

PAULA CASTELLO BRANCO
SÉRGIO GÂNDARA BASTARDO

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS
EXISTENTES**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo - Programa de Educação
Continuada – PECE para obtenção do
título de Especialista em Energia.

Área de Concentração:

Eficiência Energética.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio
Saidel.

São Paulo
2009

OS AUTORES AUTORIZAM A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA DESDE QUE CITADA A FONTE.

DEDALUS - Acervo - EPEL



31500018996

FICHA CATALOGRÁFICA

M2009 E

Castello Branco, Paula Luiz
Bastardo, Sérgio Gandara

Eficiência Energética em Edifícios Comerciais Existentes / Paula Luiz
Castello Branco e Sérgio Gandara Bastardo – São Paulo, 2009

Monografia (MBA) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
Programa de Educação Continuada – PECE.

1. Eficiência Energética 2. ESCO 3. retrofit 4. Setor Comercial

1794159

DEDICATÓRIA

Aos pais Cesar Augusto S. Castello Branco e Regina L. Castello Branco pelos esforços para que eu pudesse estudar...

...Ao meu marido Marlos F. F. e Silva, que com seu amor, carinho e paciência aguardou a finalização deste trabalho.

Paula Castello Branco

Aos meus pais Antonio Augusto Bastardo e Laura Gândara Bastardo (in memorium...) por terem sempre me apoiado nas minhas decisões....

...A minha esposa Cláudia Sá e minhas filhas Mariana e Maria Júlia que com amor e compreensão tornaram possível que eu superasse esse desafio

Sérgio Gândara Bastardo

AGRADECIMENTOS

Aos professores Ivan G. S. Falleiros e Luiz Cláudio R. Galvão por terem me inserido na família USP.

Aos meus amigos de profissão pelas orientações, pessoais e profissionais, Marco A. Saidel, Miguel E. M. Udaeta, Otávio F. Affonso, André L. V. Gimenes, Ricardo J. Fujji, Paulo H. Kanayama, Mário Cesar E. S. Ramos, Briene Camargo, Luiz A.M. Amoroso e Hugo R. Yamaguchi.

Dedicação e amizade de Celeste M. G. e Silva, Licia M. Campello, Neide M. B. Albertini e Renata K. Manieri.

Ao PECE, pela oportunidade de cursar o MBA – Energia da USP através de uma bolsa de estudos.

A minha família em reconhecimento ao apoio e estrutura dada até o momento, cito meus pais Cesar Augusto S. Castello Branco, Regina L. Castello Branco, meu irmão Alexandre L. Castello Branco e meu marido Marlos F. F. e Silva.

A todos que de alguma forma contribuíram direto ou indiretamente para a conclusão do meu trabalho.

Paula Castello Branco

Ao Coordenador do MBA em Energia Marco A. Saidel que com paciência e sabedoria proporcionou chegarmos ao fechamento do trabalho.

Aos gestores da Companhia Brasileira de Petróleo Ipiranga, em especial os Engenheiros Francisco Barros e Ivan Luis Bonini pela oportunidade aberta.

Aos meus colegas da Turma 3 do MBA em Energia que com esforço e dedicação finalizaram o MBA.

Aos colegas da AES Eletropaulo e da Editora Talen que me deram inspiração na escolha do tema.

Aos assistentes e pessoas de apoio do PECE que nos deram atenção e atendimento em todos os momentos.

Aos Coordenadores da ABDIB – Associação Brasileira das Indústrias de Base que, em conjunto com a POLI, proporcionaram a realização da turma 3 do MBA em Energia.

Sérgio Gandara Bastardo

RESUMO

Este trabalho avalia a implantação da eficiência energética em edifícios existentes não pelo papel do governo ou da economia na geração de energia elétrica no Brasil, mas pelo lado da oportunidade de negócio para o empresário ou proprietário de edifício comercial.

São analisados fatores que influenciam o consumo de energia, aspectos financeiros de projetos de “retrofit”, planos de negócios para apresentações de projetos e metodologia de “retrofit”.

Por fim é feita uma análise do mercado de eficiência energética no setor comercial e apresentadas barreiras e oportunidades para a adoção de medidas de “retrofit” no Brasil, incluindo a comercialização de créditos de carbono.

ABSTRACT

This study evaluates the energy efficiency implementation in existing buildings not for the role of government or economy in the generation of electric energy in Brazil, but as business opportunities for the entrepreneur or owner of building trade.

We analyze factors that influence energy consumption, financial aspects of “retrofit” projects, business plans for projects presentations and “retrofit” methodology.

