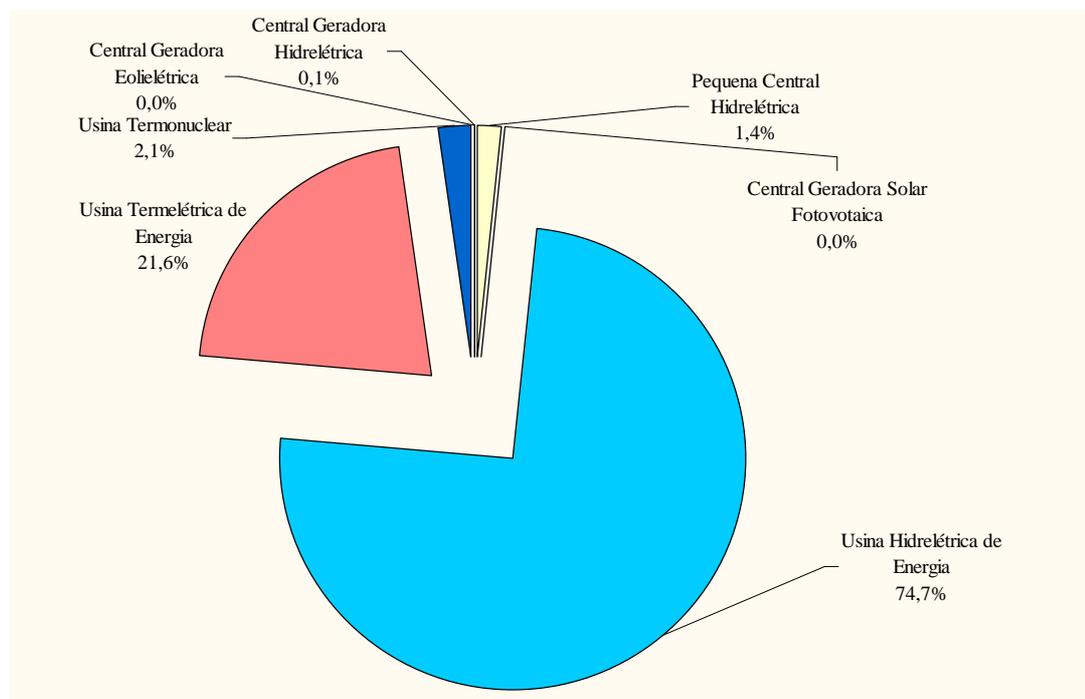


Figura 2.3.1 Empreendimentos em operação.<sup>2</sup>

## 2.4 Racionamento

É interessante destacar também a questão do racionamento de energia elétrica, que, em 2001, impôs uma mudança comportamental à sociedade, através da obrigatoriedade do cumprimento de metas de economia da ordem de 20%. Abaixo, nas figuras 2.4.1 e 2.4.2, nota-se que a evolução do consumo não cresce no mesmo ritmo que a evolução da capacidade instalada, figura 2.1.3.

<sup>†</sup> As instalações atuais representam cerca de 26% do potencial existente (considerando potenciais inventariados e não inventariados, ou seja, embora o potencial seja de fato grande, cerca de metade do potencial considerado existente é não inventariado, motivo pelo qual esse número não é totalmente confiável).<sup>2</sup>

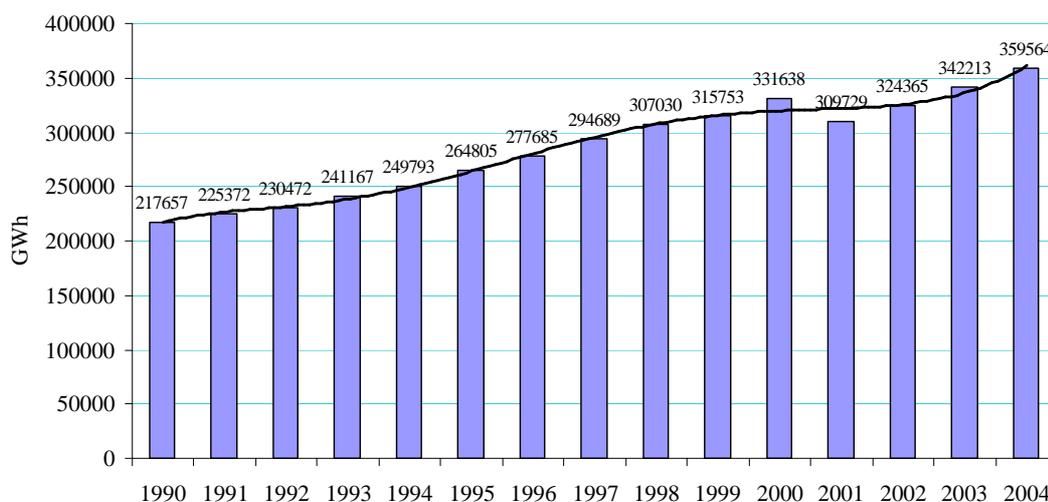


Figura 2.4.1. Evolução do consumo de energia elétrica.<sup>2</sup>

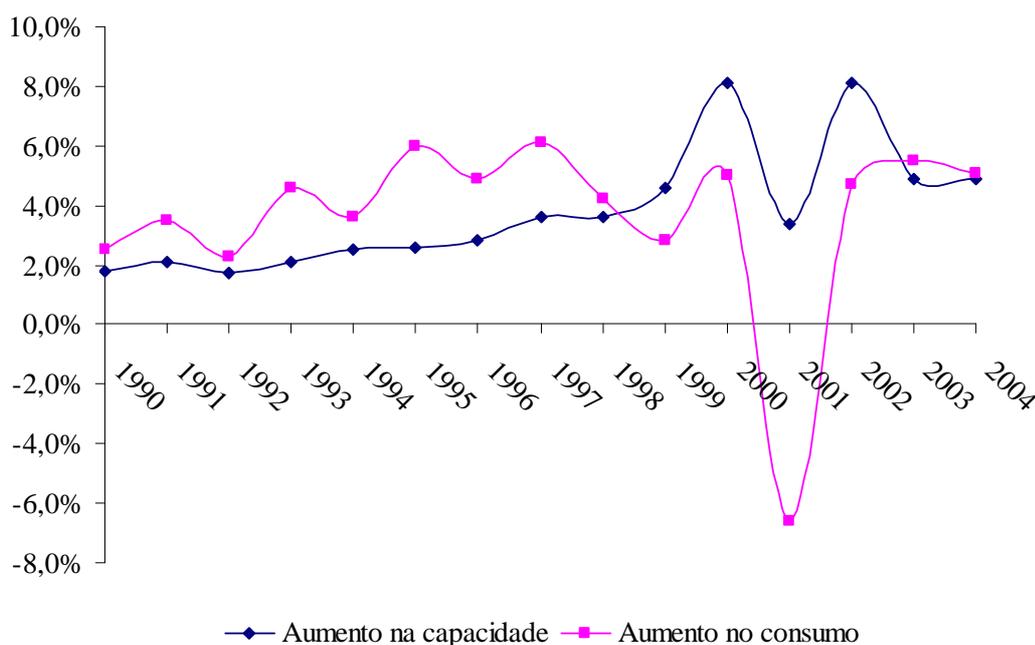


Figura 2.4.2 Evolução da capacidade energética e do consumo.<sup>2</sup>

No período de 1990 a 1998, o aumento no consumo foi superior ao aumento na capacidade instalada. Embora o aumento na capacidade, no período 99-00, tenha sido maior que o aumento no consumo, o descompasso até então experimentado deve ter sido o principal motivo para o racionamento que houve em 2001, fazendo com que o sistema entrasse em colapso, mesmo com o grande aumento na capacidade energética instalada em 2000, algo em torno de 8%.

A partir de 2003 o crescimento se estabiliza em torno da média dos 4,5% aa, conforme comentado no item 2.1, passando a acompanhar a evolução do consumo.

## 2.5 Dependência externa

Com relação à dependência externa, é bom lembrar que o Brasil não é auto-suficiente em energia elétrica. Hoje o país importa energia elétrica do Paraguai, Argentina, Venezuela e Uruguai. A figura 2.5.1 mostra essa evolução.

No período de 1995 a 2004, a queda percentual foi de 56%, ou em média 5% ao ano, embora tenha havido um aumento de 20% de 2003 para 2004, deixando nossa dependência hoje na casa dos 12%, porém, se nada for feito, com tendência de crescimento em função do aumento interno da demanda.

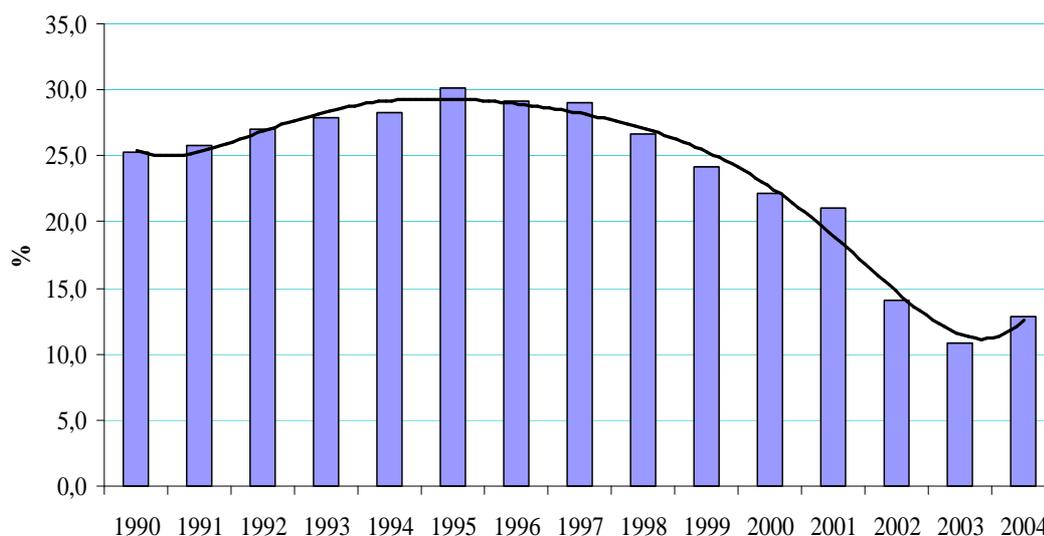


Figura 2.5.1 Evolução da dependência energética externa.<sup>2</sup>

### 3 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Neste capítulo apresento e discuto alguns programas relevantes que visam divulgar e promover o uso racional e eficiente de energia elétrica. O objetivo é aproveitar a experiência bem sucedida em cada um deles, destacar as virtudes e fornecer ao GF recomendações para aplicar seus conceitos em suas operações.

Nos próximos capítulos 4 e 5 são discutidas as medidas sugeridas e apresentados os resultados obtidos por esses programas, além de outras medidas e resultados provenientes de revisão bibliográfica, da experiência do autor e de casos práticos reais realizados por ESEs.

A educação da sociedade como um todo é de fundamental importância para o sucesso de qualquer programa. O cidadão sensibilizado percebe as vantagens, passa a adquirir equipamentos mais eficientes e passa a ter, em si próprio, a eficiência energética como filosofia. Pouco adianta investimentos em infra-estrutura se não houver educação e vice-versa.

#### 3.1 O PROCEL

O PROCEL é um dos programas da Eletrobrás, órgão ligado ao Ministério das Minas e Energia do Governo Federal. Visa promover a produção e o consumo racional e eficiente de energia elétrica. Foi criado em dezembro de 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, em substituição ao programa anterior - CONSERVE<sup>‡</sup>.

As principais metas do programa são:

- Reduzir perdas das concessionárias;
- Racionalizar o uso da energia elétrica;
- Aumentar a eficiência energética em aparelhos elétricos.

---

<sup>‡</sup> O CONSERVE foi o criado em 1981 pelo Ministério da Indústria e Comércio, constituindo-se no primeiro esforço de peso, a nível nacional, para a conservação de energia. Acabou não atingindo plenamente seus objetivos, principalmente, por ter os recursos alocados sub aproveitados e por acabar dando enfoque na substituição energética, em detrimento da diretriz primordial, que era a conservação de energia.<sup>6</sup>

As diversas atividades do PROCEL incluem o treinamento de profissionais de diversos segmentos: indústrias, comércio, hotéis, dentre outros, visando reduzir o desperdício de energia. É normalmente realizado dentro das empresas com duração de 8h.

O programa também atua na educação da sociedade em comunidades, como prestadores de serviço residenciais, corais que desenvolvem canções pertinentes ao não desperdício e outras diversas atividades sociais.

### 3.1.1 Ações de marketing

Para sensibilizar o consumidor o PROCEL criou uma marca, figura 3.1.1.1, para simbolizar o combate ao desperdício de energia elétrica.



Figura. 3.1.1.1 Marca que identifica o PROCEL.<sup>7</sup>

A idéia é que todos as ações, projetos e novos equipamentos mais eficientes ajudem a divulgar a marca. A idéia é que o consumidor, ao identificar a marca, perceba que pode se beneficiar com um equipamento ou serviço mais eficiente, passando então a adquirir consciência sobre a importância do uso racional e eficiente de energia elétrica.

Em 1993 o PROCEL criou o selo, figura. 3.1.1.2, concedido anualmente a equipamentos que alcancem os maiores índices de eficiência energética dentro de sua categoria, objetivando incentivar os fabricantes a produzirem equipamentos cada vez mais eficientes. Mais tarde, em 1998, criou também o selo, figura. 3.1.1.3, para lâmpadas eficientes.

Hoje o consumidor já identifica a marca e os selos, e se utiliza deles para fazer comparações entre produtos e equipamentos.

Os critérios para a concessão do selo são estabelecidos por uma comissão técnica<sup>§</sup>, sendo concedidos a: refrigeradores, freezers, ar condicionado de janela e split, motores elétricos de indução trifásico padrão / de alto rendimento, coletor solar

---

<sup>§</sup> Composta por: PROCEL, CEPEL, INMETRO, IDEC, ABINEE, ELETROS, ABILUX, ABRAVA.

plano para banho / piscina, reservatórios térmicos para coletores solares, reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor de sódio / fluorescentes tubulares e lâmpadas fluorescentes compactas / circulares.



Figura 3.1.1.2 Selo para eletrodomésticos.<sup>7</sup>



Figura 3.1.1.3 Selo para lâmpadas.<sup>7</sup>

Há estudos para estender a concessão do selo também para outros equipamentos como, painéis fotovoltaicos, bombas centrífugas, equipamentos de geração eólica, fornos de microondas, máquinas de lavar roupa, lâmpadas a vapor de sódio, TV, aquecedor de acumulação elétrico (boiler), ventiladores de teto, bombas de calor, e outros.

Outra ação promocional interessante é o “Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia”, instituído em 1993 e concedido anualmente, como forma de reconhecimento às empresas que mais se esforçam para obter bons resultados na área de eficiência energética. É oferecido em várias categorias de diversos segmentos: transportes, setor energético, imprensa, micro e pequenas empresas e indústria.

O programa também dispõe, em sua sede no Rio de Janeiro, de uma biblioteca com mais de 1800 títulos, onde pode ser consultada vasta bibliografia a respeito do assunto eficiência energética.

O PROCEL promove, realiza e participa de eventos. Entre 1997 e 2004 a participação foi em 190 eventos, sendo que o EFICIENTIA-98, segundo seus organizadores, foi o maior do mundo sobre o tema conservação de energia elétrica.

De forma similar, os GFs podem promover campanhas e ações internas de marketing em suas operações. Normalmente as concessionárias e empresas de manutenção possuem material interessante nessa área. De qualquer forma, a leitura deste trabalho vai proporcionar ao GF produzir seu próprio material.

### 3.1.2 Áreas de atuação

O PROCEL atua a nível nacional em diversas áreas: comércio, saneamento, educação, indústria, edificações, prédios públicos, gestão de energia municipal e iluminação pública. Normalmente os convênios são celebrados com estados, municípios, universidades, escolas, entidades de classe, e principalmente com as concessionárias de energia elétrica.

Como o foco do trabalho são os edifícios comerciais, comento de forma resumida, as ações do PROCEL nesta área.

As edificações são responsáveis por cerca de 48% do consumo de energia elétrica no Brasil, considerando-se os setores residencial e comercial. As estatísticas mostram que o potencial de conservação em prédios já construídos pode ser de até 30%, chegando a 50% em prédios novos.<sup>7</sup>

Em geral, os projetistas não consideram desde o projeto arquitetônico os avanços na arquitetura bioclimática, materiais, equipamentos e tecnologias construtivas vinculadas à eficiência energética. Em consequência, há grande desperdício e oportunidades de poupar energia.

Assim, o “PROCEL EDIFICA” tem como principais metas:

- Reduzir o consumo de energia elétrica nas edificações;
- Estimular as ações de consumo racional de energia elétrica;
- Divulgar os conceitos de eficiência energética em edificações, inserindo o tema arquitetura bioclimática;
- Disseminar o uso de energias renováveis;
- Utilizar tecnologias mais eficientes em projetos, equipamentos, e na fabricação de materiais de construção;
- Conscientizar profissionais que podem influenciar o planejamento de uma cidade, na concepção de projetos e na construção de prédios eficientes;
- Elaborar guias técnicos, incluindo a revisão de publicações existentes;
- Apoiar a realização de projetos-demonstração;

- Divulgar boas práticas nos projetos e construções que agreguem conceitos de conforto ambiental e eficiência energética.

Para o ciclo 2004/5, os investimentos previstos do “PROCEL EDIFICA” foram da ordem R\$ 3 milhões.<sup>7</sup>

### **3.2 O PUREUSP**

O PUREUSP é o programa para o uso eficiente de energia na USP, também conhecido como PURE.

Iniciou suas atividades em 1997, graças à iniciativa de professores e pesquisadores do PEA, da Escola Politécnica da USP.

Naquela época, aqueles grupos se questionavam do por quê não se aplicar nas instalações da USP os conceitos transmitidos em sala de aula, em relação à disciplina conservação de energia elétrica.