Finally, a market analysis of energy efficiency in trade is done, and barriers and opportunities are presented for the adoption of “retrofit” measures in Brazil, including the carbon credits sales.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de causa e efeito de dificuldades para “retrofit” em prédios comerciais existentes	62
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Relação entre o gasto de energia durante a fase de construção e durante a vida útil de uma construção climatizada artificialmente.....	20
Gráfico 2- Curva de carga da CELPE para consumidor do setor comercial em Média Tensão e tarifa horo-sazonal azul.	23
Gráfico 3- Curva de carga da CELPE para consumidor do setor comercial em Média Tensão e tarifa horo-sazonal verde. Fonte: Silva, 2005.	24
Gráfico 4 - Comparativo de custos de referência e propostos.....	27
Gráfico 5 - Distribuição dos consumidores da pesquisa por categoria tarifária	40
Gráfico 6 - Distribuição dos consumidores por idade do estabelecimento	41
Gráfico 7 - Participação de outros energéticos.....	41
Gráfico 8 – Gasto médio mensal de energia por funcionário	43
Gráfico 9 – Índices energéticos	44
Gráfico 10 – Medidas com fornecimento de energia nas empresas pesquisadas	44
Gráfico 11 – Participação de usos finais em consumidores comerciais de alta tensão	45
Gráfico 12 – Percentual de empresas que dispõem de sistemas de ar condicionado e/ou ventilação	45
Gráfico 13 – Percentual de empresas que admite a possibilidade de redução de consumo.....	46
Gráfico 14 - Consumo Final de Energia - Evolução Relativa dos Consumos Setoriais no Brasil de 1970 a 2007.....	48
Gráfico 15 – Redução média de consumo obtida no racionamento	49
Gráfico 16 - Participação dos gastos com Energia Elétrica.....	49
Gráfico 17 – Percentual de empresas por tempo de retorno para projetos de eficiência energética.....	50
Gráfico 18 – Medidas adotadas pelas Empresas	51
Gráfico 19 - Esquema de remuneração de uma ESCO	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custos com energia	34
Tabela 2 - Economias	34
Tabela 3 – Investimentos previstos	36
Tabela 4 - Caracterização da amostra de consumidores da classe comercial de alta tensão por sub-grupo de tensão de fornecimento	39
Tabela 5 - Distribuição de consumidores da classe comercial de alta tensão por sub-grupo de tensão de fornecimento	40
Tabela 6 – Fator de Carga médio das instalações pesquisadas	41
Tabela 7 - Tecnologia de iluminação por tipo de área.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASHRAE: *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*

CBD: Companhia Brasileira de Distribuição

CICE: Comissão Interna de Conservação de Energia

CO₂: Dióxido de carbono

COP: Coeficiente de Desempenho

DCI: Densidade de Carga Interna (W/m²)

DCP: Documento de Concepção do Projeto

DP_i: Densidade de Potência de Iluminação (W/m²)

EE: Eficiência Energética

EER: Energy Efficiency Ratio

ESCO: Empresa de Serviços de Conservação de Energia [do inglês "Energy Service Company"]

FS: Fator Solar

GEE: Gases de Efeito Estufa

MDL: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

M&V: Medição e Verificação

PAF_T: Percentual de Área de Abertura na Fachada total (%)

PAF_O: Percentual de Área de Abertura na Fachada oeste (%)

PAZ: Percentual de Abertura Zenital (%)

PROCEL: Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PVM: Plano de Verificação e Monitoramento

RCE: Redução Certificada de Emissão

UNFCCC: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança de Clima [do inglês "United Nations Framework Convention on Climate Change"]

SUMÁRIO

1	Introdução	15
1.1	Objetivo	15
1.2	Justificativa.....	16
1.3	Metodologia de trabalho.....	17
1.4	Resumo dos capítulos.....	17
2	Estado da Arte	19
2.1	Fatores que influenciam o consumo de energia em edificações comerciais.....	19
2.1.1	Percentual de Área da Abertura	20
2.1.2	Transmitância térmica	21
2.1.3	Sistemas de iluminação.....	21
2.1.4	Climatização artificial	22
2.1.5	Densidade de carga instalada	23
2.1.6	Hábitos de utilização.....	23
2.1.7	Automação	24
2.1.8	Consumo de água	24
2.1.9	Entorno bioclimático	25
2.2	Determinação da TIR em projetos de eficiência energética para edifícios comerciais existentes	25
2.2.1	Determinação de custos de referência e custos propostos	25
2.2.2	Escolha do período de análise e economia anual	27
2.2.3	Escolha da taxa de desconto.....	27
2.2.4	Determinação do valor residual após o período de análise	27
2.2.5	Cálculo do Valor Presente Líquido	28
2.2.6	Cálculo da relação custo benefício e da taxa interna de retorno ..	29
2.3	Taxa Mínima de Atratividade (TMA).....	30
2.4	Payback corrigido.....	30
2.5	Tipos de contratação.....	30
2.5.1	Construção	31
2.5.2	Desempenho	31
2.5.3	Medição e verificação	32
2.5.4	Financiamento	32

2.6	Planos de negócios	33
2.6.1	Sumário executivo	33
2.6.2	Financiamento e Cronograma	33
2.6.3	Apresentação da empresa.....	35
2.6.4	Natureza do projeto	35
2.6.5	Benefícios	35
2.6.6	Custos e desembolsos	36
2.6.7	Regulação e meio ambiente	36
2.6.8	Plano de financiamento	36
2.7	Metodologia de “retrofit”	37
3	Barreiras e oportunidades para adoção de eficiência energética em edifícios comerciais existentes	39
3.1	Caracterização do mercado de eficiência energética em edifícios comerciais existentes	39
3.2	Barreiras no mercado de eficiência energética	47
3.2.1	Barreiras culturais.....	47
3.2.2	Barreiras Econômicas e Financeiras	49
3.2.3	Barreiras operacionais	51
3.2.4	Barreiras ambientais.....	52
3.2.5	Barreiras de gestão	55
3.2.6	Barreiras regulatórias	55
3.3	As atividades das ESCO (<i>Energy Service Companies</i>)	55
3.4	PROESCO	56
3.5	Leilões de conservação de energia.....	58
3.6	MDL para projetos de “retrofit” de prédios comerciais.....	58
3.6.1	Linha de base	59
3.6.2	Fugas.....	59
3.6.3	Monitoração	59
3.6.4	Exemplo de caso de MDL de “retrofit” em edifício comercial.....	59
4	Considerações finais	62
5	Conclusões	66
6	Bibliografia	68

1 Introdução

A redução de custos não apenas no momento da sua implantação, mas ao longo do desempenho das edificações e facilidades que uma empresa usa é o “calcanhar de Aquiles” quando se trata de aplicar empresarialmente a eficiência energética.

Avaliar a implantação da eficiência energética em geral quando as instalações já estão operando de forma geral vem sendo influenciadas pelo papel do governo ou da economia na geração de energia elétrica no Brasil. Nesse sentido transforma-se pelo lado da demanda em uma oportunidade de negócio para o empresário ou proprietário destas instalações.

Assim sendo, a prática da eficiência energética nas últimas décadas traz consigo elementos consagrados tais como os fatores que influenciam o consumo de energia, aspectos financeiros de projetos de “retrofit”, planos de negócios para apresentações de projetos e metodologia de “retrofit”, que devem ser repesados e reavaliados para a nossa realidade.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar a implantação da eficiência energética em edifícios existentes não através de incentivos governamentais, mas pelo lado da oportunidade de negócio para o empresário ou proprietário de edifício comercial.

Para tal, o trabalho apresenta elementos para o debate sobre as oportunidades e barreiras para se implantar a substituição dos sistemas de energia tendo como objetivo a ampliação da eficiência energética em edificações comerciais no Brasil, se tornando uma fonte de análise para empresários e administradores do setor.

Neste sentido, o trabalho apresenta aspectos técnicos e econômico-financeiros da eficiência energética, bem como oportunidades de atuação que viabilizam a implantação de um projeto de eficiência energética.

1.2 Justificativa

Sabe-se que no Brasil 44% do total de energia consumida vem de edificações e destes, 14% estão no setor comercial (fonte: BEN 2005). Apesar disso não se é debatido elementos para que o empresário implante eficiência energética no seu negócio.

Um dos motivos que dificultam a adoção de medidas de eficiência energética é o preço de implantação, sendo primordial a apresentação de cálculos de retorno de investimento para saber se o valor aplicado se paga com as economias. Há fortes elementos dentro de aspectos comerciais, ligados a retorno financeiro e operacional fundamentais para incentivar esse empresário. Por exemplo, quanto a mais vale um prédio eficiente em relação a outro onde não é aplicado conceitos de EE? Será que não vale a pena tornar um prédio mais eficiente para valorizá-lo comercialmente?

Do ponto de vista ambiental, ao economizar energia, adiamos a necessidade de ampliar as nossas fontes geradoras de energia e sistemas elétricos associados, disponibilizando recursos para outras áreas e contribuindo para a preservação da natureza e o desenvolvimento sustentável.

Para o empresário, o trabalho de eficiência energética possibilita que ele tenha menores custos fixos e maior margem de lucro ou menor custo final.

Para a sociedade, cria oportunidades de empregos na área de eficiência energética, em empresas fabricantes de equipamentos eficientes, consultores em eficiência energética e instaladores. Além disso, contribui para diminuir riscos de racionamento de energia.

Para a concessionária de energia, a eficiência energética contribui para postergar investimentos para o aumento de capacidade da rede de distribuição

1.3 Metodologia de trabalho

Foram utilizados dados do PROCEL e de pesquisas de empresas que atuam com o tema, na leitura de artigo de profissionais no Brasil e/ou em países onde o assunto eficiência energética em edifícios comerciais já tenha sido debatido. Além disso, ao final é apresentado um exemplo de aplicação de “retrofit” onde as barreiras para a sua adoção foram contornadas.

1.4 Resumo dos capítulos

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura relevante aos objetivos do trabalho. Inicia-se pela apresentação de fatores que influenciam o consumo de energia em edificações comerciais, como fatores arquitetônicos, de usos finais, de hábitos de utilização, de automação, de entorno bioclimático, entre outros. Depois é apresentada a metodologia da determinação da Taxa Interna de Retorno para projetos de “retrofit” de edifícios comerciais, sendo em seguida apresentado aspectos de um plano de negócios relacionado ao tema. O capítulo é finalizado com a apresentação de uma metodologia de “retrofit” de prédios comerciais.

O capítulo 3 busca analisar barreiras e oportunidades para a adoção de “retrofit” em edifícios comerciais, iniciando pela caracterização do mercado de eficiência energética no setor comercial. Em seguida, são apresentadas as barreiras para a adoção de medidas de “retrofit”. Por fim, na parte final do capítulo, são apresentadas algumas oportunidades que contribuem para contornar as barreiras, como a atuação de empresas especializadas no assunto como as ESCOs, de programas governamentais como o PROESCO, de possibilidades de incentivos como os leilões de eficiência energética e sobre a comercialização de créditos de carbono.

O capítulo 4 mostra as considerações finais a respeito das informações apresentadas nos capítulos anteriores e faz algumas recomendações.

O capítulo 5 apresenta as conclusões obtidas com a realização do trabalho.

2 Estado da Arte

O PROCEL define edifícios comerciais e de serviços como:

"Aqueles usados com finalidade que não a residencial ou industrial, tais como escolas; instituições ou associações de diversos tipos, incluindo prática de esportes; tratamento de saúde de animais ou humanos, tais como hospitais, postos de saúde e clínicas; vendas de mercadorias em geral; prestação de serviços; bancos; diversão; preparação e venda de alimentos; escritórios e edifícios empresariais, incluindo sedes de empresas ou indústrias, desde que não haja a atividade de produção nesta última; edifícios destinados a hospedagem, sejam eles hotéis, motéis, resorts, pousadas ou similares. Excetuam-se templos religiosos destinados a cultos, mas estão incluídas edificações com fins religiosos onde são realizadas atividades de escritório, administração e afins. As atividades listadas nesta definição não excluem outras não listadas" (Referência [1]).