Os primeiros trabalhos tiveram como objetivo levantar subsídios àquelas questões.

Contando com o apoio da FAPESP, levantamentos, realizados na CUASO, identificaram potenciais de economia da ordem 20%, além da constatação de que não havia qualquer gestão energética.<sup>8</sup>

Desde então, o programa procurou implantar ações para promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todas as instalações da universidade.

A seguir, as principais ações realizadas:

- Sistema de gerenciamento de energia - SISGEN;
- Projetos de eficiência;
- Sistema Contaluz;
- Treinamento e divulgação;
- Racionamento;
- Gestão de contratos e projeto multa zero;
- Especificações técnicas para compra de materiais elétricos;
- PUREFAUSP.

O PUREFAUSP faz parte do PURE e tem como objetivo principal estimular o desenvolvimento de projetos de fontes alternativas de energia, consolidando assim os resultados do PURE, buscando novas tecnologias, de modo a preservar a atividade fim da universidade e diversificar a matriz energética de modo sustentável.

### 3.2.1 Sistema de gerenciamento de energia - SISGEN

O SISGEN é um sistema que foi projetado e desenvolvido por pesquisadores do PEA, tendo como objetivo monitorar, nas principais instalações da USP, diversas grandezas elétricas, como demandas ativa, reativa e aparente; energias ativa, reativa e aparente; fator de potência<sup>\*\*</sup>; tensões de linha e de fase; e correntes.

O sistema coleta dados em tempo real, tratando-os numérica e graficamente, seguindo os mesmos critérios de medição utilizados pelas concessionárias, permitindo assim uma gestão integrada das grandezas envolvidas no consumo elétrico, além de contribuir para a racionalização das instalações.

O monitoramento é realizado de forma remota via rede telefônica ou Internet, através de medidores de energia, de acordo com as normas técnicas aplicáveis, sendo compatíveis com os medidores de todos os fabricantes. As telas e os relatórios são adaptáveis às necessidades de cada usuário. A figura 3.2.1.1 mostra um exemplo de tela do programa.



Figura 3.2.1.1 Tela do SISGEN mostrando consumo de energia.<sup>8</sup>

<sup>\*\*</sup> Armazena sua natureza capacitiva ou indutiva, bem como valores mínimos ocorridos.

No mercado há empresas que fornecem tecnologia semelhante a preços razoáveis, inclusive com monitoramento através de celulares via rede GPRS, onde dependendo das condições de infra-estrutura do empreendimento e da quantidade de medidores, pode até ser mais econômica do que se instalada em linha convencional.

Além dos dados que podem ser obtidos, comentados acima através do SISGEN, normalmente também é possível visualizar:

- Distorções harmônicas;
- Simulação de fatura de energia elétrica;
- Estimativa de redução de custos com: otimização de contratos de demanda, correção do fator de potência, enquadramento tarifário, geração de energia no horário de ponta, migração para o mercado livre;
- Envio de mensagens de alerta por e-mail nos casos de ultrapassagem da demanda, fator de potência baixo, dentre outros.

É interessante que o GF considere a possibilidade de instalação de um sistema semelhante a este em suas operações. Desta forma, poderá atuar mais rapidamente para corrigir desvios, terá mais elementos para tomar decisões como recontração de demanda, correção do fator de potência, dentre outros, além de poder fornecer relatórios com mais qualidade.

### **3.2.2 Projetos de eficiência**

Parte da verba do programa é destinada a projetos de eficiência energética visando, principalmente, troca de lâmpadas, reatores e luminárias; troca de equipamentos de ar condicionado; troca de fontes de energia para aquecimento; e qualquer projeto de efficientização que ofereça ganho econômico para a USP.

No período 2003/4, foram aprovados projetos em 11 unidades, incluindo a capital e outros campi espalhados pelo interior. Os projetos contemplaram a reforma em sistemas de iluminação, compreendendo ao todo a substituição de 11.700 lâmpadas, 5.925 reatores e 1.040 luminárias.<sup>8</sup>

É bastante comum, não só na USP, mas em qualquer operação, que as ações em termos de eficiência energética se concentrem primeiro em sistemas de iluminação. Normalmente possuem parcela considerável no consumo de energia elétrica nos edifícios comerciais (cerca de 24%), mas o principal motivo é que seus resultados são mais facilmente visíveis pelos usuários e pelos que aprovam os projetos.

No capítulo 4 apresento um fluxograma que facilita a operacionalização das práticas que possibilitam obter eficiência energética e o conseqüente ganho econômico e ambiental.

### **3.2.3 Sistema Contaluz**

A partir de 1998, com a constatação de que não havia qualquer gestão energética na USP, foi criado um grande banco de dados com informações das 298 faturas mensais de energia, distribuídas nas 16 cidades onde há campi.<sup>8</sup>

O sistema permite gerar indicadores interessantes como o custo unitário por MWh e incidência de tarifas indesejáveis, como excedente em reativos e/ou demanda e multa por atraso nos pagamentos. Os dados podem ser acessados via Internet de qualquer campus, permitindo aos gestores avaliar suas ações e identificar potenciais de melhorias.

A implantação do SISGEN e do “Contaluz” permitiu à universidade gerenciar de forma adequada os cerca de 80 contratos de fornecimento de energia com as concessionárias locais nas cidades onde ficam seus campi.<sup>8</sup>

### **3.2.4 Treinamento e divulgação**

Na época do racionamento, em 2001, 50 alunos da graduação foram capacitados para divulgar os conceitos do programa em todos os campi da USP.

Na mesma época, mais de 100 eletricitas foram capacitados de acordo com as diretrizes do programa, além de terem oportunidade única de trocar experiências, fazer reciclagem e uniformizar conceitos de manutenção e projetos.

Os meios principais de comunicação foram “folders”, marcadores de livro, adesivos, palestras, outdoors, cartazes e mídia.

Cerca de 75% dos funcionários puderam tomar contato com os conceitos de eficiência energética divulgados pelo PURE.<sup>8</sup>

### **3.2.5 Racionamento**

O objetivo do programa era consolidar as ações do PURE, atingindo no mínimo 20% de economia no consumo de energia elétrica, sem prejuízo das atividades da universidade.<sup>8</sup>

As medidas para obter economia foram planejadas e coordenadas pelo PURE, no período de maio de 2001 a fevereiro de 2002.

Além do treinamento e divulgação, comentados anteriormente, todas as unidades puderam apresentar projetos de eficiência energética, de acordo com as diretrizes e orientações do PURE:

- Projeto de racionalização do uso de iluminação e de ar condicionado;
- Projeto de vigilância;
- Projeto de capacitação de recursos humanos;
- Projeto de eficiência energética;
- Projetos especiais específicos para Unidades/Órgãos, para atender condições particulares não cobertas pelos demais projetos;
- Projeto de acompanhamento do consumo.

Outra ação importante foi a modificação e padronização das especificações para compra de luminárias, lâmpadas e reatores, permitindo somente a compra de materiais eficientes.

Além destas ações foram solicitados recursos do PROCEL para tornar eficientes as instalações do HU e do HRAC.

### 3.3 Outros programas

A seguir apresento de forma resumida outros programas de eficiência energética existentes.

Comento os programas estaduais e, no Exterior, escolhi comentar apenas alguns mais relevantes como os programas dos Estados Unidos, Reino Unido, e da UCB.

Ao final do trabalho, o capítulo 9, recomenda bibliografia que trata ainda de outros programas para o uso eficiente e racional de energia elétrica.

#### 3.3.1 Programas estaduais

Os principais programas estaduais de conservação de energia foram desenvolvidos nos estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Ceará e Rio de Janeiro.

Em Minas Gerais, a CEMIG foi a pioneira e desde 1962 desenvolve atividades na área de eficiência energética. Esse pioneirismo consolidou, naquele estado, a cultura da conservação de energia, e a distingue de forma marcante em relação às demais concessionárias.<sup>6</sup>

Os programas que conduz são quase todos com recursos próprios e convênios com empresas e universidades, usando muito pouco os recursos do PROCEL, com destaque para a formação e capacitação de 26 ESEs no estado.<sup>6</sup>

Em São Paulo, USP, IPT, UNICAMP, FIESP e Concessionárias de Energia, desde o início da década de 80, desenvolvem diversas iniciativas na área de conservação de energia, em parcerias com concessionárias de energia, com instituições federais como o CONSERVE e o PROCEL e com a Agência para Aplicação de Energia (AAE), que, durante sua existência, nas décadas de 80 e 90, teve importante papel na área de eficiência energética no estado de São Paulo.<sup>6</sup>

Em síntese, as ações implementadas nos estados contam, em sua maioria, com a atuação das concessionárias de energia, que por sua vez iniciaram suas ações, nesse sentido, a partir das orientações do PROCEL.

### 3.3.2 Programa de Eficiência Energética e Energias Renováveis (EEER)

O EEER é o programa de eficiência energética e energias renováveis do Governo Norte Americano, em parceria com a iniciativa privada.

Os Estados Unidos foram os pioneiros a oferecer incentivos às concessionárias de energia elétrica e gás canalizado para que fossem implantados programas de eficiência energética.<sup>6</sup>

Esse pioneirismo fez com que os programas do EEER se tornassem abrangentes e completos, compreendendo programas em diversas áreas: Edifícios, Indústria, Geração e distribuição, Transportes, Biomassa, Geotermia, Hidrogênio, Hidroelétrica, Ondas de marés, Solar e Eólica.

São programas extensos, com grande detalhamento e que não exploro neste trabalho, deixando, no capítulo 9, a referência<sup>9</sup> a ser consultada para que os interessados possam conhecer o programa por completo.

Por estar relacionado ao objetivo deste trabalho, comento a respeito do programa que trata dos edifícios.

Os cerca de 81 milhões edifícios<sup>††</sup> americanos consomem mais energia que qualquer outro setor daquele país. Felizmente os potenciais de economia e o conseqüente ganho ambiental são significativos.<sup>9</sup>

“O Programa de tecnologias para edifícios” é a área do EEER que tem como objetivo promover a eficiência energética dos edifícios, através de novas tecnologias e melhores práticas construtivas.

O programa trabalha em parceria com estados, municípios e com qualquer parte interessada, atuando em diversas frentes:<sup>9</sup>

- Desenvolve procedimentos para testar a eficiência de equipamentos e eletrodomésticos;
- Suporta atividades de pesquisa que possibilitam construir casas que utilizam até 70% menos energia, com pouco ou nenhum acréscimo nos custos, utilizando materiais e técnicas construtivas sustentáveis;
- Desenvolve códigos elétricos mais eficientes;

---

<sup>††</sup> Compreende residências, edifícios residenciais e comerciais.

- Desenvolve e qualifica fabricantes em geral, para o desenvolvimento de equipamentos mais eficientes, de modo a obterem o selo “Energy Star”<sup>‡‡</sup> de eficiência;
- Trabalha junto a arquitetos, engenheiros, construtores, proprietários e usuários, de modo a otimizar a performance dos edifícios;
- Promove reformas com foco na eficiência energética e na performance dos edifícios como um todo;
- Desenvolve projetos incentivando a produção de energia elétrica através de fontes alternativas.

Graças a estes programas e a estas parcerias, principalmente, com fabricantes, indústrias, laboratórios, universidades e centros de pesquisa, os edifícios estão se tornando cada vez mais sustentáveis, contribuindo para reduzir impactos ambientais, emissão de carbono e requerendo menores gastos com operação.

As soluções energéticas propostas são adaptáveis aos mais diferentes tipos de edifícios: casas, apartamentos, escritórios, comércio, hospitais, hotéis, escolas, universidades, governo e edifícios de alta performance.

A principal virtude do programa norte americano é o seu grau de detalhamento: em geral, são extremamente detalhistas, assim, há manuais dos mais diversos assuntos: dados estatísticos sobre energia, planejamento, financiamento, projeto, construção, reforma, escolha de materiais adequados, operação, manutenção, softwares utilitários, guia de economia de energia, incentivos fiscais para quem projetar, construir e adquirir equipamentos eficientes, dentre outros.

Outra característica interessante é que o portal do EEER na Internet centraliza as informações de todos os seus programas. O nosso (Eletrobrás) é semelhante, porém normalmente não se associa o nome PROCEL à Eletrobrás, ao contrário dos EEUU onde todos os programas são associados à imagem do EEER, tornando o acesso mais fácil por parte da sociedade, pesquisadores e dos profissionais interessados.

---

<sup>‡‡</sup> Tem objetivo semelhante ao selo do PROCEL para equipamentos comprovadamente eficientes.

### 3.3.3 Programa de Economia de Energia

É o programa do Reino Unido que trata da eficiência energética. Sua atuação é relativamente recente, em comparação aos demais programas comentados ao longo deste trabalho, tendo sido estabelecido como parte de um plano de ação governamental, em parceria com a iniciativa privada, em resposta à Reunião de Cúpula realizada em 1992 no Rio de Janeiro e que tratou das preocupações mundiais com relação ao meio ambiente, principalmente efeito estufa.<sup>10</sup>

Seus principais objetivos estão relacionados a:

- Promover o uso sustentável de energia;
- Promover a redução da emissão de gás carbônico;
- Estimular pesquisas em fontes de energias renováveis;
- Estimular o uso de combustíveis mais limpos nos transportes.

Nesse sentido, atua em diversas frentes, suportando programas nas áreas:

- Campanhas ao consumidor;
- Certificações para escolas mais eficientes energeticamente;
- Centros de eficiência energética para disseminação dos programas;
- Incentivo a projetos inovadores que possam colaborar e estimular ainda mais o consumidor em geral;
- Suporte necessário aos profissionais que desejem trabalhar com eficiência energética, de modo a promover o desenvolvimento sustentável;
- Centros locais específicos para as empresas do poder público e autoridades;
- Programas de estímulo ao planejamento eficiente do sistema de transporte, incluindo alternativas para o uso de combustíveis mais limpos;
- Subsídios para:
  - A reforma de instalações comprovadamente mais eficientes;

- Projetos inovadores que comprovadamente reduzam a emissão de carbono;
- Projetos inovadores em equipamentos e eletrodomésticos;
- Projetos de geração de energia elétrica através da energia solar;
- Consumidores que comprem ou converterem um carro a gás

Uma das principais campanhas voltadas ao consumidor é intitulada “Economize os seus 20%”.<sup>10</sup> Em síntese, a campanha defende que pequenas ações, como melhorar isolamento, adquirir equipamentos mais eficientes ou utilizar-se de tecnologias renováveis de produção de energia, podem contribuir para que a economia seja obtida e o meio ambiente seja preservado. Aos consumidores interessados, incentivos são oferecidos, além de orientações e manuais de como atingirem suas metas de economia.

É interessante notar que o Reino Unido, por ser um país industrializado, criou programas de eficiência energética um pouco tarde, em comparação até mesmo com países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. Este fato reforça a questão da importância cada vez maior do desenvolvimento sustentável.

### **3.3.4 O Campus de Sustentabilidade - Universidade da Columbia Britânica**<sup>11, 12</sup>

A Universidade da Columbia Britânica fica em Vancouver, no Canadá e tem 50 mil alunos em 4 campi.

Em 1997, a UCB tornou-se primeira universidade Canadense a implementar uma política de desenvolvimento sustentável. Um ano mais tarde abriu seu escritório de sustentabilidade, dedicado a programas que vão muito além da economia de energia elétrica.

Com grande foco na mudança comportamental, os programas tratam de assuntos como:

- Consumo eficiente e racional de energia;
- Consumo eficiente e racional de água;
- Subsídios a qualquer projeto comprovadamente sustentável;
- Promoção de edifícios sustentáveis;

- Redução do consumo de papel;
- Redução de emissão de gás carbônico;
- Reciclagem de resíduos orgânicos;
- Transportes;
- Cursos de capacitação para estudantes, consumidores e profissionais;
- Reforma de instalações com comprovada eficiência e ganhos;
- Aproveitamento de água através do re-uso e captação de água de chuva;
- Produção de biodiesel a partir do óleo já utilizado na alimentação, que, desde o ano passado, provê combustível para veículos internos;
- Projetos de produção de energia a partir do hidrogênio;
- Coordenadores de sustentabilidade.

O Programa de Coordenadores de Sustentabilidade (PCS) é uma iniciativa bastante interessante. É um trabalho voluntário, coordenado pelo escritório de sustentabilidade, entre alunos e funcionários, com grande foco na mudança comportamental das pessoas frente ao uso eficiente e racional de recursos.

São atividades que não tomam mais que 4 horas mensais de cada voluntário. Quando as pessoas percebem que simples atos se traduzem em economias perceptíveis e contribuem com o programa de sustentabilidade, a grande maioria adere.

Depois de algumas reformas em sistemas de iluminação realizados pelo campus, o programa tomou iniciativas que conduziram à criação do “ecotrek”. O foco principal do “ecotrek” é a reforma de sistemas, através de projetos de eficiência energética. São projetos de grande porte contratados na modalidade “garantia de performance”, ou seja, uma ESE, devidamente qualificada, assume os investimentos, garantindo as economias.

Os projetos têm como principais objetivos:

- Reduzir o consumo de energia elétrica, vapor, gás natural e água;
- Melhorar o conforto dos usuários dos edifícios;
- Reduzir as reclamações;
- Reduzir emissões de gás carbônico;

- Conceber sistemas que proporcionem soluções duradouras;
- Renovar e melhorar sistemas de: ar condicionado, aquecimento, ventilação, iluminação e água;
- Instalar sistemas que aproveitem a luz internamente quando possível;
- Implantar sistemas de automação.

O programa da UCB possui méritos interessantes que poderíamos aplicar por aqui através das nossas escolas, universidades e profissionais como o PCS, os contratos de performance que realiza com ESEs, o uso do biodiesel no transporte interno e as diversas áreas em que atua de modo centralizado, facilitando assim a promoção e a divulgação dos resultados. O escritório conta com 7 funcionários, sendo 4 em tempo integral.