Neste trabalho considera-se que edifícios comerciais sejam aqueles cuja finalidade é o desenvolvimento de atividades comerciais, administrativas, de educação e de lazer, onde os ocupantes são, em sua maioria, não fixos.

2.1 Fatores que influenciam o consumo de energia em edificações comerciais

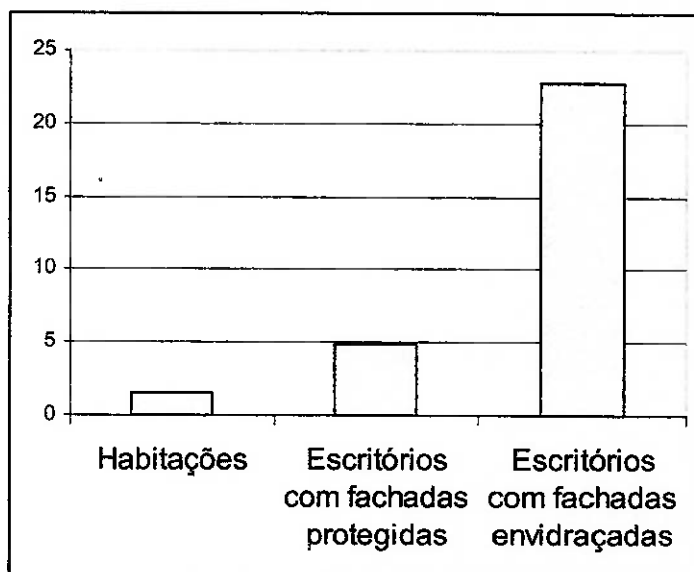
O projeto de um edifício tem implicações diretas na quantidade de energia a ser consumida nas fases de construção, ocupação e pós-ocupação.

A análise do projeto, quanto a materiais de construção empregados, área envidraçada, proteção contra raios solares, presença de árvores ao redor do edifício, corredores de vento dentro do edifício, vedação de portas e janelas de ambientes climatizados artificialmente, pode apontar soluções importantes para a redução de consumo de energia.

O projeto arquitetônico de um edifício, quanto ao aproveitamento de iluminação natural e da ventilação natural, influencia dois dos principais usos finais consumidores de energia: iluminação e ar condicionado, conforme será apresentado em seções posteriores com maiores detalhes.

2.1.1 Percentual de Área da Abertura

Mascaro (1981) estima que edifícios com fachadas envidraçadas climatizados artificialmente podem gastar quase 23 vezes mais energia durante a fase de ocupação do que a energia gasta na construção do edifício. Para edifícios climatizados artificialmente com fachadas protegidas, esta relação é de aproximadamente 5.



Fonte: Mascaro, 1981

Gráfico 1 - Relação entre o gasto de energia durante a fase de construção e durante a vida útil de uma construção climatizada artificialmente

Uma forma de caracterizar as áreas envidraçadas de um edifício é por meio do cálculo do Percentual de Área de Abertura, da fachada e zenital.

O Percentual de Área de Abertura na Fachada – PAF é calculado pela razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada, ou com fechamento transparente ou translúcido, de cada fachada e a área total de fachada da edificação. Refere-se exclusivamente a aberturas em paredes verticais com inclinação superior a 60° em relação ao plano horizontal, tais como janelas tradicionais, portas de vidro ou “sheds”, mesmo sendo estes últimos localizados na cobertura. Exclui área externa de caixa d’água no cômputo da área de fachada, mas inclui a área da caixa de escada até o ponto mais alto da cobertura [1].

O PAF pode ser descrito para o todo ou partes da fachada, por exemplo, somente para a fachada Oeste, que costuma estar exposto a raios solares na parte da tarde.

O Percentual de Abertura Zenital – PAZ refere-se exclusivamente a aberturas em superfícies com inclinação inferior a 60° em relação ao plano horizontal.

2.1.2 Transmitância térmica

A transmitância térmica, medida por W/m^2K , é a transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, neste caso, de componentes opacos das fachadas (paredes externas) ou coberturas, incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes.

A transmitância térmica deve ser calculada utilizando o método de cálculo da NBR 15220-2 (ABNT, 2005) ou determinada pelo método da caixa quente protegida da NBR 6488 (ABNT, 1980) [1].

Quanto maior a transmitância térmica dos materiais empregados nas paredes e tetos expostos ao calor do sol, menor a carga térmica a ser climatizada nos ambientes da edificação.

2.1.3 Sistemas de iluminação

Os sistemas de iluminação artificial em um edifício podem ser caracterizados quanto à eficiência energética, por meio de índices apropriados, como os descritos a seguir [1]:

- **Densidade de Potência de Iluminação Absoluta (W/m^2) - DPI_A :** razão entre o somatório da potência de lâmpadas e reatores e a área de um ambiente.
- **Densidade de Potência de Iluminação Relativa [$(W/m^2)/100lux$] - DPI_R :** DPI_A para cada 100 lux produzidos pelo sistema de iluminação artificial para uma iluminância medida no plano de trabalho.

- **Densidade de Potência de Iluminação Relativa Final $[(W/m^2)/100lux]$**
- **DPI_{RF}**: DPI_R obtida após o projeto luminotécnico, no final da vida útil do sistema de iluminação, que corresponde a um período de 24 meses.
- **Densidade de Potência de Iluminação Relativa Limite $(W/m^2)/100lux$ - DPI_{RL}**: limite máximo aceitável de DPI_R.

2.1.4 Climatização artificial

O consumo de energia pode ser mais eficiente em sistemas de climatização artificial de ambientes, para esfriar ou esquentar, sendo que existem índices apropriados para a verificação do potencial de conservação de energia.

A seguir são apresentados alguns [1]:

- **Coefficiente de Desempenho – COP**: pode ser definido para as condições de resfriamento ou aquecimento. Para resfriamento: segundo a norma ASHRAE 90.1, é a razão entre o calor removido do ambiente e a energia consumida, para um sistema completo de refrigeração ou uma porção específica deste sistema sob condições operacionais projetadas. Para aquecimento: segundo a norma ASHRAE 90.1, é a razão entre o calor fornecido ao ambiente e a energia consumida, para um sistema completo de aquecimento por bomba de calor, incluindo o compressor e, se aplicável, o sistema auxiliar de aquecimento, sob condições operacionais projetadas.
- **Energy Efficiency Ratio - EER**: razão entre a capacidade total de resfriamento (em Btu/h) e a energia consumida (em W) sob condições operacionais estabelecidas.
- **Fator Solar – FS**: é a razão entre o ganho de calor que entra num ambiente através de uma abertura e a radiação solar incidente nesta mesma abertura. Inclui o calor radiante transmitido pelo vidro e a radiação solar absorvida, que é re-irradiada ou transmitida, por

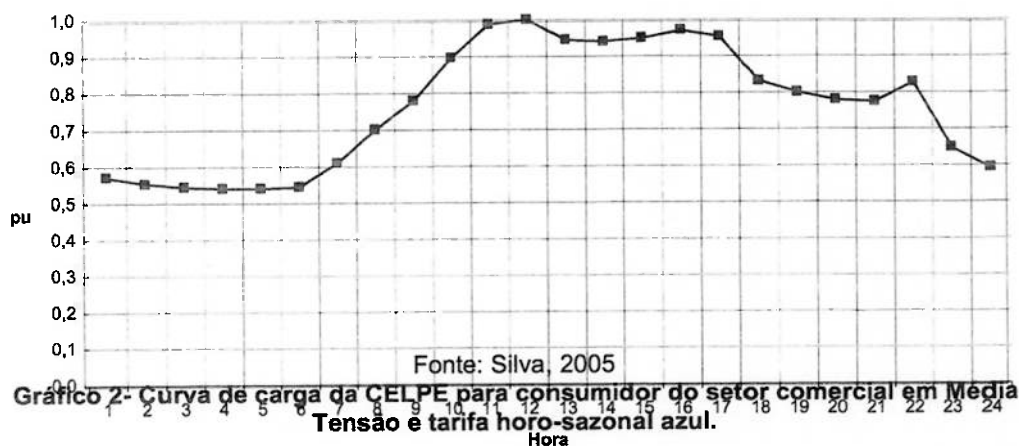
condução ou convecção, ao ambiente. O fator solar considerado será relativo a uma incidência de radiação solar ortogonal à abertura. A ISO 15099: 2003 e a ISO 9050: 2003 apresentam procedimentos de cálculos normalizados para o FS e outros índices de desempenho energético de vidros e janelas com panos envidraçados simples ou múltiplos e também algumas tipologias de proteções solares internas (ex. venezianas). A NFRC 201:2004 apresenta procedimentos e especificações técnicas normalizadas para aplicação de um método calorimétrico de medição de ganho de calor solar em janelas.

2.1.5 Densidade de carga instalada

A Densidade de Carga - DC, em W/m^2 , é aquela proporcionada pela ocupação dos ambientes ou edifício e pelo uso de equipamentos. Quanto maior DC, maior o potencial de conservação de energia da edificação.

2.1.6 Hábitos de utilização

Os hábitos de utilização estão relacionados a necessidades e características comportamentais dos ocupantes do edifício. A melhor forma de caracterizar os hábitos de consumo é por meio de curvas de carga.



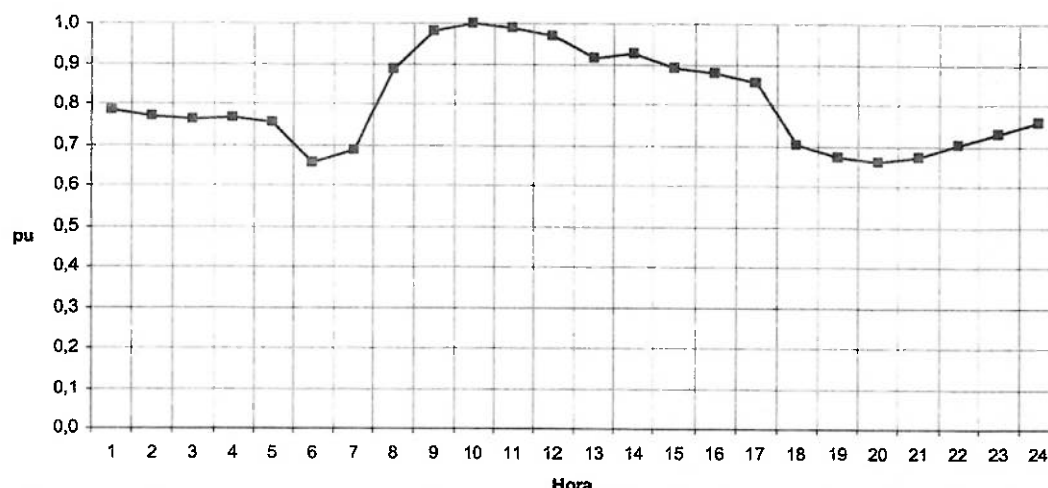


Gráfico 3- Curva de carga da CELPE para consumidor do setor comercial em Média Tensão e tarifa horo-sazonal verde. Fonte: Silva, 2005.