## 4 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Neste capítulo, são apresentadas algumas práticas e recomendações, principalmente operacionais e de projeto. O objetivo é fornecer ao GF meios para obter eficiência energética, com ganhos econômicos e ambientais.

Os conceitos apresentados, em geral, não são complexos de serem implantados e, sempre que possível, devem ser considerados pelos GFs, em suas operações. São conceitos relacionados, principalmente, ao conforto térmico (ar condicionado) e visual (iluminação), principais componentes do consumo energético dos edifícios comerciais, e que respondem respectivamente, em média, por 48% e 24% da parcela de consumo total de energia elétrica em prédios comerciais.<sup>13</sup>

Para facilitar o trabalho do GF, este pode iniciar sua análise tomando como base o fluxograma abaixo, figura 4.1, seguindo, normalmente, esta seqüência.

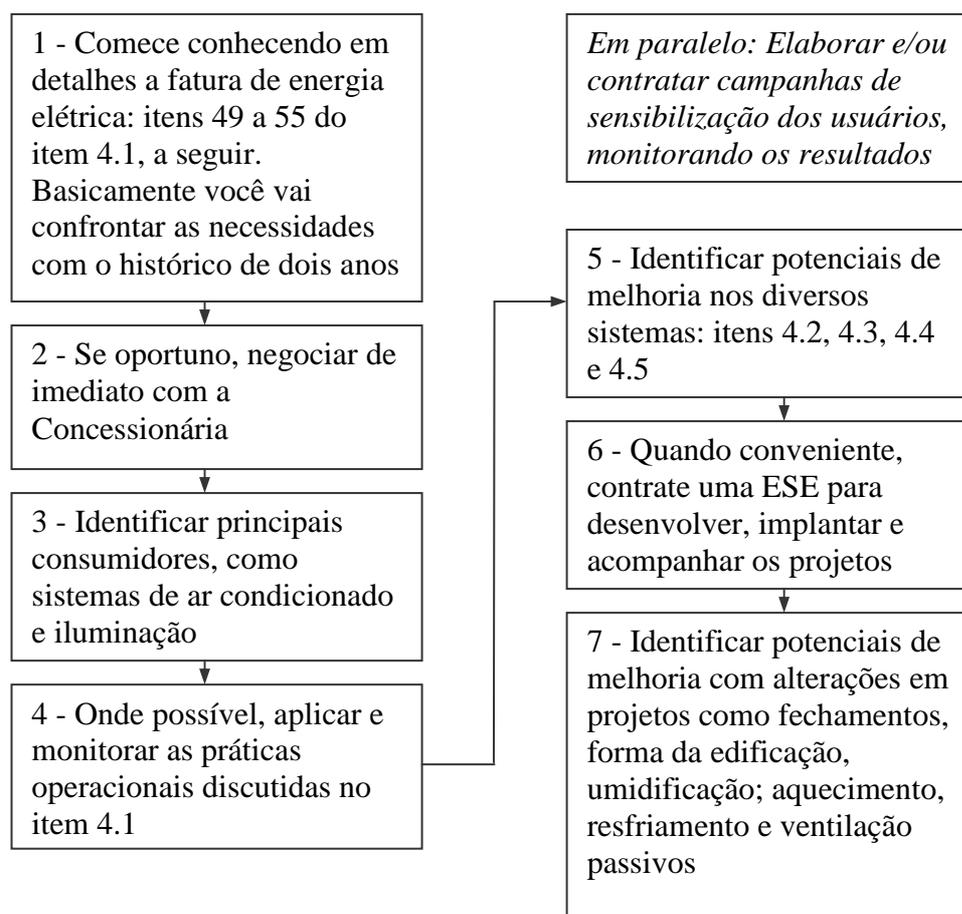


Figura 4.1 Fluxograma para gestão de energia elétrica.

O detalhamento do fluxograma é discutido a seguir nos itens 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5. Antes, porém, comento abaixo de forma resumida as recomendações de cada quadro:

- *Quadro 1:* É fundamental que o GF conheça em detalhes o contrato de energia elétrica com a concessionária local: estrutura tarifária, demandas contratadas, consumo ativo e reativo, fator de potência, existência de tarifas por ultrapassagem de algum item contratado, dentre outros. De posse das faturas de pelo menos 2 anos, estrutura-se os dados em uma planilha, a partir da qual será possível realizar uma análise dos dados em questão e decidir pela manutenção ou alteração dos mesmos;
- *Quadro 2:* Caso seja identificada alguma distorção muito grave pode ser interessante renegociar de imediato com a concessionária, a menos que o GF consiga de imediato otimizar a operação de acordo com as recomendações deste capítulo, o que nem sempre é possível;
- *Quadro 3:* Os principais sistemas consumidores devem ser identificados e monitorados de perto. Em edifícios comerciais, em geral, são os sistemas de ar condicionado e de iluminação. Quase sempre é possível otimizar suas operações e realizar reformas com foco na eficiência e eficácia dos mesmos;
- *Quadro 4:* Normalmente as medidas operacionais são as mais simples de se aplicar pois dizem respeito ao dia a dia da operação dos edifícios. A dificuldade costuma residir nos “vícios” de quem opera, fato este que o GF precisa saber administrar;
- *Quadro 5:* O itens 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5, tratam respectivamente de sistemas de ar condicionado, sistemas de iluminação, outros sistemas e sistemas de automação. São recomendações práticas que devem ser aplicadas ainda nos projetos, mas para as quais o GF que está na operação também tem que estar atento, pois podem representar oportunidades de melhorias nos sistemas existentes;
- *Quadro 6:* Após identificar que há melhorias possíveis nos diversos sistemas, caso julgue conveniente, contrate uma ESE na modalidade “contrato de performance”, ou seja, uma Empresa de Serviços de Energia faz os investimentos e é remunerada de acordo com as economias obtidas. Essa

prática, embora seja um pouco rara no Brasil, é corrente em países desenvolvidos e pode ser uma boa alternativa para viabilizar altos investimentos;

- *Quadro 7:* As estratégias sugeridas nesse quadro são comentadas no capítulo 4.2.1, ou seja, está como parte integrante do capítulo sobre sistemas de ar condicionado, pois a aplicação das mesmas poderá reduzir sobremaneira o consumo e até mesmo a decisão de se instalar ou não estes sistemas. O motivo pelo qual este quadro foi colocado em último no fluxograma, deve-se ao fato de que o GF dificilmente vai atuar nesse sentido, ou se for, vai acabar deixando por último mesmo por serem estratégias que envolvem, normalmente alterações estruturais, cabendo mais aos projetistas na fase de concepção do que aos GFs que operam uma edificação.

#### 4.1 Práticas operacionais

Neste tópico são apresentadas algumas recomendações práticas de foco operacional que podem contribuir para uma operação mais racional e eficiente. A observação destas recomendações vai permitir ao GF identificar oportunidades de melhoria que vão possibilitar obter ganhos econômicos e ambientais.

Para melhor referência os itens foram numerados e dispostos separadamente por sistemas. §§ 7, 14, 15, 16, 17, 18

*Ar condicionado:*

1. Limite a utilização do aparelho somente às dependências ocupadas. É muito comum observar dependências vazias com o ar condicionado ligado;
2. Utilize cortinas e persianas para proteger os ambientes da luz direta do sol, desta forma, evita-se a incidência de raios solares no ambiente climatizado, reduzindo a carga térmica para o condicionador;
3. Limpe o filtro do aparelho na periodicidade recomendada pelo fabricante. A sujeira prejudica seu rendimento e aumenta o consumo de energia;

---

§§ Com alterações, complementos, sugestões e comentários do autor.

4. Verifique se não há vazamento nos dutos de ar condicionado, pois em havendo o sistema desperdiçará energia;
5. Verifique o isolamento térmico dos dutos. Dutos sem isolação ou mal isolados acarretam perdas térmicas e aumento do consumo de energia;
6. Mantenha portas e janelas fechadas quando estiver usando o ar-condicionado, pois o abre e fecha de portas e janelas admitem ar exterior quente, ou seja, mais carga térmica para o sistema;
7. Não refrigere excessivamente o ambiente no verão. O conforto térmico é uma combinação de temperatura e umidade, sendo recomendado entre 22 e 24°C de temperatura e 50 e 60% de umidade relativa do ar. Sempre que possível mantenha o “set point” próximo do limite superior, ou seja, próximo dos 24°C; um aumento de um grau na temperatura proporcionará economia em torno de 7% em energia elétrica (informação pessoal)<sup>\*\*\*</sup>;
8. Mantenha desobstruídas as grelhas de circulação de ar para não forçar o trabalho dos elementos do sistema;
9. Mantenha livre a entrada de ar do condensador, evitando assim problemas com a troca de calor e até a queima do equipamento em casos mais extremos;
10. Verifique se há tomada excessiva de ar externo, mantendo-a dentro do recomendado pela ABNT, pois cargas maiores de ar externo aumentam o consumo de energia. Avalie a viabilidade da instalação de sensores de CO<sub>2</sub> para regular automaticamente a tomada de ar externo de acordo com a quantidade pessoas;
11. Regule ao mínimo necessário a exaustão do ar nos banheiros contíguos aos ambientes climatizados, pois a exaustão retira ar frio do ambiente, conseqüentemente aumentando a carga térmica;
12. Verifique se há correias patinando no sistema, como motores de ventiladores, pois este deslizamento provoca aumento no consumo de energia. Considere substituir as correias do tipo “V” (eficiência 90 a 95%) por correias síncronas (dentadas), com eficiência na faixa de 97 a 99%;

---

<sup>\*\*\*</sup> Nota de aula do curso Gestão ambiental na operação de edificações: tecnologia e sustentabilidade, do MBA/USP - Gerenciamento de Facilidades.

13. Mantenha limpas as superfícies dos trocadores de calor, como serpentinas, os do tipo casco / tubo e outros, pois a obstrução acarreta perdas de bombeamento, já que os ventiladores terão que trabalhar mais para fornecer a mesma vazão, conseqüentemente com maior gasto energético;
14. Não opere as válvulas de bloqueio do sistema de água gelada em posição parcialmente aberta (“estrangulada”), pois isto acarretará perdas ao sistema. Se necessitar controlar a vazão, utilize um variador de frequência;
15. Estude a possibilidade de ventilar naturalmente o edifício à noite. A inércia térmica torna possível retardar o acionamento do sistema de ar-condicionado pela manhã;
16. Se possível, utilize a ventilação natural. Não custa nada. Nos dias frios você nem precisará ligar o ar-condicionado;
17. Calibre periodicamente seus controladores como termostatos, umidostatos e outros, pois controladores mal calibrados podem acarretar mal funcionamento do sistema como um todo;
18. Frequentemente, após algum tempo de operação, uma instalação pode se encontrar fora de seus parâmetros de projeto, em função de redução de pessoal, mudança de uso, dentre outros. A avaliação periódica da carga térmica pode trazer surpresas e permitir a redução das vazões de ar, com conseqüente economia para todo o sistema;
19. Nunca considere trocar um chiller por outro de mesma capacidade. Faça um estudo minucioso para verificar se a carga térmica não pode ser diminuída, pois só o equipamento tem custo em torno de US\$ 450,00/TR, e reduções podem ser vantajosas economicamente, tanto do ponto de vista do investimento, como do ponto de vista de consumo energético;
20. Se na sua instalação houver CAGs com mais de 20 anos, considere, se possível, realizar sua substituição, pois equipamentos com essa idade já apresentam um grau de obsolescência razoável em trocadores, controles, compressores e outros;
21. Verifique se há algum setor ou equipamento que funcione 24h e que esteja sendo servido por sistema de ar condicionado que atenda outras áreas. Considere a viabilidade de instalar um sistema dedicado;

22. Verifique a possibilidade de isolar coberturas, diminuindo a carga térmica incidente sobre a mesma;
23. Desligue o sistema de exaustão, caso não precise ser utilizado;

*Iluminação:*

24. Mantenha limpas lâmpadas e luminárias para permitir a reflexão máxima da luz;
25. Desligue luzes de dependências quando não estiverem em uso ou considere instalar sistemas de automação parcial, como sensores (item 4.3). Cuidado, porém, com o acende / apaga de lâmpadas fluorescentes, que pode diminuir sua vida útil. Se tiver certeza que vai retornar ao local num intervalo entre 5 e 15 minutos, é melhor deixar o sistema ativo<sup>†††</sup>;
26. Sempre que possível, ligue o sistema de iluminação momentos antes do início do expediente;
27. Nos espaços exteriores reduza, quando possível e sem prejuízo da segurança, a iluminação em áreas de circulação, pátios de estacionamento e garagens;
28. Se houver protetor de acrílico, considere retirá-lo, deixando as luminárias abertas, o que possibilita reduzir em até 50% o número de lâmpadas sem perda da qualidade na iluminação;
29. Substitua as lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas ou circulares que possuam o selo PROCEL INMETRO de desempenho;
30. Limpe regularmente as paredes, janelas, forros e pisos. Uma superfície limpa reflete melhor a luz, o que reduz a necessidade de iluminação artificial;
31. Percorra os diversos setores, a fim de verificar se há luminárias operando desnecessariamente ou locais com excesso de iluminância;
32. Faça a limpeza preferencialmente durante o dia. Caso seja realizada após o encerramento do expediente, inicie por um setor, mantendo todos os demais apagados. Programe o serviço de forma que o ambiente ou o andar tenha a respectiva iluminação e outros equipamentos desligados imediatamente após sua conclusão;

---

<sup>†††</sup> O PROCEL sugere 5 minutos, enquanto que a Philips sugere 15 minutos (informação pessoal)<sup>18</sup>.

33. Aproveite ao máximo a iluminação natural, para não usar lâmpadas durante o dia;

*Motores e bombeamento de água:*

34. Promova campanha interna de redução do consumo de água, de modo a diminuir o consumo de energia elétrica no bombeamento da mesma. Evite o bombeamento de água no horário de pico, onde, dependendo da concessionária e do seu contrato, o custo unitário da energia elétrica pode ser até cerca de 10 vezes superior ao custo no horário fora de ponta;
35. Desligue os motores das máquinas quando não estiverem operando;
36. Elimine vazamentos de água;

*Instalações elétricas:*

37. Elimine progressivamente os transformadores muito antigos, substituindo-os assim que possível por outros mais modernos e eficientes;
38. Quando um transformador é mantido sob tensão e não fornece nenhuma potência, poderá haver problemas com o excesso de reativos, seja na demanda ou no consumo, pois a energia reativa será maior que a energia ativa, prejudicando o fator de potência. O anexo A explica o conceito de fator de potência e apresenta os principais motivos que causam um baixo valor, assim como as consequências para as instalações. Assim, é aconselhável deixar os transformadores desligados da rede quando não estiverem em serviço, desde que a inatividade seja por períodos relativamente curtos, não superiores a uma semana, caso contrário, podem ocorrer problemas devidos à absorção de umidade;
39. Quando existirem diversos transformadores para alimentar a mesma instalação, é teoricamente econômico ajustar a operação destes em função da carga solicitada, alternando o uso dos transformadores quando cabível, limitando-se assim as perdas em vazio nas horas de baixa carga. Em muitos casos, pode ser interessante contar com um transformador de menor porte, exclusivo para alimentação da iluminação, de modo a permitir mantê-la

ligada durante a execução dos serviços de limpeza e vigilância nos horários em que a empresa não esteja funcionando;

40. Uma causa muito comum de perda de energia, e o conseqüente aumento na conta de energia elétrica, é a fuga de corrente, devendo ser sanada assim que detectada. Suas principais causas são: aparelhos defeituosos, emendas malfeitas ou mal isoladas, fios desencapados ou com isolamento desgastado, conexões inadequadas ou malfeitas;

*Elevadores e escadas rolantes:*

41. Procure, se possível, restringir o uso dos equipamentos fora do horário de maior demanda de utilização;
42. Identificar com clareza as diversas seções, explicitando suas atividades, para evitar transportes desnecessários;
43. Implantar medidas de conscientização dos usuários mediante cartazes explicativos, inclusive sugerindo que é mais prático utilizar a escada para chegar a andares próximos (para descer 2 andares ou subir um andar);
44. Analisar a possibilidade da instalação de sistemas mais eficientes para o acionamento dos elevadores, consultando os fabricantes ou firmas especializadas;
45. Estudar a possibilidade de ter os elevadores trabalhando alternadamente, ou seja, alguns atendendo andares ímpares e outros andares pares; ou ainda, atendendo a diferentes grupos de pisos. Desta forma, o transporte é otimizado, evitando-se muitas paradas, diminuindo o tempo de viagem e conseqüentemente o consumo de energia;
46. Estudar a instalação de dispositivos de cancelamento de chamadas falsas. Eles fazem com que as chamadas sejam canceladas caso o elevador pare duas vezes consecutivas sem que haja movimentação de passageiros;

*Computadores:*

47. Promova campanhas para que os usuários programem seus computadores para entrar em “estado de espera” quando não estiverem em uso. Um

computador típico pode consumir em torno de 200Wh, enquanto que no estado de espera, consumirá algo em torno de 10wh ou menos;

48. Verifique a viabilidade da troca de monitores CRT pelos LCD que gastam entre 50% e 60% menos energia (informação pessoal)<sup>+++</sup>;

*Contrato de fornecimento de energia:*

49. Procure conhecer detalhadamente a fatura de energia elétrica, seja ela de baixa ou de média tensão, a estrutura tarifária da concessionária local (anexo B) e a resolução 456 da ANEEL, de 29/11/00, que regula as relações entre as concessionárias e os consumidores;
50. Observar atentamente a existência de qualquer dos seguintes itens, seja na ponta<sup>§§§</sup> ou fora da ponta<sup>\*\*\*\*</sup>: ultrapassagem de demanda (kW), demanda reativa excedente (kVAr), consumo reativo excedente (kVArh). A ocorrência de qualquer um destes itens caracteriza oportunidade de economia. A contratação de valores muito baixos de demanda (kW) representará a cobrança de pesadas tarifas por excedentes, assim como a contratação de valores elevados, representará desperdício financeiro, pois estará se pagando por algo que não se utiliza. O ideal é basear a análise nas últimas 24 faturas e, se necessário, providenciar a instalação de um controlador de demanda;
51. Considere também instalar um sistema similar ao apresentado no capítulo 3.2.1 (SISGEN, do PURE) e faça a gestão diária das grandezas. Se não for possível instalar o sistema, considere fazer a leitura diária diretamente no(s) relógio(s) do sistema elétrico. Desta forma, qualquer distorção poderá ser identificada mais rapidamente, sem a necessidade de se esperar a fatura mensal e eventualmente se ter uma surpresa;

---

<sup>+++</sup> Informação obtida em consulta a modelos do fabricante LG, disponível em: <<http://www.submarino.com.br>>. Acesso em: 15 de ago. 2006. Observar que os modelos LCD podem custar entre 80% e 100% mais que um modelo convencional CRT.

<sup>§§§</sup> O horário de ponta é composto por 3h consecutivas, situadas no intervalo compreendido diariamente entre as 17:00h e 22:00h, com exceção dos sábados, domingos, e feriados definidos no contrato de fornecimento de energia com a concessionária local. Procure saber qual é o horário de ponta adotado por sua concessionária. No caso da Eletropaulo, é das 17:30h às 20:30h e no horário de verão das 18:30h às 21:30h.

<sup>\*\*\*\*</sup> O horário fora de ponta são as 21h restantes do dia, que são divididos em período capacitivo (0:30h às 6:30h) e período indutivo (6:30h às 0:30h). Também são modificados em 1h no horário de verão, para 1:30h às 7:30h e 7:30h às 1:30h, respectivamente.

52. No caso dos reativos, o excesso na demanda e/ou no consumo, causa baixo fator de potência, o que na maioria das vezes é resolvido pela instalação de bancos de capacitores;
53. Se sua unidade consumidora for do grupo B (baixa tensão) e apresentar carga instalada maior que 50kW, avalie a viabilidade de construção de uma subestação de média tensão, alterando sua condição para o grupo A, onde os valores unitários para compra de energia são bastante inferiores aos do grupo B;
54. Se sua unidade consumidora apresentar um baixo consumo no horário de ponta (menor que 10% do consumo total) e um baixo fator de carga<sup>††††</sup> médio (menor que 0,5) neste segmento horário, seguramente a tarifa horo-sazonal se mostrará mais econômica (anexo B). A melhoria do fator de carga é uma das práticas que merecem atenção no gerenciamento de contas de energia elétrica, que pode, simplificada, ser resumida em conservar o consumo e reduzir a demanda ou aumentar o consumo e manter a demanda;
55. Após avaliar a melhor estrutura tarifária, assim como os valores adequados de demanda, solicitar à concessionária a alteração do contrato, lembrando que a próxima alteração só poderá ser realizada dentro de 12 meses, ou a qualquer tempo, desde que o consumidor comprove que implantou medidas de eficiência energética que redundem na redução da demanda.

## 4.2 Sistemas AVAC

Escolher o melhor sistema de AVAC é tarefa a ser criteriosamente discutida entre o projetista ou GF e o especialista. Existem diversos tipos, cada um mais adequado a determinado fim.

Diversos fatores devem ser considerados, como a real necessidade em função do clima do local; formas naturais de resfriamento, aquecimento e ventilação;

---

†††† É a razão entre a demanda média, durante um determinado intervalo de tempo, e a demanda máxima registrada no mesmo período; varia de 0 a 1. Quanto maior este índice, menor é o custo unitário de energia elétrica pois a demanda melhor se distribui em todo o período.

características dos materiais empregados na construção, fechamentos verticais e horizontais.<sup>†††</sup>

Além disso, o projetista ou GF deve ser capaz de estimar a carga térmica da edificação que está projetando ou operando, de modo a ter subsídios para discutir com o especialista, que, via de regra, tende a elaborar um projeto superdimensionado; muitas vezes, por desconhecer elementos arquitetônicos e sistemas incorporados com a finalidade de diminuir a carga térmica. O anexo C fornece uma estimativa “m<sup>2</sup>/TR” que pode ajudar nesta tarefa.

Outras recomendações que considero importante e que devem ser observadas, preferencialmente, ainda na fase de projetos:

1. Considere a viabilidade de instalar um sistema de termoacumulação para poupar o sistema no horário de ponta ou de maior demanda;
2. Atenção para o tipo de refrigerante escolhido. Considere utilizar refrigerantes limpos, como o HFC-134a, observando as restrições da resolução 267 do CONAMA, de 14/09/2000, que em função do Protocolo de Montreal, restringe a utilização de refrigerantes que agredem a camada de ozônio, conforme resumido na tabela 4.2.1.

“Phase out”	Refrigerante	Ação
1996	R11, R12, R500	Extingue a produção. Equipamentos não mais fabricados.
2010	HCFC 22	Pára a fabricação de equipamentos.
2020	HCFC 22	Pára a fabricação do refrigerante.
2020	HCFC 123	Pára a fabricação de equipamentos.
2030	HCFC 123	Pára a fabricação do refrigerante.

Tabela 4.2.1 Restrições do CONAMA quanto aos refrigerantes.<sup>15</sup>

Se a questão for sistemas de aquecimento, as recomendações sugeridas são:

1. Procure projetar instalações com limitadores de vazão na água quente. Desta forma menos água é utilizada e menos energia é despendida no aquecimento,

---

<sup>†††</sup> Estes aspectos serão analisados a seguir, no item 4.2.1.

caso este seja por energia elétrica. Normalmente, o aquecimento de água por sistemas baseados em combustíveis, como gás natural e GLP, é mais econômico do que se efetuado com sistemas elétricos;

2. Sempre que possível, opte por centralizar a produção de água quente e vapor;
3. Avalie a viabilidade do emprego de sistema solar para aquecimento de água;
4. Avalie a recuperação do calor rejeitado nas unidades de refrigeração e ar condicionado para aquecimento de água;
5. Considere a viabilidade de se instalar um sistema de co-geração de energia elétrica. Além da diversificação da matriz energética, os vapores podem ser aproveitados tanto para o aquecimento como para o resfriamento em sistemas de ar condicionado por absorção (informação pessoal)<sup>§§§§</sup>.

O especialista deve apresentar alternativas e o GF ou projetista não pode basear sua decisão somente analisando o menor custo inicial de implantação. Os custos do sistema de ar condicionado representam cerca de 10 a 20% (informação pessoal)<sup>\*\*\*\*\*</sup> dos custos do prédio, por isso a decisão sobre qual(is) sistema(s) escolher deve ser muito bem avaliada.

É necessário realizar uma análise sistêmica, técnica e financeira, que considere: os custos de implantação; gastos anuais com operação, manutenção, e o consumo de energia; confiabilidade do sistema; eficiência de motores, compressores, ventiladores e demais componentes do sistema.

---

<sup>§§§§</sup> Informação extraída da prática profissional e de bibliografia não citada, porém recomendada no item 9.

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Nota de aula: apostila do curso Ar condicionado aplicado à engenharia e arquitetura, São Paulo, Editora PINI, 1997.

### 4.2.1 Bioclimatologia

As considerações apresentadas até aqui tornam relevante acrescentar a este tópico algumas considerações básicas sobre bioclimatologia, que aplica os estudos do clima (climatologia) às relações com os seres humanos.

Sempre que possível, o projetista ou GF deve procurar integrar sistemas naturais e artificiais, ou seja, tirar partido de soluções arquitetônicas e do clima local, de modo a otimizar o uso e a escolha do sistema integrado de AVAC.

Seguindo essa linha, é interessante analisar estudos climatológicos que foram realizados em 14 cidades brasileiras<sup>†††††</sup> e que chegaram a conclusões muito interessantes, como por exemplo, o fato da utilização de sistemas de ar condicionado ser essencial somente em algumas cidades do nordeste; assim como sistemas de aquecimento, somente em algumas poucas cidades mais frias.<sup>13</sup>

Na maioria dos casos os sistemas de ar condicionado / resfriamento poderiam ser substituídos por alternativas mais econômicas, como a ventilação, massa térmica para resfriamento / aquecimento e aquecimento solar.

Basicamente, a metodologia, que pode ser utilizada por qualquer projetista ou GF, consiste em plotar valores climáticos, como temperatura e umidade relativa, sobre a carta bioclimática adotada para países em desenvolvimento, que é construída sobre o diagrama psicrométrico<sup>†††††</sup>. Estes valores podem ser obtidos das normais climatológicas disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia ou em estações meteorológicas disponíveis em algumas grandes cidades, principalmente em aeroportos.

Para melhor ilustrar, a figura 4.2.1.1 mostra a carta bioclimática com as estratégias indicadas para a cidade de São Paulo.

---

<sup>†††††</sup> Porto Alegre, Florianópolis, Curitiba, São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Salvador, São Luís, Natal, Vitória, Maceió, Belém, Recife e Fortaleza.<sup>13</sup>

<sup>†††††</sup> O diagrama psicrométrico relaciona diversas grandezas, possibilitando o estudo do ar úmido e das mudanças em suas condições.<sup>13</sup>

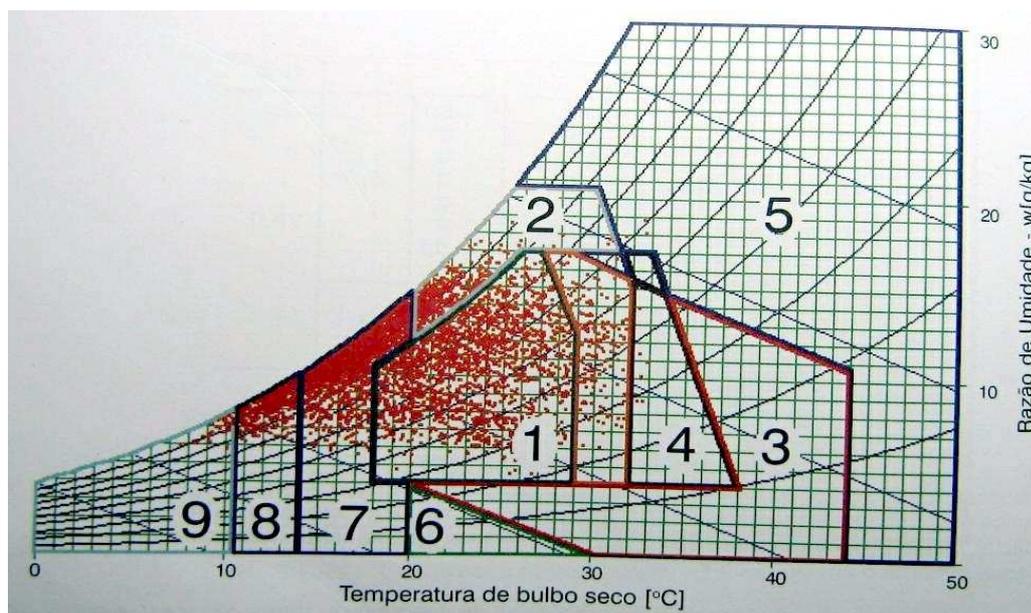


Figura 4.2.1.1 Carta bioclimática para países em desenvolvimento: São Paulo.<sup>13</sup>

As 9 zonas representadas na carta são assim identificadas:

*Conforto*: nesta zona, é grande a probabilidade de que as pessoas sintam conforto térmico. É interessante notar que o conforto pode ser obtido numa ampla faixa de temperatura (18°C a 29°C) e umidade relativa (20% a 80%), dependendo apenas do controle da velocidade do ar, do controle da incidência de radiação e também das vestimentas das pessoas;

*Ventilação (V)*: neste caso, as soluções mais utilizadas são: ventilação da cobertura, ventilação cruzada, ventilação sob a edificação, uso de captadores de vento, dentre outras. Observar que para temperaturas exteriores superiores a 32°C esta estratégia é indesejável, pois nesse caso haveria ganhos térmicos com convecção. Mesmo para os casos onde a ventilação por si só não resolve o problema, é recomendável mantê-la, pois de qualquer forma se reduz a utilização do sistema de ar condicionado;

*Resfriamento evaporativo (RE)*: normalmente a evaporação da água reduz a temperatura e melhora a umidade relativa de um ambiente. As soluções mais simples são tanques e fontes de água. É importante manter boa taxa de ventilação para evitar o excesso de umidade e acúmulo de vapor. Outra alternativa interessante é o uso de vegetação pois a evapotranspiração dos vegetais também contribui para a diminuição da temperatura e melhoria da umidade relativa do ambiente;

*Massa térmica para resfriamento (MR):* a inércia térmica das edificações pode reduzir a variação da temperatura no interior das mesmas. O uso de materiais apropriados, como isolantes térmicos, ou massa térmica da terra, quando cabível, vão permitir que o esfriamento noturno da estrutura contribua para que sistemas de ar condicionado sejam acionados mais tarde, ou dependendo do dia e das condições de ventilação, nem sejam utilizados;

*Ar condicionado (AC):* em condições severas, com temperaturas de bulbo seco superiores a 44°C e de bulbo úmido superiores a 24°C, sistemas de resfriamento passivos por si só não serão eficientes. Nestes casos, sistemas de ar condicionado são fundamentais para o conforto térmico; lembrando que os sistemas passivos podem contribuir para a redução da utilização dos sistemas de ar condicionado, com conseqüente economia de energia;

*Umidificação (U):* nos casos em que a umidade relativa do ar for muito baixa e a temperatura inferior a 27°C é bem provável que haja desconforto térmico. Nestes casos, o mais simples é manter recipientes com água no ambiente ou evitar a abertura de portas e janelas de modo a manter a umidade proveniente da evapotranspiração de plantas interiores;

*Massa térmica para aquecimento (MA):* nesta zona, entre 14°C e 20°C, pode-se utilizar a massa térmica junto ao aquecimento solar passivo ou ainda o aquecimento solar passivo com o isolamento térmico. Os procedimentos são análogos à estratégia MR - massa térmica para resfriamento - porém com cuidados e efeitos contrários;

*Aquecimento solar passivo (AS):* a ser utilizado na zona entre 10,5°C e 14°C. Pode ser obtido através do isolamento térmico, construção de superfícies envidraçadas orientadas ao sol, aberturas reduzidas em orientações menos favoráveis (sul, por exemplo), cor dos ambientes, abertura zenitais controláveis, painéis refletores, coletores de calor no telhado, dentre outros;

*Aquecimento artificial (AA):* analogamente, à necessidade dos sistemas de ar condicionado para refrigeração, em locais com temperaturas muito baixas, normalmente inferiores a 10,5°C, o uso de sistemas de ar condicionado para aquecimento torna-se necessário; lembrando, porém, que o uso conjunto com estratégias passivas vai reduzir a dependência e o uso dos sistemas artificiais.

As interseções entre estratégias representam oportunidades de utilização de uma ou de outra estratégia; ou ainda, de ambas em conjunto.

O Projetista ou GF, de posse de uma análise como essa, terá mais elementos para decidir a melhor forma de integrar sistemas naturais e artificiais, podendo até em alguns casos, tirar partido exclusivamente de sistemas naturais.

Por exemplo, a análise da carta da figura 4.2.1.1, indica que 27,1% das horas do ano são confortáveis e 72,8% são desconfortáveis por frio (59,3%) ou calor (13,4%), sendo as estratégias indicadas na figura 4.2.1.2.

Uma arquitetura que explore o calor do sol e permita a ventilação, será eficiente em 69,3% das horas do ano (48,1% + 10,4% + 10,8%).<sup>13</sup>

Há que se considerar também que boa parte das horas mais frias do ano ocorre em horários noturnos, onde a tolerância a temperaturas mais baixas é maior quando se dorme, devido ao isolamento térmico do colchão e cobertores.

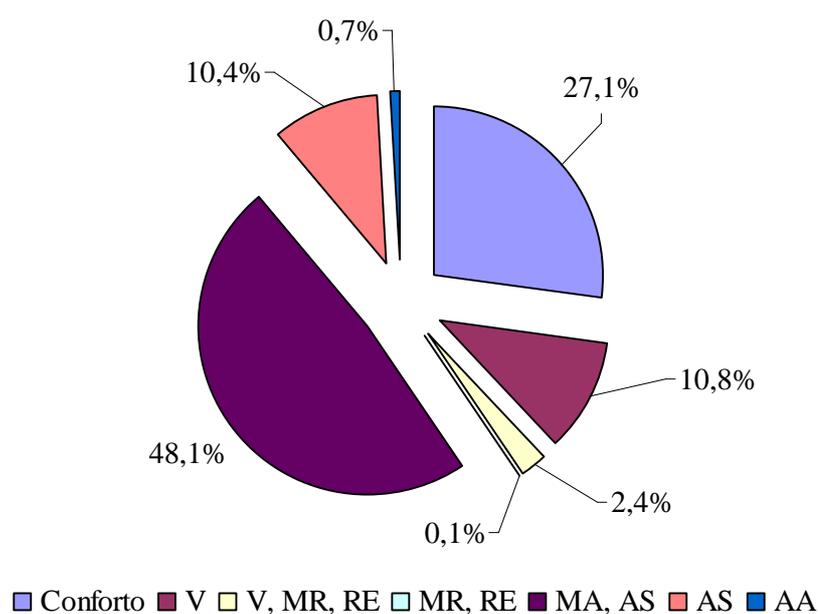


Figura 4.2.1.2 Distribuição das estratégias indicadas para São Paulo.<sup>13</sup>

É importante registrar que os dados foram obtidos em estações meteorológicas instaladas em aeroportos, ou seja, expostas a condições climáticas diferentes das do ambiente urbano que normalmente sofrem influências típicas de uma cidade grande como São Paulo: alta densidade habitacional, verticalização dos edifícios, pouca vegetação, poluição, solo impermeável (desfavorece evaporação), rugosidade (prejudica a ventilação), dentre outros.