As curvas de carga permitem extrair importantes informações como fator de carga, períodos do dia de maior e menor consumo, consumo de energia no horário de ponta, consumo típico em dias úteis e finais de semana e consumo típico em cada mês do ano.

As curvas de carga permitem analisar os hábitos de consumo de equipamentos como um todo para propor medidas de racionalização.

2.1.7 Automação

A automação se refere à existência de mecanismos automáticos para ligar e desligar sistemas de iluminação, de ar condicionado e também de intertravamentos dos elevadores, que evitam que dois elevadores ou mais atendam um andar ao mesmo tempo.

2.1.8 Consumo de água

O consumo de água em um edifício comercial influi no consumo de energia elétrica se este tiver bombas que levam a água da rua para as caixas d'água. Assim, vazamentos e torneiras mal dimensionadas, bem como hábitos de utilização podem influenciar no consumo de energia, valendo uma análise técnica neste quesito.

2.1.9 Entorno bioclimático

O entorno bioclimático está relacionado à temperatura do ar, umidade relativa do ar, horas de insolação, precipitação, carta solar, regime de ventos, sombra de edifícios e áreas verdes, que formam ilhas de calor.

2.2 Determinação da TIR em projetos de eficiência energética para edifícios comerciais existentes

Uma das principais condições para que medidas de eficiência energética sejam adotadas pela iniciativa privada, é que elas sejam atrativas e que as vantagens do projeto sejam apresentadas de forma clara e transparente ao investidor ou proprietário do edifício.

Assim, a seguir é apresentado como determinar a Taxa Interna de Retorno – TIR para projetos de eficiência energética em edificações existentes.

2.2.1 Determinação de custos de referência e custos propostos

Os custos de referência são os custos atuais anualizados, dos sistemas existentes. Eles podem ser determinados pela análise histórica de manutenção do edifício. Os custos propostos são aqueles devidos ao “retrofit” dos sistemas a serem implantados.

Ambos os custos, de referência e propostos, são compostos pelas seguintes parcelas:

- A) Investimento inicial, que inclui equipamentos, projeto, impostos, taxas, contingências e instalação. Para o custo de referência, costuma-se assumir que o valor inicial seja nulo.

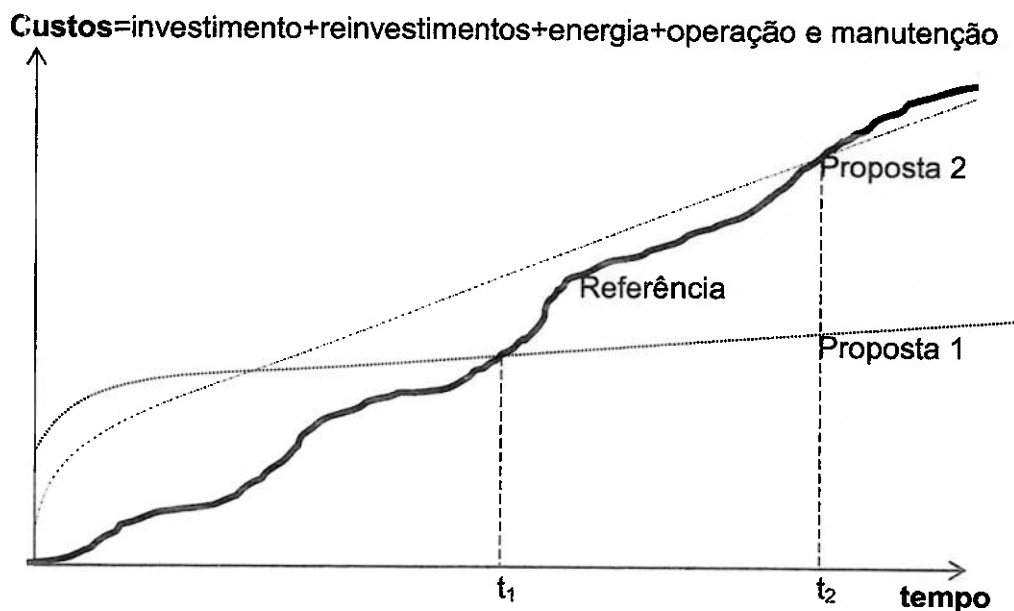
- B) Custos de reinvestimentos, relacionados às necessidades de substituição de equipamentos, seja por fim de vida útil, seja por modernização tecnológica. Por exemplo, seria a substituição de

lâmpadas a cada 8 mil horas de uso, recondicionamento de um compressor a cada 5 anos, modernização tecnológica de equipamentos elétricos a cada 5 anos etc.

- C) Custo da energia, devido aos gastos com eletricidade, óleo diesel, lenha, carvão, gás etc.
- D) Custos de operação e manutenção, referentes a salários e mão de obra terceirizada de profissionais que cuidam da operação e manutenção dos sistemas energéticos, como engenheiros e técnicos eletricitas e mecânicos.

O objetivo da determinação de custos é ter uma noção de quais medidas propostas são mais atrativas financeiramente ao longo dos anos. Fonte: Elaboração própria

Gráfico 4 ilustra uma comparação entre duas propostas de “retrofit” quanto aos custos anualizados. A Proposta 2 apresenta custo inicial menor que a Proposta 1. Porém a Proposta 1 é mais vantajosa do que a Proposta 2 no decorrer do tempo.



Fonte: Elaboração própria

Gráfico 4 - Comparativo de custos de referência e propostos

2.2.2 Escolha do período de análise e economia anual

O período de análise, em anos, é definido pelo tempo no qual se deseja colher resultados ou em que o projeto é economicamente sustentável.

A economia anual de um projeto, é a diferença entre o custo de referência (custo atual anual), e o custo proposto anual, depende do período de análise definido.

Por exemplo, no Gráfico 4, se o período de análise for menor que t_1 , a economia anual da Proposta 1 será negativa, pois até t_1 o custo proposto é maior que o de referência. Se o período de análise for maior que t_1 , a economia anual será positiva.

2.2.3 Escolha da taxa de desconto

Caso o investimento seja feito por empréstimo, a taxa de desconto é igual aos juros bancários.

Caso o investimento seja feito com capital próprio, a taxa de desconto é igual à melhor taxa de retorno possível com qualquer outro investimento ao qual o investidor tem acesso.

Se haja uma combinação entre capital próprio e empréstimo, a taxa de desconto do projeto é uma média ponderada das duas taxas de desconto.

2.2.4 Determinação do valor residual após o período de análise

O valor residual equivale a uma receita, ao final do projeto, da venda de equipamentos depreciados. Em geral, assume-se o valor zero para equipamentos sem valor de mercado ou de difícil comercialização após o uso, como lâmpadas ou equipamentos feitos sob medida para determinadas aplicações. Quando a depreciação de equipamentos é difícil de ser calculada,

utiliza-se um valor baixo, por exemplo, de 10% do valor de um novo, para que o cálculo do retorno financeiro fique com margem de segurança.

2.2.5 Cálculo do Valor Presente Líquido

O **VPL – Valor Presente Líquido** é composto por duas parcelas, das **economias anuais** e dos **investimentos**.

O valor presente das economias obtidas em um determinado ano é o valor das economias deste ano divididas por $(1 + \text{taxa de desconto})$ elevado ao número equivalente ao "ano", - onde o "ano" representa o número de períodos anuais decorridos desde o início do projeto.

O V_{PEA} , valor presente total das economias (Equação 1) de um projeto durante o período de análise, é a soma dos valores presentes calculados para cada ano, durante o período de análise.

Seja: V_{PEA} = Valor Presente total de todas as economias anuais
 T = Número de anos para a análise
 EA_t = Economias anuais no ano t
 r = Taxa de Desconto

Então:

$$V_{PEA} = \sum_{t=1}^T EA_t \cdot \frac{1}{(1+r)^t} = EA_1 \cdot \frac{1}{(1+r)^1} + EA_2 \cdot \frac{1}{(1+r)^2} + \dots + EA_T \cdot \frac{1}{(1+r)^T} \quad (1)$$

O valor presente de um investimento de um determinado ano é o valor do investimento neste ano dividido por $(1 + \text{taxa de desconto})$ elevado ao ano quando o investimento acontece.

O VP_i , valor presente total dos investimentos (Equação 2), é a soma dos valores presentes de cada ano.

O investimento no ano final é, caso ocorra, o valor de desmobilização do projeto, menos o valor residual dos equipamentos.

Seja: VP_i = Valor Presente dos Investimentos

- T = Número de anos para a análise
 I_t = Investimento no ano t
 r = Taxa de Desconto

Então:

$$VP_I = \sum_{t=0}^T I_t \cdot \frac{1}{(1+r)^t} = I_0 \cdot \frac{1}{(1+r)^0} + I_1 \cdot \frac{1}{(1+r)^1} + \dots + I_T \cdot \frac{1}{(1+r)^T} \quad (2)$$

O Valor Presente Líquido (Equação 3) é igual à diferença entre o valor presente total das economias e o valor presente total dos investimentos.

$$VPL = VP_{EA} - VP_I \quad (3)$$

O VPL mostra o potencial de receitas total de um projeto. Ele considera o efeito de taxas de desconto em economias líquidas futuras. Se o $VPL > 0$, o projeto é lucrativo (economicamente viável).

2.2.6 Cálculo da relação custo benefício e da taxa interna de retorno

A RCB = relação benefício-custo (Equação 4), e a TIR = taxa interna de retorno mostram o valor relativo de um projeto e indicam se determinado projeto é viável financeiramente ou não.

$$RCB = VPE_A / VP_I \quad (4)$$

Um projeto é economicamente viável, isto é, lucrativo, quando o $RCB < 1$.

- A TIR é uma taxa de desconto hipotética que implica em $RCB = 1$ ou $VPL = 0$.
- A TIR obriga a um cálculo iterativo, sendo normalmente calculada com auxílio de computador ou calculadora financeira.
- Se a TIR é maior ou igual à taxa de desconto utilizada na análise, o investimento é válido (economicamente viável).

- Uma alta TIR significa maior remuneração sobre o capital investido.
- A TIR é uma ferramenta de decisão para investidores, normalmente a primeira pergunta a ser feita.
- Os investidores podem cada um por si definir (arbitrariamente) uma TIR mínima aceitável, chamada “taxa de atratividade mínima”.

2.3 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Outra ferramenta financeira que pode mostrar a atratividade financeira para projetos de eficiência energética é a Taxa Mínima de Atratividade – TMA, também conhecida como custo de oportunidade ou taxa de desconto, que é aquela paga pelo mercado financeiro em investimentos correntes, como a poupança e fundos de investimento, por exemplo. A TMA é utilizada para representar os fluxos de caixa em valores presente.

2.4 Payback corrigido

Em geral, em projetos de “retrofit”, utiliza-se o payback simples, que relaciona os custos de implantação das medidas de eficiência energética e a economia de energia associada. O payback corrigido engloba no cálculo o período de retorno no qual um investidor poderia ter aplicado seu capital a juros e também a diferença entre os custos com manutenção do sistema atual com o sistema proposto pelo “retrofit”.