Uma recomendação prática interessante para obter um estudo mais apurado é o uso de um termo-higrômetro<sup>§§§§§</sup> instalado por um período de tempo na região de interesse.

Outro uso que considero interessante para esse aparelho é na operação de um edifício onde há muita reclamação dos usuários quanto ao sistema de ar condicionado. Após um período de monitoração é possível reunir elementos concretos de modo a tomar medidas para solução dos problemas como, por exemplo, a instalação de umidificadores e caixas VAV (volume de ar variável), dentre outros.

O principal mérito de um estudo como este é o de chamar a atenção para um fato muito importante: avaliar a real necessidade de se instalar sistemas de refrigeração / aquecimento, normalmente com custo e consumo energético elevados.

Assim, considero que tirar partido da arquitetura, do clima local e de outras soluções de projeto como, o uso da forma da edificação, escolha adequada do fechamento, resfriamento evaporativo e umidificação, massa térmica e aquecimento solar passivo são sempre alternativas que devem ser consideradas por projetistas e GFs como forma de utilização mais racional da energia elétrica.

### 4.3 Sistemas de iluminação

A escolha adequada ao uso é de fundamental importância. Há diversos tipos de sistemas de iluminação, cada um com uma ou mais finalidades e, saber identificar o equilíbrio adequado, do ponto de vista energético (menor consumo), de eficiência (mais lm/w e maior durabilidade)<sup>\*\*\*\*\*</sup>, boa reprodução de cores, visibilidade e manutenção, é função do projetista ou GF.

A seguir, algumas recomendações a serem observadas ainda nos projetos, com o intuito de obter eficiência energética nos sistemas de iluminação:<sup>13, 14</sup>

1. Sensores de presença: o movimento é detectado através de ondas ultrassônicas ou radiação infravermelha. O sinal é processado e um atuador (relé)

---

§§§§§ Aparelho utilizado para registrar continuamente e graficamente a temperatura e a umidade relativa do ambiente em que estiver instalado.

\*\*\*\*\* Alguns dados para referência: lâmpadas incandescentes: 5 – 30 lm/w; fluorescentes: 20 – 100 lm/w; sódio alta pressão: 45 – 110 lm/w; céu claro: 150 lm/w.<sup>13, 14</sup>

ativa ou desativa o sistema, fazendo com que o mesmo atue somente quando necessário;

2. Sensores fotoelétricos: aqui, o sensor pode até desligar o sistema caso a iluminação natural seja suficiente, fazendo com que o funcionamento seja o mais eficiente possível;
3. Iluminação natural: a iluminação natural pode contribuir consideravelmente para reduzir o consumo energético do sistema de iluminação, ainda mais se combinada a um dos sistemas acima ou a ambos;
4. Iluminação de tarefa: um projeto que contemple a solução de iluminação de tarefa pode reduzir bastante o consumo do sistema, pois a iluminação recomendada para o restante do ambiente pode ser em torno de 33% daquela de tarefa, ou seja, boa parte do espaço interno de um edifício poderia ter seu nível de iluminação reduzido;
5. Reforma do sistema existente: a reforma do sistema de iluminação por um mais moderno e eficiente pode proporcionar economia superior a 20%;
6. Sistemas com programação de tempo: mais conhecido como minuterias ou temporizadores, são sistemas pré-programados que atuam durante o tempo suficiente e necessário ao desempenho de sua função;
7. Para áreas externas e jardins, utilize lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão. Possuem custo inicial elevado, porém o custo benefício compensa, em função de sua elevada vida útil, menor gasto de energia e eficiência;
8. Verifique a possibilidade de instalação de "timer" para controle da iluminação externa, letreiros e luminosos;
9. Divida os circuitos de iluminação, de tal forma a utilizá-los parcialmente sem prejudicar o conforto;
10. Em garagens, ilumine somente as áreas de circulação de veículos e não os boxes. Para os boxes, estude a possibilidade de instalar interruptores que permitam o desligamento parcial das lâmpadas;

#### 4.4 Outros Sistemas

Este tópico apresenta algumas recomendações para projetos em outros sistemas: motores, bombas e elevadores. Normalmente nos edifícios comerciais, os maiores consumidores são os sistemas de ar condicionado e iluminação, porém, dependendo do tipo de operação, os sistemas citados também podem representar parcela significativa no consumo mensal de energia elétrica.

##### *Motores e bombeamento de água:*

1. Considere a instalação de controlador eletrônico de velocidade nos motores que funcionam com carga parcial, tais como motores dos compressores rotativos, bombas, torres e ventiladores do sistema de ar-condicionado. Estudos já mostraram que o uso deste dispositivo pode gerar economias de até 52% nestes equipamentos;<sup>15</sup>
2. Dimensione adequadamente os motores, dando preferência aos de alto rendimento que, embora sejam mais caros que os do tipo padrão, apresentam maior eficiência energética, reduzindo custos operacionais. Na hora da compra, escolha sempre os modelos que possuam o selo PROCEL INMETRO de desempenho;

##### *Elevadores e escadas rolantes:*

3. Se possível, situe as áreas de atendimento ao público no andar térreo, evitando assim o uso de elevadores;
4. Analise a possibilidade de instalar controladores de tráfego para evitar que uma mesma chamada desloque mais de um elevador;
5. Estude a possibilidade de instalar dispositivos de acionamento automático em escadas rolantes. Estes dispositivos fazem com que a escada funcione somente quando houver passageiro.

## 4.5 Automação

O emprego de sistemas de automação também contribui para o uso eficiente e racional de energia elétrica. FROST apud PINTO<sup>19</sup> destacam as vantagens:

- Redução dos custos de energia e obrigações ecológicas / ambientais;
- Redução no número de pessoal operacional;
- Flexibilidade da edificação e do sistema de controle da edificação;
- Fornecimento de um ambiente ótimo e redução de custos de pessoal em geral;
- Melhoria do controle e redução dos riscos de falhas;
- Operação do sistema de controle da edificação de forma amigável.

Estudos da AAE apud Pinto<sup>19</sup> demonstraram que edificações com sistemas de automação e políticas de conservação de energia são as mais eficientes energeticamente em comparação aos outros tipos de edifícios. O estudo envolveu 143 edifícios comerciais e os resultados estão resumidos na figura 4.5.1, sendo:

- Caso 1: edificações com sistemas de automação e políticas de conservação de energia;
- Caso 2: edificações com sistemas de automação;
- Caso 3: edificações com políticas de conservação de energia;
- Caso 4: edificações sem preocupação com conservação de energia.

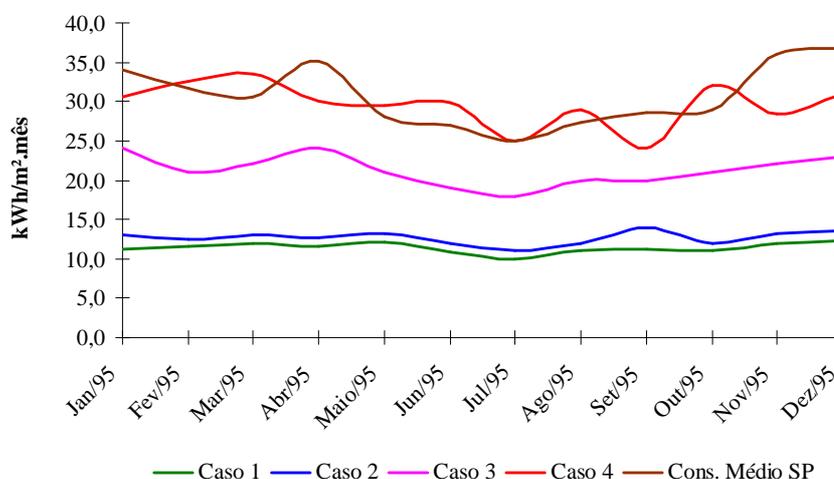


Figura 4.5.1 Eficiência energética utilizando sistemas de automação.<sup>19</sup>

## 5 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados algumas ações e resultados obtidos através de programas de eficiência energética e de casos reais selecionados.

Seguindo a seqüência do estudo, primeiro são apresentados resultados obtidos em função dos programas, e depois, de casos reais da prática profissional, que foram identificados por alguma(s) das recomendações apresentadas no capítulo anterior.

### 5.1 PROCEL

Dados do PROCEL estimam que, se mantida a estrutura atual de uso da energia, a necessidade de suprimento em 2015, daqui a 9 anos apenas, será algo em torno de 780 TWh/ano, quase 117% superior ao consumo em 2004, que foi cerca de 360 TWh, figura 2.4.1.<sup>7</sup>

Diminuindo-se os desperdícios, a redução anual seria de até 130 TWh, cerca de 17% inferior à esta projeção ou a produção aproximada de duas usinas de Itaipu.<sup>7</sup>

Já com relação à contribuição ao meio ambiente, estudo realizado pelo PROCEL em conjunto com a COPPE/UFRJ, avalia que a quantidade de carbono lançada na atmosfera, evitada por seus programas, até 2010, será de cerca de 230 milhões de toneladas; o que corresponde à quase 29% das emissões totais de gases estufa do setor elétrico brasileiro.<sup>2</sup>

Ainda com relação a esse assunto, é interessante comentar que cerca de 44% da oferta interna de energia no Brasil tem origem em recursos renováveis<sup>††††††</sup>, fato este que se deve ao grande desenvolvimento do parque gerador hidrelétrico na década de 50 e aos grandes esforços rumo à auto-suficiência energética, principalmente depois da segunda grande crise mundial do petróleo, ocorrida em 1979. Assim, em estudos realizados pela AIE<sup>4</sup> apud MME<sup>2</sup> para o período 1970 - 2025, o Brasil chega ao final do período com emissão de 1,93tCO<sub>2</sub>/tep, enquanto que os países do grupo EE/FSU chegam em 2,264 tCO<sub>2</sub>/tep e os industrializados em 2,2tCO<sub>2</sub>/tep.<sup>2</sup>

---

<sup>††††††</sup> Nos países desenvolvidos esse número é cerca de 6% e a média no mundo de 13,6%.<sup>2</sup>

A seguir, as figuras 5.1.1, 5.1.2 e 5.1.3 resumem os principais resultados obtidos pelo programa no período de 1994 a 2003.

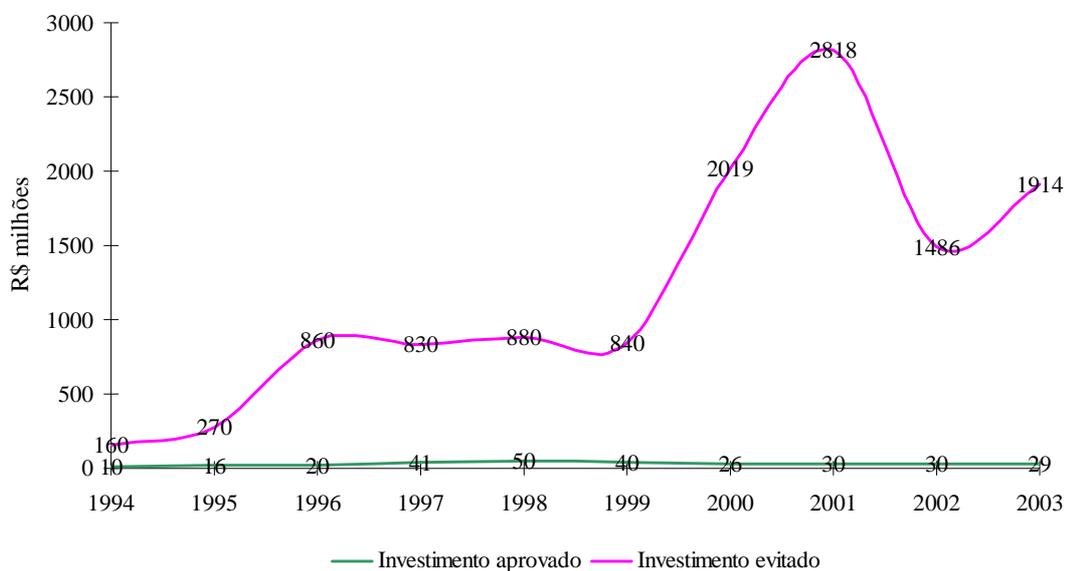


Figura 5.1.1. Investimento aprovado<sup>††††††</sup> versus investimento evitado.<sup>7</sup>

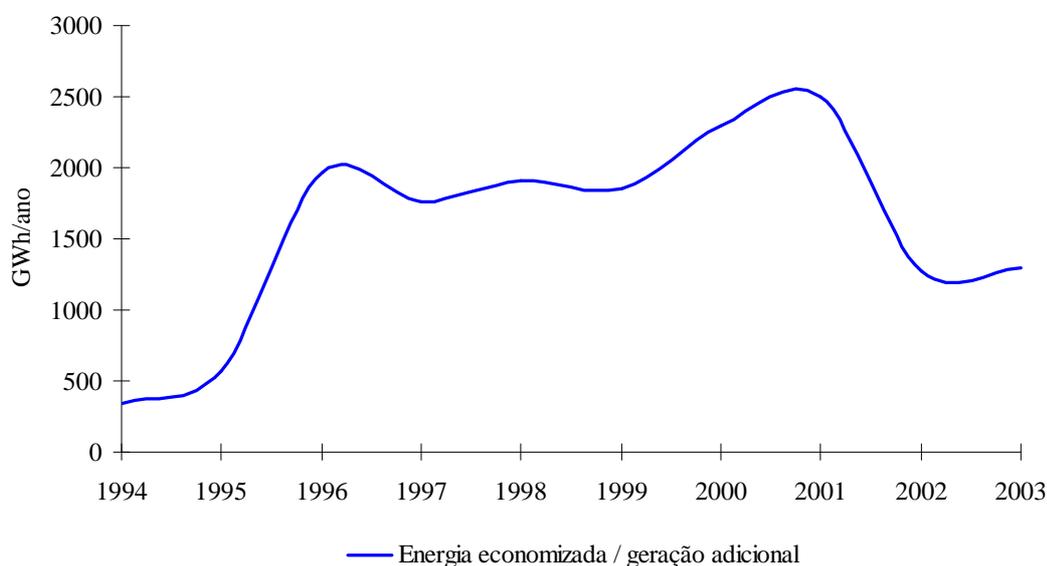


Figura 5.1.2. Energia economizada / geração adicional.<sup>7</sup>

†††††† Não incluindo os custos com pessoal da Eletrobrás/Procel e incluindo os recursos da Reserva Global de Reversão (RGR), fundo federal administrado pela ELETROBRÁS, constituído por recursos provenientes de quotas incidentes sobre os investimentos em instalações e serviços das concessionárias de energia elétrica.

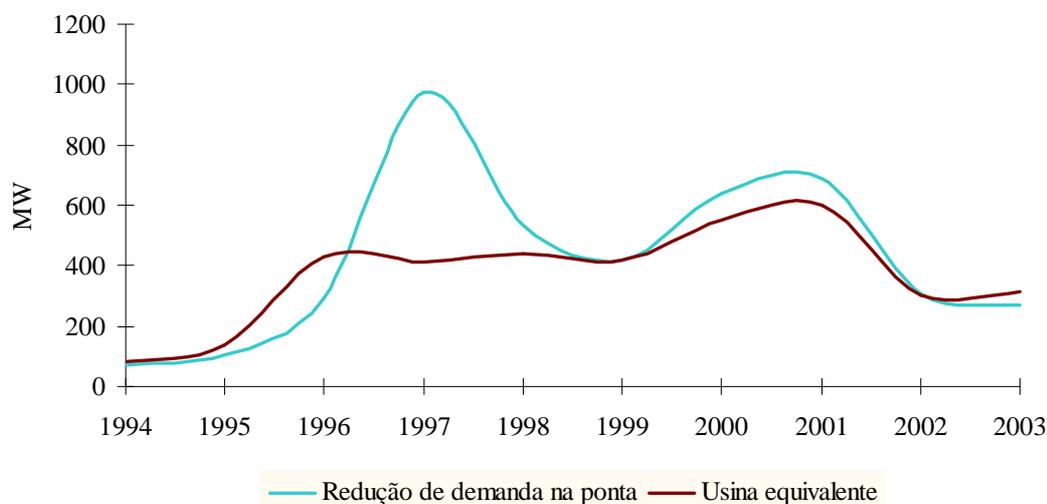


Figura 5.1.3. Redução de demanda na ponta e usina equivalente<sup>§§§§§§.7</sup>

Os dados da figura 5.1.1 dizem respeito aos investimentos em novas usinas geradoras de energia, que foram evitados em função dos investimentos e das ações realizadas pelo programa.

A figura 5.1.2 apresenta a energia virtualmente economizada, ou seja, em função da evolução normal do consumo, o que teria sido gasto caso nenhuma ação tivesse sido realizada.

Na figura 5.1.3 o descompasso entre as duas grandezas deve-se ao fator de capacidade e perdas de cada tipo de usina em cada época. A redução no horário de ponta é bastante importante, pois evita sobrecarga do sistema e possíveis apagões.

## 5.2 PUREUSP

Os resultados do PURE, disponíveis na bibliografia consultada, dizem respeito às ações implementadas, entre maio de 2001 e fevereiro de 2002, em função do racionamento de energia elétrica, ocorrido em 2001.

A economia obtida foi de R\$ 937.779,00 ou 7.292 MWh, sendo o valor revertido para a aquisição de lâmpadas fluorescentes de 32W e reatores eletrônicos, em substituição às instalações existentes, menos eficientes.<sup>8</sup>

§§§§§§ Obtidas a partir da energia economizada / geração adicional, considerando um fator de capacidade típico de 56% para usinas hidrelétricas e considerando 15% de perdas médias na transmissão e distribuição para a parcela de conservação de energia.

A instalação dos novos equipamentos eficientes resultou em uma economia permanente de no mínimo de 20%, nos gastos com energia elétrica em iluminação, que representa a maior fatia de uso final de energia elétrica na Universidade, conforme ilustra a figura 5.2.1.

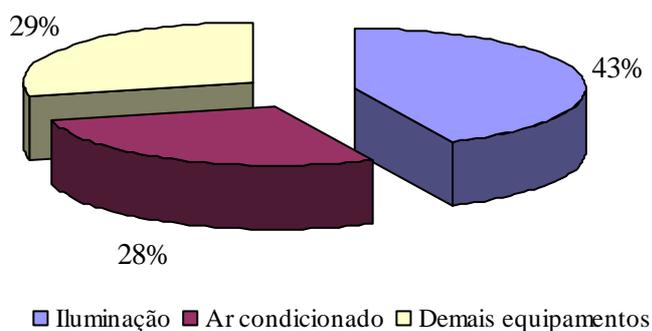


Figura 5.2.1. Uso de energia elétrica na USP.<sup>8</sup>

A figura 5.2.2 mostra o crescimento anual no consumo e nos gastos. Pode-se notar que, no período de 2001 a 2004, houve um crescimento médio de 2% no consumo, sugerindo que houve boa gestão de energia elétrica e que as ações do programa foram eficientes e eficazes.

Ao contrário, o aumento nos gastos foi, no mesmo período, em média 16%. Como a implantação do “multa zero”, através da gestão dos contratos, praticamente extinguiu as multas por atrasos, o aumento das tarifas é uma justificativa plausível para o crescimento desproporcional das duas grandezas.

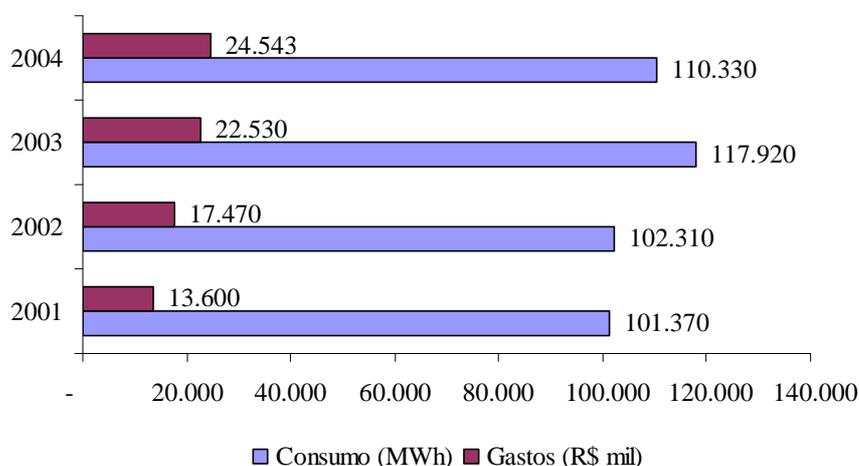


Figura 5.2.2. Evolução do consumo e gastos com energia elétrica.<sup>8</sup>

### 5.3 Outros programas

Os demais programas brasileiros, comentados no item 3.3.1, em geral, iniciaram suas atividades com a instituição do PROCEL, que atua a nível nacional através dos mesmos. Desta forma, os resultados das ações do PROCEL, apresentados no item 5.1, consolida os resultados das ações dos demais programas estaduais.

Já com relação aos programas internacionais, estudos realizados pela AIE mostraram que os 11 principais países membros da OCDE conseguiram, nos últimos 30 anos, reduções consideráveis na relação energia / unidade de PIB<sup>\*\*\*\*\*</sup>. Juntos, usam 3 vezes menos energia para produzir uma unidade de PIB<sup>+++++</sup>.<sup>20</sup>

A figura 5.3.1 sintetiza os resultados, onde “Energy/GDP” (Energia/PIB), é a redução alcançada por cada país; “Energy Service/GDP” (Serviços de Energia/PIB), a parcela devida a mudanças estruturais nos serviços de energia; e “Energy Intensity Effect” (Efeito da Eficiência Energética), é a parcela devida a avanços em eficiência energética com foco no usuário final, como veículos, sistemas AVAC, eletrodomésticos e processos industriais.

Com exceção da Noruega, a figura 5.3.1 mostra que a queda é mais acentuada em relação aos avanços em eficiência energética, algo em torno de 1,6% ao ano, em comparação aos 0,3%, em mudanças nos serviços de energia, no período considerado.

Para estes mesmos países, e no mesmo período, a figura 5.3.2 mostra o uso atual de energia e qual seria o uso sem a implantação das políticas de eficiência energética. A economia é algo em torno de 48 EJ e o uso seria 49% superior.<sup>20</sup>

É uma redução bastante expressiva, principalmente se comparada às projeções do PROCEL de 17% de redução, item 5.1.

É importante considerar que a projeção do PROCEL é para 2015 e a dos países da OCDE consideram o período 1973 - 1998. Outro fato importante é que a comparação é realizada com países industrializados. De qualquer forma, o mais importante é atentar para o fato de que ainda temos um árduo caminho a ser percorrido na busca de níveis mais elevados de eficiência energética.

---

\*\*\*\*\* No gráfico, GDP (Gross Domestic Product) equivale à PIB.

+++++ Em 2000, comparado a 1973.

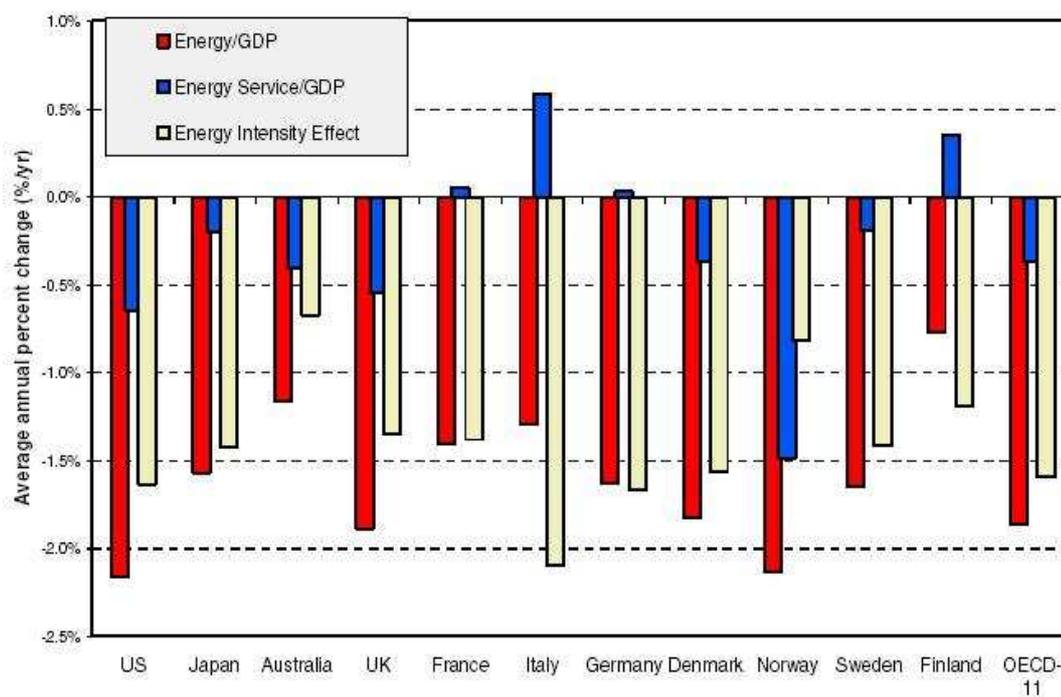


Figura 5.3.1. Mudanças na “Energy/GDP” decompostas por “Energy Service/GDP” e “Energy Intensity Effect”.<sup>20</sup>

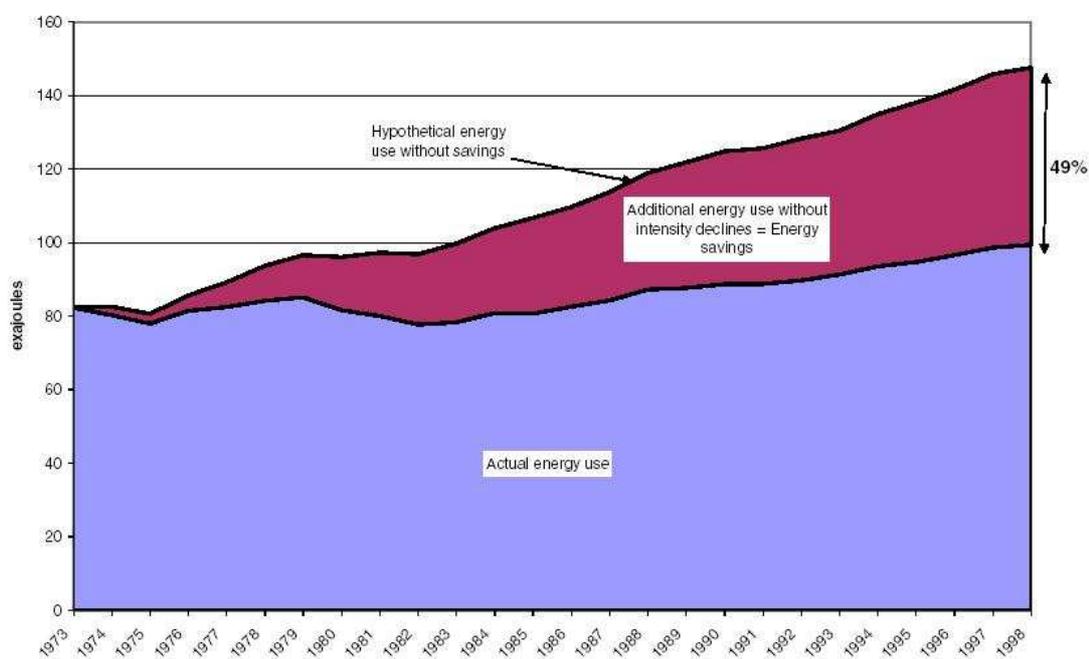


Figura 5.3.2. Uso atual de energia e uso hipotético sem os programas de redução.<sup>20</sup>

Finalizando este tópico, cabe também registrar os resultados obtidos pela UCB (item 3.3.4). A redução média no consumo anual de energia elétrica foi de

14%, desde o período base 97-98, apesar do aumento de 27% no número de estudantes no mesmo período, representando uma economia de US\$ 3,4 milhões.<sup>12</sup> Este resultado diz respeito somente aos ganhos com energia elétrica, foco do trabalho. Entretanto, os ganhos vão muito além, em função da grande diversidade de áreas de atuação dos seus programas, conforme comentado anteriormente.

## **5.4 Casos reais**

Neste tópico são apresentados alguns casos reais da prática profissional, onde resultados foram obtidos aplicando-se alguns dos conceitos de eficiência energética discutidos no capítulo 4.

### **5.4.1 Contratos de performance**

Quando aplicar na prática os conceitos de eficiência energética envolve altos investimentos, talvez os “contratos de performance” sejam a melhor forma de se viabilizar os projetos, embora não seja uma prática muito comum no Brasil.

Nessa modalidade, a empresa contratada, após levantamentos e estudos detalhados de engenharia, assume integralmente o custo do projeto, garantindo um percentual de economia. Os investimentos são amortizados com a economia obtida e, normalmente, se forem obtidos ganhos superiores aos previstos, estes são compartilhados entre as partes.

Um caso de sucesso estudado é o contrato de performance em cinco escolas públicas do estado da Flórida, nos Estados Unidos. As oportunidades de melhoria foram identificadas em: sistemas de iluminação; isolamento de forros; automação e sistemas de ar condicionado; com investimentos de US\$ 2.880.425,00, num contrato de performance de 10 anos, com garantia de 19% de economia em energia.<sup>21</sup>

No primeiro semestre de operação, a economia obtida foi cerca de 22%, ou seja, superior ao garantido. Em função dos bons resultados obtidos, ao final de 1998 o mesmo conselho de educação anunciou um novo projeto, totalizando 38 escolas, em um acordo de US\$ 5.2 milhões, prevendo uma economia de US\$ 9 milhões em 10 anos de contrato.<sup>21</sup>

## 5.4.2 Automação

Como apresentado no item 4.5, edificações com sistemas de automação são mais eficientes do ponto de vista energético. Um estudo de caso realizado em um edifício, em Osasco-SP, compreendeu a reforma geral do sistema elétrico, de ar condicionado, intervenções na área civil e a instalação de um sistema de supervisão, com controle em cerca de 1000 pontos físicos.

O conjunto das intervenções, juntamente com o sistema de automação, permitiram uma economia anual de energia elétrica de 27,5%, fazendo com que o “pay back” simples dos investimentos ficasse em 3,9 anos. Além disso, o uso racional e eficiente de energia elétrica fez com que o consumo por m<sup>2</sup> passasse de 20kWh/m<sup>2</sup> para 13kWh/m<sup>2</sup>, ou seja, um ganho de 35% em eficiência energética.<sup>19</sup>

## 5.4.3 Casos de sucesso divulgados pelo PROCEL<sup>22, 23, 24</sup>

Este tópico apresenta alguns casos de sucesso na área de eficiência energética e que foram divulgados pelo PROCEL. A idéia é estimular novos investimentos e promover as empresas que investem nessa área.

*Edifício Kennedy - HSBC*: prédio com cerca de 13.500 m<sup>2</sup>, composto de 3 pavimentos com 10 alas distintas, que abrigam parte do CPD do HSBC, em Curitiba-PR.

Após o diagnóstico energético, realizado em 2000, as possibilidades de efficientização foram focadas nas principais cargas elétricas:

- Iluminação: 12%
- Computadores: 46%
- Condicionamento de ar: 31%
- Outras cargas: 11%

Na primeira fase do projeto, como forma de gerar percepção e impactos visuais aos usuários, as ações se concentraram no sistema de iluminação e no uso racional dos computadores.

O sistema de iluminação era composto, em sua grande maioria, por luminárias de embutir de baixa eficiência para uma lâmpada fluorescente de 65W com reator eletromagnético. A reforma do sistema contemplou a substituição dos elementos existentes e a adequação aos níveis de iluminância recomendados pela NBR 5413.

As alterações compreenderam a substituição das luminárias existentes por luminárias de embutir com refletor de alumínio de alto rendimento para 4 lâmpadas de 18W, reatores eletrônicos de partida rápida e alto fator de potência.

Os investimentos no sistema de iluminação foram de R\$ 589.374,00, proporcionando uma economia de 633.192 kWh/ano e uma redução de 116 kW na demanda, além de uma sensível melhora no nível de iluminamento, significando uma economia de R\$ 88.811,00/ano, ou um percentual médio de 7% de redução nas despesas.

Com relação aos computadores, as máquinas eram ligadas no início do expediente e permaneciam ligados até o final do mesmo, independentemente de estarem ou não sendo utilizadas. Foi constatado que o consumo dos monitores representava cerca de 21% do consumo do conjunto. Foi realizado um intenso trabalho de conscientização para o desligamento do conjunto no horário de almoço e para habilitação da função “energy star”, que coloca o computador em estado de espera com consumo mínimo de energia. Uma medida puramente administrativa, sem qualquer investimento e que possibilitou economia de energia, contabilizando uma economia de 349.368 kWh/ano, ou cerca de R\$ 49.000,00/ano.

Além destas ações, foram realizados investimentos de R\$ 400.000,00 para operação de geradores no horário de ponta e renegociada, com a concessionária de energia, a demanda e a estrutura tarifária, proporcionando uma economia de R\$ 218.627,00/ano.

Considerando o conjunto dos resultados alcançados, o “pay back” dos investimentos foi de 50 meses.

Os resultados obtidos neste prédio, que praticamente serviu de piloto, foram modelo para as demais unidades do Banco, que mantém um grande banco de dados de todas as suas unidades, possibilitando assim otimizar a compra de energia e contabilizar economias anuais superiores a R\$ 1 milhão.

*Mabus Thermas & Resort*: complexo hoteleiro de lazer e negócios fundado em 1997, composto por 208 apartamentos, áreas sociais, centro de exposições e complexos termais. Tem duas unidades em Curitiba-PR e uma filial em Foz do Iguaçu.

Os trabalhos visando a implantação de um programa de eficiência energética tiveram início em 1999 e contaram com o apoio do PROCEL. Inicialmente foram implantadas medidas simples de custo zero, como a configuração dos computadores para entrar em estado de espera quando não estivessem sendo utilizados.

Outra ação de custo reduzido foi a adaptação do sistema de aquecimento, que era por GLP, passou a diesel e depois energia elétrica/diesel, permitindo que o mesmo funcionasse de forma flexível: fora do horário de ponta era utilizado a energia elétrica ao custo de R\$ 7,36/h (set/04) e no horário de ponta, óleo diesel, ao custo de R\$ 16,29/h (set/04).

Essa ação além de permitir retirar carga do horário de ponta, onde o sistema elétrico é mais solicitado, permitiram ganhos financeiros superiores a R\$ 48.000,00/ano, pois a tarifa de energia elétrica no horário de ponta pode ser até cerca de 10 vezes superior ao valor fora do horário de ponta (a modalidade tarifária é a horosazonal verde). Nesse caso, o investimento para as adaptações foi de apenas R\$ 3.000,00.

Em seguida, as ações foram focadas nos sistemas de climatização e iluminação, responsáveis por 40% e 30% da carga total, respectivamente, sendo os 30% restantes distribuídos em outras cargas.

O sistema de climatização tinha dois chillers de 150 TR e dois de 160 TR. Foi realizado um grande estudo de reavaliação da carga térmica, escalonamento da operação dos equipamentos e automação parcial, permitindo que os mesmos funcionassem de acordo com a demanda, em especial em salões de convenções e salas de reuniões. O investimento realizado foi de R\$ 35.000,00, permitindo economias próximas de 20%, com “pay back” de 14 meses.

Já no sistema de iluminação, a opção foi a substituição dos conjuntos de luminárias por outras mais adequadas ao ambiente dos apartamentos. O investimento realizado foi de R\$ 33.000,00, com “pay back” de 17 meses.

Antes das intervenções a potência instalada de iluminação por apartamento era de 440W<sup>\*\*\*\*\*</sup>, assim distribuída:

- 2 lâmpadas incandescentes de 40W na cabeceira;
- 3 lâmpadas incandescentes de 60W nos abajures;
- 4 lâmpadas fluorescente tubulares de 40W no banheiro.

Depois das intervenções a potência de iluminação por apartamento foi reduzida a 76W, uma redução de cerca de 82%, ficando assim distribuída:

- 2 lâmpadas PL de 5W nos abajures;
- 3 lâmpadas PL de 11W em arandelas;
- 3 spots com lâmpadas PL de 11W no banheiro.

O conjunto das ações levou a uma economia de 188.964 kWh/ano na iluminação dos ambientes e de 241.873 kWh/ano nos sistemas de climatização, fazendo com que consumo específico por hóspede fosse reduzido em 33,8%, passando de 69,31 kWh/hóspede, em jan/03, para 45,83 kWh/hóspede, em jan/04.

Outra ação interessante foi a realização de diversas palestras de conscientização, dirigidas aos funcionários, sobre o uso racional de energia elétrica. Diversos foram os funcionários que relataram à empresa, terem obtido ganhos significativos em suas residências, em função dos conceitos apreendidos no ambiente de trabalho da empresa.

*Edifício Almirante Tamandaré:* possui sete pavimentos; abriga setores administrativos de diversas organizações militares. Embora não seja um edifício comercial, é bastante semelhante a um por ter funcionamento administrativo.

O edifício foi utilizado, pela Marinha, como piloto para evidenciar as reais potencialidades de conservação de energia, antes de prosseguir com projetos nas demais instalações. Escolheu-se priorizar a reforma do sistema de iluminação, em função de haver total ausência de padronização: foram encontradas, à época do diagnóstico em 1999, 18 tipos diferentes de luminárias, havendo os mais diversos tipos de lâmpadas, desde incandescentes e dicróicas, até fluorescentes tubulares de

---

\*\*\*\*\* Incluindo perdas de 20 W nos reatores das lâmpadas fluorescentes.

40 W, 32 W, 20 W e 16 W, além de, em diversos setores, haver inadequação do nível de iluminância.

Em função de sua arquitetura, o edifício tem grande potencial de aproveitamento da iluminação natural. Entretanto, este potencial não era aproveitado, não havia sensores de qualquer tipo e, por ser um prédio com cerca de 50 anos, os eletrodutos, em geral, eram embutidos nas lajes, impedindo ou dificultando alterações.

As principais alterações adotadas foram:

- Substituição de lâmpadas fluorescentes de 40 W e de 20 W por lâmpadas fluorescentes trifósforo de 32 W e 16 W, respectivamente;
- Substituição de reatores eletromagnéticos 2 x 40 W e 2 x 20 W por eletrônicos 2 x 32 W e 2 x 16 W, respectivamente;
- Substituição de “spots” com lâmpadas incandescentes de 60 W por luminárias com lâmpadas fluorescentes compactas de 18 W;
- Substituição de luminárias do tipo calha por luminária com refletores parabólicos de alumínio de alto brilho;
- Instalação de sensores de presença nos ambientes.

O investimento total foi de R\$ 220.000,00, com “pay back” de 44 meses. Após a implantação das medidas, houve redução de 43% na potência instalada, passando de 188,84 kW para 107,90 kW, e redução no consumo de 21.368 kWh/mês.

#### **5.4.4 Casos de sucesso divulgados pela Eletropaulo**

Em 1998 a ANEEL baixou a Resolução 242, deliberando sobre a aplicação de recursos da receita operacional anual das concessionárias em projetos de eficiência e conservação energética. Desde então as concessionárias têm realizado diversas ações nesse sentido.

A Eletropaulo, por exemplo, faz eventos populares para divulgação, incentiva a regularização de ligações clandestinas, realiza projetos de eficiência energética, dentre outras atividades, divulgadas bimestralmente.<sup>25</sup>

A tabela 5.4.4.1 sintetiza algumas das ações, investimentos e resultados, previstos ou obtidos em edifícios comerciais, divulgados em 2005.

<b>Local</b>	<b>Ações</b>	<b>Resultados</b>
Shopping Center Iguatemi	1. Reforma do sistema de ar condicionado; 2. Investimento: R\$ 2,56 milhões.	1. Redução de 512kW na demanda; 2. Economia de 1.748MWh/ano.
Folha da Manhã	1. Reforma do sistema de iluminação; 2. Reforma do sistema de ar condicionado; 3. Investimento: R\$ 686 mil.	1. Redução de 262kW na demanda; 2. Economia de 1.629MWh/ano.
10 lojas da Rede BIG/Sonae	1. Reforma do sistema de iluminação; 2. Investimento: R\$ 2,25 milhões.	1. Redução de 753kW na demanda; 2. Economia de 4.640MWh/ano; 3. Economia de R\$ 80 mil/mês.
Condomínio Faria Lima	1. Reforma do sistema de ar condicionado; 2. Automação; 3. Investimento: R\$ 1,8 milhões.	1. Redução de 532kW na demanda; 2. Economia de 1.158MWh/ano; 3. Economia de R\$ 879 mil/ano (água e energia).

Tabela 5.4.4.1. Casos de sucesso divulgados pela Eletropaulo.<sup>25</sup>

## 6 DISCUSSÃO

*Programas de eficiência energética:* em seus mais de 20 anos de existência, é inegável o grande avanço realizado pelo PROCEL.

Recentemente (maio/06), a Eletrobrás divulgou ações na área energética, em programas rápidos e objetivos, na televisão e em rádios AM/FM, no horário nobre, atingindo grande parte da população.

Analogamente, é importante também que, em suas operações, os GFs procurem sensibilizar seus clientes, internos e externos, através de campanhas, palestras, cartazes, enfim, aproveitando com criatividade as idéias dos programas discutidos.

Estas são ações simples, que se continuadas, podem contribuir para que nossos programas caminhem em direção aos níveis elevados de resultados obtidos nos países industrializados, através de programas como o EEER dos Estados Unidos, pioneiro no assunto, conforme comentado no capítulo 3.

Outro ponto importante é a divulgação dos resultados obtidos. Por exemplo, tanto o PROCEL quanto o PURE possuem portais na Internet com muita informação, notadamente o PROCEL. Entretanto, em geral, são informações de 2004, ou seja, carecem de atualização mais dinâmica.

Em comparação com o EEER e com a UCB; nestes, em geral, a maioria das informações é atualizada constantemente, chegando a ser praticamente on-line no caso da UCB.

O GF precisa não somente criar meios para aplicar os conceitos de eficiência energética aqui apresentados, mas, sobretudo, divulgar, atualizar resultados e atuar de forma pró-ativa na melhoria contínua dos processos nesse sentido.

*Eficiência energética:* quanto às sugestões apresentadas no capítulo 4, que podem ser utilizadas tanto nas operações quanto nos projetos, aproveitando-se a questão da bioclimatologia, vale conferir e acompanhar um projeto piloto chamado “Casa Eficiente”<sup>26</sup>, onde são aplicados diversos dos conceitos discutidos neste trabalho, além de geração de energia fotovoltaica interligada à rede, estratégias passivas de condicionamento de ar e aquecimento solar de água, dentre muitos outros. Embora seja um piloto de uma residência, os conceitos aplicados e os

resultados que serão obtidos certamente poderão ser aproveitados nos edifícios comerciais e nas demais operações, consolidando assim os esforços no sentido de obtenção de eficiência energética.

*Contratos de Performance:* em países desenvolvidos, realizar investimentos nas instalações através de ESEs, em contratos de performance, é uma prática bastante comum. Entretanto, no Brasil tem sido pouco utilizada talvez por uma questão de ordem cultural porque, normalmente, investimentos nas instalações muitas vezes são considerados secundários. De qualquer forma, é uma alternativa bastante interessante, principalmente quando não se tem recurso próprio, seja intelectual ou material, mas muito cuidado deve ser tomado.

Os levantamentos e estudos precisam ser cuidadosos e demandam certo tempo, de modo a aproveitar o máximo possível o potencial de economia de determinada edificação. Levantamentos, estudos e contratos, realizados às pressas, tem grande probabilidade de gerar decepções futuras, quando se descobrir, por exemplo, que os ganhos poderiam ser maiores, que as economias obtidas estão aquém do projetado, ou pior ainda, que não está havendo ganho algum porque algumas questões importantes não foram consideradas, ou porque a empresa foi mal escolhida em função somente do menor preço, dentre outros.

Como em geral são contratos de longo prazo, quase sempre superiores a 10 anos, é altamente recomendável fazer um estudo bastante detalhado, inclusive com análise de riscos, antes de se fechar qualquer contrato.

## **6.1 Complementos**

Neste tópico abordo alguns itens não tratados neste trabalho, mas que são também importantes para uma boa operação, identificação de oportunidades de melhoria e para observação na fase de projetos. Podem ainda ser o ponto de partida para outros estudos na área por outros pesquisadores ou GFs.

*Manutenção:* hoje, é consenso no meio profissional, entre as empresas mais competitivas, que a manutenção adequada das instalações garante níveis elevados de confiabilidade e disponibilidade dos sistemas. Quando agregada e estendida à área ambiental, contribui também para um ambiente mais saudável e agradável.

Por outro lado, o relaxamento das rotinas de manutenção e operação, depois das intervenções que obtiveram a eficiência energética, podem por abaixo todos os ganhos e esforços realizados até então.

Outro cuidado a ser observado diz respeito à forma de se coletar os dados, normalmente realizado pelo pessoal da manutenção: cuidado para não mascarar resultados fazendo leituras em “horários convenientes”, daí também a importância, quando possível, de se ter um sistema de automação e realizar auditorias periódicas nos processos.

*Comissionamento:* é outro ponto importante a ser observado, seja na carga térmica, nos sensores, ou em qualquer sistema projetado. As operações são bastante dinâmicas e talvez o que foi projetado não atenda de fato o real, ou porque foi mal projetado ou porque a dinâmica mudou os requisitos.

Estudos realizados pela Southern Califórnia Edison apud PINTO<sup>19</sup>, em 60 edifícios comerciais nos Estados Unidos concluíram que 40% dos equipamentos de AVAC apresentam problemas, 30% dos sensores de temperatura operam irregularmente, 25% dos controladores de velocidade dos motores não funcionam adequadamente e 50% dos edifícios estudados apresentam equipamentos sem especificação. É preocupante e, normalmente, não é uma prática corrente adotada nas operações brasileiras. Uma simples calibração dos equipamentos de medição já resolve grande parte destes problemas e, em empresas sérias de manutenção, é algo rotineiro, que inclusive faz parte de seus processos de certificação de qualidade.

*Simulação energética:* considere realizar uma simulação energética em sua operação. A busca cada vez maior de eficiência - menor kWh/m<sup>2</sup> - faz com que os softwares de simulação sejam uma alternativa interessante nesse sentido.

Segundo PINTO<sup>19</sup>, nos Estados Unidos, cerca de 15% das novas edificações comerciais passam por processos de simulação, com reduções médias de 25%, em relação aos prédios projetados sem essa preocupação. Simulações em edifícios construídos apontam que seriam possíveis reduções de até 40%, se essa preocupação tivesse sido considerada quando da sua concepção.

O “Energy plus” é um programa de simulação energética que pode ser baixado gratuitamente no portal do EEER<sup>9</sup>. Com ele é possível fazer simulações nos sistemas AVAC, iluminação, dentre outros.

## 7 CONCLUSÕES

A motivação para a realização deste trabalho está relacionada à carência de publicações na área de gerenciamento de facilidades, que aborde o tema da forma como foi abordada, ou seja, mostrando porque é importante economizar energia, sugerindo como praticar a eficiência energética e apresentando casos de sucesso.

A formação do gerente de facilidades é bem variada: há engenheiros civis, elétricos, mecânicos, arquitetos, administradores, advogados, dentre outros. Este é um assunto normalmente pouco (ou totalmente não) abordado na graduação destes profissionais. Nesse sentido, acredito que este trabalho vai contribuir sobremaneira para a formação destes profissionais e permitir que sua gestão operacional seja mais eficiente e racional.

A leitura deste trabalho vai proporcionar ao gerente de facilidades, projetista ou interessado, avaliarem a importância cada vez maior do uso racional e eficiente de energia, não somente elétrica, mas espera-se também despertar o interesse do leitor na busca de eficiência em outros usos como água, papel, combustível, energias alternativas, dentre outros, colaborando assim para o desenvolvimento sustentável.

O GF vai perceber que em sua operação pode haver grandes potenciais de redução, podendo não só ele mesmo gerenciar pequenos projetos de eficiência energética, como também discutir com especialistas projetos de grande porte, de uma maneira mais produtiva, lógica e consistente.

O GF vai procurar aplicar, em suas operações, projetos e especificações, os conceitos apreendidos, dentro de uma visão sistêmica, integrando sistemas naturais e artificiais e aplicando inclusive os conceitos de bioclimatologia apresentados. Como se viu, há grande diversidade climática em nosso país e uma análise cuidadosa pode gerar ganhos significativos, tanto financeiros, quanto ambientais.

Os resultados, apresentados no capítulo 5, são uma mostra dos ganhos que podem ser obtidos aplicando-se os conceitos, relativamente simples, de eficiência energética recomendados neste trabalho.

Criar meios para tornar efetiva a aplicação dos conceitos de eficiência energética é um grande desafio, não só do governo e das universidades, mas principalmente dos profissionais, exigindo grandes doses de inovação e criatividade.

## 8 ANEXOS

### Anexo A - A relação dos excedentes reativos com o Fator de Potência<sup>7, 16, 17</sup>

Para entender o que é fator de potência e como ele pode influenciar na fatura de energia é preciso definir alguns conceitos:

- Energia ativa: é aquela que efetivamente produz um trabalho útil. Sua unidade de medida é o kWh;
- Energia reativa: é a energia necessária ao funcionamento dos equipamentos (transformadores, motores elétricos, fornos a arco, reatores - inclusive aqueles nas luminárias fluorescentes, dentre outros). Sua unidade de medida é o kVArh. A energia reativa existe em duas formas diferentes:
  - Energia reativa indutiva: gerada por aparelhos consumidores normalmente dotados de bobinas tais como motores de indução, reatores, transformadores, ou mesmo aqueles que operam em formação de arco elétrico, como os fornos a arco. Este tipo de carga apresenta fator de potência dito reativo indutivo;
  - Energia reativa capacitiva: pode ser gerada por motores síncronos superexcitados (compensadores síncronos) ou por capacitores. Este tipo de carga apresenta fator de potência dito reativo capacitivo.

A energia reativa é fornecida por diversas fontes ligadas ao sistema elétrico tais como geradores, motores síncronos e capacitores funcionando de forma individual ou combinada. As próprias linhas de transmissão e de distribuição de energia elétrica são fontes parciais de energia reativa devido a sua própria reatância. Portanto a energia reativa é em sua maioria suprida pela fonte geradora, normalmente localizada distante do ponto de consumo. Porém sempre que as fontes de energia reativa ficam em terminais muito distantes da carga ocorrem perdas na transmissão deste bloco de energia reduzindo o rendimento do sistema elétrico. Desta forma, é melhor que a fonte geradora de energia reativa seja instalada no próprio prédio, aliviando a carga de todo o sistema que, desta forma, poderia transmitir mais energia

que realmente resultasse em trabalho, nesse caso, a energia ativa. Esta fonte pode ser obtida através da instalação de um motor síncrono superexcitado, ou mais economicamente, pela instalação de capacitores de potência.

De acordo com a Resolução ANEEL nº 456 de 29/11/2000, o fator de potência é um índice que mostra o grau de eficiência de um determinado sistema elétrico.

Esse índice pode assumir valores de 0 a 1. Valores altos de FP, próximo de 1, indicam o uso eficiente; valores baixos, evidencia o mau aproveitamento. Pela legislação atual, o índice de referência do FP é 0,92.

Quando analisado graficamente o fator de potência mostra claramente que é obtido pela composição da energia ativa e energia reativa. Quanto maior a energia reativa para uma mesma energia ativa, maior será a energia que deverá ser fornecida e maior o fator de potência neste momento. Abaixo, a figura 8.A.1 mostra um exemplo, para as relações entre as potências ativas de 100 kW e dois diferentes níveis de energia reativa nos casos de fatores de potência de 0,7 e 0,92. A potência total requerida no caso de fator de potência 0,7 (143kVA), é maior que a potência total requerida para fator de potência 0,92 (109kVA), para a mesma energia ativa:

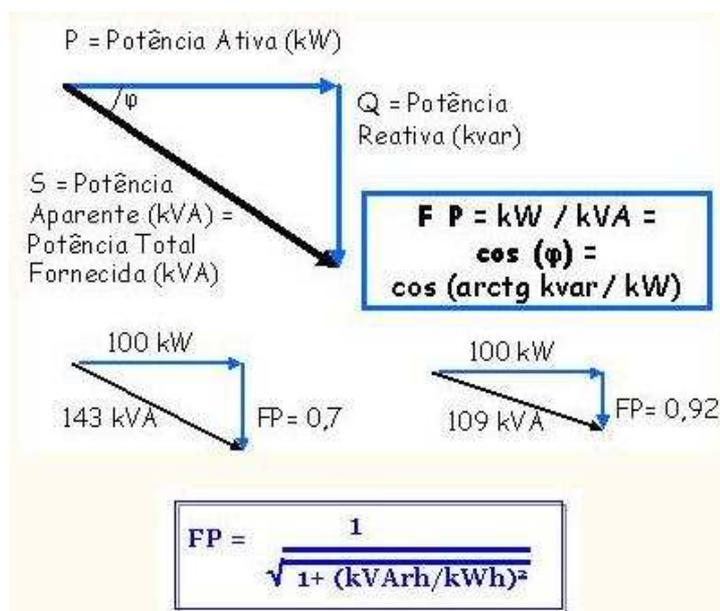


Figura 8.A.1 Cálculo do fator de potência.

Diversas são as causas que resultam num baixo fator de potência, a seguir, relaciono algumas:

- Motores de indução trabalhando em vazio durante um longo período de operação;
- Motores superdimensionados para as máquinas a eles acopladas;
- Transformadores operando em vazio ou em carga leve;
- Fornos a arco;
- Fornos de indução eletromagnética;
- Máquinas de solda a transformador;
- Grande número de motores de pequena potência em operação durante um longo período;
- Grande número de reatores de baixo fator de potência suprindo lâmpadas de descarga (lâmpadas fluorescentes, vapor de mercúrio, vapor de sódio);
- Equipamentos eletrônicos (os transformadores das fontes de alimentação interna geram energia reativa).

Uma instalação operando com baixo fator de potência apresenta os seguintes inconvenientes:

- Incremento das perdas de potência;
- Flutuações de tensão, que podem ocasionar a queima de motores;
- Sobrecarga da instalação, danificando-a ou gerando desgaste prematuro;
- Aumento do desgaste nos dispositivos de proteção e manobra da instalação elétrica;
- Aumento do investimento em condutores e equipamentos elétricos sujeitos à limitação térmica de corrente;
- Saturação da capacidade dos equipamentos, impedindo a ligação de novas cargas;
- Dificuldade de regulação do sistema.

## Anexo B - Estrutura tarifária horo-sazonal e fatura de energia elétrica<sup>16, 17</sup>

A estrutura tarifária horo-sazonal oferece preços diferenciados de acordo com as horas do dia (ponta e fora de ponta) e durante os períodos do ano (seco: de maio a novembro e úmido: de dezembro a abril) e é destinada aos consumidores de média e alta tensão igual ou superior a 2,3kV e a consumidores atendidos por sistemas subterrâneos, faturados pelo grupo A, conforme resumido na tabela 8.B.1.

Modalidade	Estrutura de preços	Condições de aplicação
Azul	<p><b>Demanda de potência (kW)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- um preço para a ponta</li> <li>- um preço para fora de ponta</li> </ul> <p><b>Consumo de energia (kWh)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- um preço para a ponta no período úmido;</li> <li>- um preço para fora da ponta no período úmido;</li> <li>- um preço para ponta no período seco;</li> <li>- um preço para fora ponta no período seco</li> </ul>	<p><b>Aplicação compulsória</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aos consumidores atendidos em tensão igual ou superior a 69 kV</li> <li>- Aos consumidores atendidos em tensão inferior a 69 kV com demanda de potência igual ou superior a 500kW, desde que não exerçam a opção pela tarifa verde</li> </ul> <p><b>Aplicação opcional</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aos consumidores atendidos em tensão inferior a 69kV com demanda de potência entre 50 kW e 500kW</li> </ul>

<b>Verde</b>	<p><b>Demanda de potência (kW)</b> - Um preço único</p> <p><b>Consumo de energia (kWh)</b> - um preço para a ponta no período úmido; - um preço para fora da ponta no período úmido; - um preço para ponta no período seco; - um preço para fora ponta no período seco</p>	<p>É aplicado sempre em caráter opcional aos consumidores atendidos em tensão inferior a 69kV com demanda de potência igual ou superior a 50kW</p>
--------------	--	--

Tabela 8.B.1 – Estrutura tarifária horosazonal

Algumas particularidades:

- O modelo tarifário “azul” exige a definição de uma demanda na ponta. Assim, o cuidado na definição do seu valor é fundamental, pois mesmo que o valor definido seja utilizado por apenas 15 minutos dentro do mês, o pagamento será realizado sobre o valor contratado, como se tivesse sido utilizado todo o mês;
- No modelo tarifário “verde” o valor da tarifa de consumo na ponta pode ser de até cerca de 10 vezes maior que o valor da tarifa fora da ponta (dependendo da sua concessionária), fazendo com que este modelo seja atrativo, caso se controle o consumo na ponta;
- No modelo tarifário “convencional” o valor da tarifa de consumo é cerca de 2 vezes maior que o da tarifa fora de ponta nos modelos “verde” ou “azul”, o que faz com que este modelo seja atrativo apenas quando é difícil o controle do consumo e demanda no horário de ponta.

A figura 8.B.1 mostra um exemplo de fatura de energia na tarifa verde, da concessionária Eletropaulo.



- 1 - Dados Eletropaulo
- 2 - Atendimento - Endereço e Telefone
- 3 - Contrato/Versão
- 4 - No Páginas
- 5 - Endereço de entrega da conta
- 6 - Referência do Cliente
- 7 - Nome e Endereço Unidade Consumidora
- 8 - Tarifa / Classe
- 9 - Leitura – Anterior/Atual/Próxima
- 10 - CNPJ/Inscrição Estadual do Cliente
- 11 - Emissão/Apresentação
- 12 - Vencimento

Descrição	Leitura	Rele	Contratado	Faturado	Tarifa	Valores
DESCR. MED. MR. M2800001256	528	527	900	900		
COMET. POTENCIA	0,04900					
COMET. ATIVO	0,01200					
COMET. REATIVO	0,01200					
DEMANDA PONTO	500	29,0				
DEMANDA FORA DE PONTO IND.	500	26,1				
DEMANDA FORA DE PONTO CAP.	282	13,8				
ENERGIA ATIVA PONTO	82929	1200				
ENERGIA ATIVA P. DE PONTO IND.	1555200	5467				
ENERGIA ATIVA P. DE PONTO CAP.	2821000	1627				
ENERGIA REATIVA PONTO	69284	300				
ENERGIA REATIVA P. PONTO IND.	4322800	1494				
ENERGIA REATIVA P. PONTO CAP.	100	4				
DEMANDA CONTRATADA	KW		55,6	55,6	11,48000	631,40
ENERGIA FATURADA	KW			8394	0,25490	1.368,73
CONSUMO ATIVO	KWH			8394	0,20860	55,40
COEF. SERVIC. CAPACIDADE EMERGENCIAL		0,405				
FATOR DE CARGA GLOBAL						

- 1 - Descrição – Medidor/Constantes
- 2 - Marca D'água
- 3 - Leitura Atual – Dados Medidor
- 4 - Valores Registrados – Leitura x Constante
- 5 - Demanda Contratada
- 6 - Valores Faturados – KW/KWh
- 7 - Tarifas
- 8 - Valores Faturados – R\$
- 9 - Fator de Carga



- 1 - Cálculo ICMS
- 2 - Juros / Multa
- 3 - Valor da Fatura
- 4 - Saldo Anterior
- 5 - Valor Total a Pagar
- 6 - Informações
- 7 - Selo de Segurança
- 8 - Referência do Cliente
- 9 - Número Fatura
- 10 - Data Vencimento
- 11 - Código de Barras

Figura 8.B.1 Fatura de energia - estrutura tarifária verde.<sup>16</sup>

### Anexo C - Tabela estimativa m<sup>2</sup>/TR

<b>Tipo de Ocupação</b>	<b>Características</b>	<b>Mínimo (m<sup>2</sup>/TR)</b>	<b>Máximo (m<sup>2</sup>/TR)</b>
Aptos - quartos	Baixa ocupação, baixa área de vidro	22	28
Apartamentos - salas	Baixa ocupação, média área de vidro	18	25
Auditório	Sem vidros, alta taxa de ocupação	12	14
Auditório	Sem vidros, média taxa de ocupação	15	18
Bibliotecas	Média ocupação, pouco vidro	15	26
Escritórios	Zona externa vidro PD integral	12	13
Escritórios	Zona externa vidro 50% PD	14	16
Escritórios	Zona externa vidro 30% PD	17	19
Escritórios	Zona interna sem vidros	25	28
Escritórios	Zona interna com laje ao sol	22	24
Escritórios	Média geral - andar intermediário 50%	15	21
Escritórios	Média geral - último andar 50%	16	12
Fábricas	Montagem	9	20
Fábricas	Manufatura média	6	12
Laboratórios	Sem equipamentos, pouca ocupação	12	26
Restaurantes	Taxa média de ocupação	12	23
Salas de aula	Alta taxa de ocupação, pouco vidro	15	26
Shopping corredores	Taxa média pessoas/iluminação	26	32
Shopping lojas	Subsolo, público médio/alto	26	32
Shopping lojas	Piso intermediário médio/alto	22	24
Shopping lojas	Último andar médio/alto	21	20
Shopping lojas	Alta taxa de iluminação, público baixo	12	14
Subsolos escritórios	Sem vidro, ocupação média	28	34
Teatros / cinemas	Alta taxa de ocupação sem vidros	10	18

Tabela 8.C.1 – Estimativa de carga térmica m<sup>2</sup>/TR (informação pessoal) §§§§§§§§

§§§§§§§§ Nota de aula: apostila do curso Ar condicionado aplicado à engenharia e arquitetura, São Paulo, Editora PINI, 1997.

## 9 LISTA DE REFERÊNCIAS

1. *INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE*. Informações estatísticas diversas sobre o Brasil. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 de abr. 2006.
2. *MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME. Balanço energético 2005 - ano base 2004*. Brasília: 2005. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 23 de mar. 2006.
3. *AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL*. Brasília. Informações sobre energia, atuando como agência reguladora nacional. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 23 de mar. 2006.
4. *INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA*. Estados Unidos. Informações mundiais relacionadas à energia em geral. Disponível em: <<http://www.iea.org>>. Acesso em: 10 de abr. 2006.
5. *INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE – IBAMA*. Brasília. Informações relacionadas ao meio ambiente. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 10 de abr. 2006.
6. MARTINS, A.R.S. et al. *Eficiência Energética: Integrando Usos e Reduzindo Desperdícios*. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL; Agência Nacional do Petróleo - ANP, 1999.
7. *PROCEL*. Rio de Janeiro. Programa do governo federal que, através do MME / Eletrobrás, promove o uso racional e eficiente de energia elétrica. Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/procel>>. Acesso em: 23 de mar. 2006.
8. *PUREUSP*. São Paulo. Programa para o uso eficiente de energia na USP. Disponível em: <<http://www.pure.usp.br>>. Acesso em: 23 de mar. 2006.

9. *ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY*. Estados Unidos. Informações sobre o Programa de Eficiência Energética e Energias Renováveis do Governo Norte Americano. Disponível em: <<http://www.eere.energy.gov>>. Acesso em: 25 de abr. 2006.
10. *ENERGY SAVING TRUST*. Reino Unido. Informações sobre o programa do governo inglês para o uso sustentável de energia e redução da emissão de dióxido de carbono. Disponível em: <<http://www.est.org.uk>>. Acesso em: 27 de abr. 2006.
11. *UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA CAMPUS SUSTAINABILITY OFFICE*. Canada. Informações sobre programas de sustentabilidade da Universidade da Columbia Britânica. Disponível em: <<http://www.sustain.ubc.ca>>. Acesso em: 27 de abr. 2006.
12. CANADÁ. University of British Columbia Campus Sustainability Office. *Annual Report: Progress towards a sustainable campus*. Canadá: UBC, 2006. Disponível em: <<http://www.sustain.ubc.ca>>. Acesso em: 27 de abr. 2006.
13. LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW, 1997
14. *PHILIPS*. São Paulo. Fabricante de sistemas de iluminação; apresenta produtos, especificações, dentre outros. Disponível em: <<http://www.philips.com.br>>. Acesso em: 04 de maio 2006.
15. PENA, S.M. *Sistemas de Ar Condicionado e Refrigeração*. Rio de Janeiro: PROCEL, 2002 (Apresenta uma visão geral sobre os sistemas de ar condicionado e algumas práticas operacionais para eficiência energética). Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/procel>>. Acesso em: 19 de abr. 2006.
16. *ELETROPAULO*. São Paulo. Distribuidora de energia para 24 municípios da grande São Paulo; informações variadas sobre energia elétrica. Disponível em: <<http://www.eletropaulo.com.br>>. Acesso em: 08 de maio 2006.

17. COMISSÃO EUROPÉIA, ELETROBRÁS, ALURE. *Gestão Energética Municipal*. [SI]: Eletrobrás/PROCEL, 2004. (Guia técnico utilizado em cursos e para divulgação).
18. FERREIRA, M. *Iluminação*. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <[alellima@ig.com.br](mailto:alellima@ig.com.br)> em 05 de maio 2006.
19. PINTO, J.R. *Utilização Racional de Energia Elétrica em Instalações Elétricas Comerciais Empregando Sistemas de Automação*. 2000. 133p. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2000.
20. UNITED STATES OF AMERICA; FRANCE. International Energy Agency. *The Experience with Energy Efficiency Policies and Programmes in IEA Countries: Learning from the Critics*. USA, France, 2005. Disponível em: <<http://www.iea.org>>. Acesso em: 10 de abr. 2006.
21. KATO, E. A. *Contratação de performance : o modelo norte-americano nos anos 90 na automação predial*. 1999. 139p. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1999.
22. ELETROBRÁS. *PROCEL: Casos de sucesso*. Rio de Janeiro: Eletrobrás/PROCEL, 2005. (Relatório de divulgação n.5, jun 2005: Iluminação do edifício Almirante Tamandaré).
23. ELETROBRÁS. *PROCEL: Casos de sucesso*. Rio de Janeiro: Eletrobrás/PROCEL, 2005. (Relatório de divulgação n.10, jun 2005: Eficiência energética no Mabu Thermas & Resort).
24. ELETROBRÁS. *PROCEL: Casos de sucesso*. Rio de Janeiro: Eletrobrás/PROCEL, 2005. (Relatório de divulgação n.7, jun 2005: Eficiência energética no HSBC Bank Brasil SA).
25. *LIGADO*. São Paulo: AES Eletropaulo, n.25, set. out. 2005. 24p. 2003- . Bimensal. Disponível em: <<http://www.eletropaulo.com.br>>. Acesso em: 15 de maio 2006.

26. *CASA EFICIENTE*. Florianópolis. Informações sobre projeto inovador que aplica conceitos de eficiência energética no projeto e construção de casa piloto, em parceria com a Eletrobrás, PROCEL, Eletrosul e UFSC. Disponível em: <<http://www.casaeficiente.com.br/br/home/index.php>>. Acesso em: 02 de maio 2006.

### **Bibliografia Recomendada**

*AMBIENTE BRASIL*. Curitiba. Informações sobre questões relacionadas ao meio ambiente. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 23 de mar. 2006.

*APPA*. United States of America. Associação de educadores de "facilities". Disponível em: <<http://www.appa.org>>. Acesso em: 23 de mar. 2006.

*ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE COGERAÇÃO DE ENERGIA - COGENSP*. Informações sobre cogeração de energia. Disponível em: <<http://cogensp.com.br>>. Acesso em: 30 de mar. 2006.

*AUSTRALIAN GREENHOUSE OFFICE*. Informações sobre diversos programas sustentáveis do governo Australiano, entre eles eficiência energética. Disponível em: <<http://www.greenhouse.gov.au>>. Acesso em: 21 de abr. 2006.

*ELETROBRÁS*. Brasília. Órgão ligado ao MME, com informações sobre os diversos programas do governo federal na área energética. Disponível em: <<http://www.eletrabras.gov.br>>. Acesso em: 23 de mar. 2006.

*INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - INEE*. Rio de Janeiro. Informações sobre eficiência energética. Disponível em: <<http://www.inee.org.br/default.asp>>. Acesso em: 23 de mar. 2006.

*INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACION Y AHORRO DE LA ENERGIA.*

Espanha. Informações sobre programas de energias alternativas e eficiência energética do governo Espanhol. Disponível em: <<http://www.idae.es>>. Acesso em: 20 de abr. 2006.

*OFFICE OF ENERGY RESEARCH AND DEVELOPMENT.* Informações sobre pesquisa e desenvolvimento na área de energia do governo Canadense. Disponível em: <<http://www2.nrcan.gc.ca/es/oerd>>. Acesso em: 22 de abr. 2006.

*ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD.* Organização composta por 30 países, dispõe estatísticas e informações sobre desenvolvimento econômico sustentável. Disponível em: <<http://www.oecd.org>>. Acesso em: 16 de maio 2006.

RODRIGUES, P. *Manual de iluminação eficiente.* Rio de Janeiro: PROCEL, 2002 (Apresenta uma visão geral sobre os sistemas de iluminação e algumas medidas operacionais para eficiência energética). Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/procel>>. Acesso em: 08 de maio 2006.

*THE ENERGY CONSERVATION CENTER.* Informações sobre programas de eficiência energética e desenvolvimento sustentável do governo Japonês. Disponível em: <<http://www.eccj.or.jp>>. Acesso em: 21 de abr. 2006.

UNITED KINGDON. World Alliance for Decentralize Energy. *Banking on DE International Financial Institutions and Cogeneration.* Scotland: Wade, 2005. Disponível em: <<http://www.localpower.org>>. Acesso em: 17 de maio 2005.

UNITED KINGDON. World Alliance for Decentralize Energy. *Wade Market Analysis 2005 Brazil.* Scotland: Wade, 2005. Disponível em: <<http://www.localpower.org>>. Acesso em: 17 de maio 2005.

UNITED KINGDON. World Alliance for Decentralize Energy. *World Survey of Decentralized Energy 2005.* Scotland: Wade, 2005. Disponível em: <<http://www.localpower.org>>. Acesso em: 17 de maio 2005.

UNITED STATES OF AMERICA. Energy Efficiency and Renewable Energy. *Strategic Program Review*. USA: EERE, 2002. Disponível em: <<http://www.eere.energy.gov>>. Acesso em: 19 de abr. 2006.

UNITED STATES OF AMERICA. Energy Efficiency and Renewable Energy. *Industrial Energy Efficiency: The Strategic Solution*. USA: EERE, 2003. Disponível em: <<http://www.eere.energy.gov>>. Acesso em: 27 de abr. 2006.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. Serviço de Bibliotecas. *Diretrizes para apresentação de dissertações e teses*. São Paulo: Serviço de Bibliotecas da EPUSP. 2.ed., 2001. Disponível em <<http://www.poli.usp.br/bibliotecas/publicacoesonline/diretrev1.pdf>>. Acesso em: 01 de maio 2005.