2.5 Tipos de contratação

No mercado de eficiência energética existem alguns tipos de contratação usualmente mais utilizados, os quais são apresentados a seguir.

2.5.1 Construção

Um contrato do tipo construção é aquele onde a relação do fornecedor de serviços energéticos com o dono do empreendimento é similar a qualquer contrato de fornecimento de equipamentos ou construção.

Os serviços energéticos ofertados podem ser como os descritos a seguir.

- Consultoria + implantação, onde o contrato para o diagnóstico energético é independente do de implementação física (aquisição de equipamentos, construção, comissionamento), sendo que, raramente, vinculam uma remuneração por desempenho de economia.
- Concepção/ construção, onde o cliente contrata um empreiteiro ou instalador para realizar a instalação de equipamentos de eficiência energética, porém sem necessariamente haver a contratação de consultoria para realizar o diagnóstico energético. Após a instalação e comissionamento, a responsabilidade sobre o desempenho do equipamento passa a ser do cliente.
- Financiamento direto de equipamentos, onde os fabricantes oferecem seus próprios contratos e formas de financiamento, com condições de pagamento mais extensas, de forma a coincidirem com as economias do projeto.
- Arrendamento (leasing), onde uma companhia de arrendamento faz um contrato com o cliente e outro com o provedor de serviços de eficiência energética.

2.5.2 Desempenho

O tipo de contrato de desempenho vincula uma remuneração às economias obtidas, sendo que todo investimento em serviços energéticos é feito, em geral, por uma ESCO empresa de serviços de conservação de energia.

A remuneração pode ser vinculada a dois tipos de economia:

- Economia garantida, onde a ESCO estipula um percentual de economia mínimo para ser remunerado e o que o que passar deste limite é pago à ESCO.

- Economia compartilhada, onde um percentual mínimo de remuneração é estipulado e o que passar o limite é compartilhado, por exemplo, em 50% para o cliente e 50% para a ESCO.

Ambos os tipos possuem vantagens e desvantagens. Os contratos devem prever todo tipo de situações de cumprimento e descumprimento de economias negociadas de forma a evitar complicações futuras. Por exemplo, se economias independentes do projeto da ESCO são obtidas com o desligamento de cargas, o que será feito deve ser explicitado no contrato.

2.5.3 Medição e verificação

A contabilização das economias depende de uma linha de referência que contabilize todas as variáveis potenciais que influenciam o consumo de energia elétrica.

Um contrato de Medição e Verificação - M&V é aquele que define como as economias são identificadas, contabilizadas e alocadas dentro de um contrato baseado em desempenho, que prevê como será a continuidade da medição dos mesmos parâmetros e verificação das economias tomando as linhas de referência.

A M&V pode ser contratada independentemente da ESCO, como forma de apoio a arbitragem de desempenho.

2.5.4 Financiamento

Contratos de financiamento, em geral, podem ser feitos com instituições financeiras, mas também permite arranjos vinculados à capital próprio, com exigências de garantia de pagamento não necessariamente vinculado a economia de energia, ou seja, desempenho.

Existem três categorias de fontes de financiamento:

- Capital Próprio, podendo ser por alocação de orçamento ou fundo rotativo.
- Capital de Terceiros, por linha de crédito corporativa, financiamento específico ao projeto.

- Alternativas, como arrendamento mercantil (leasing), financiamento direto, investimentos em participações (Private equity) ou Project finance.

2.6 Planos de negócios

Um plano de negócios para eficiência energética serve para convencer um investidor, empresário ou dono de um edifício comercial que o projeto é viável e apresenta vantagens. A viabilidade não necessariamente deve ser econômica. Há casos em que o projeto serve para agregar valor a outros negócios que o edifício abriga, para mostrar coerência com princípios empresariais, como elemento de marketing ou até mesmo ideológico.

Seja qual for o motivo, é essencial apresentar o projeto de forma objetiva e estruturada. Para o idealizador do projeto, a elaboração do plano de negócios é útil como ferramenta de planificação estratégica do projeto.

A seguir são apresentadas as seções mais comuns de planos de negócios, podendo sofrer variações, de acordo com necessidades específicas de cada projeto.

2.6.1 Sumário executivo

O sumário executivo apresenta um resumo das principais características do projeto de eficiência energética, como justificativa, custos, benefícios, forma de viabilização, cronograma e explicação das medidas de eficiência energéticas.

2.6.2 Financiamento e Cronograma

Deve conter informações sobre custos atuais e almejados, formas de financiamento requerido, como percentual a ser financiado e de capital próprio, custo total do projeto, fontes de financiamento, compromissos e requisitos para financiamento.

Para a apresentação de custos com energia, é necessário padronizar as unidades dos vários energéticos utilizados no edifício, de forma a facilitar a comparação. A Tabela 1 apresenta um exemplo de tabela de custos com energia.

Tabela 1 - Custos com energia

Insumo		Preços usuais	Preços padronizados
Consumo elétrico	Ponta	R\$/kWh	R\$/GJ
	Fora de Ponta	R\$/kWh	R\$/GJ
Demanda elétrica	Ponta	R\$/kW	
	Fora de Ponta	R\$/kW	
Gás natural		R\$/m ³	R\$/GJ
Diesel		R\$/l	R\$/GJ
Lenha		R\$/kg	R\$/GJ
Outros			R\$/GJ

Fonte: Procel Info¹

É necessário apresentar um resumo contendo a economia anual estimada de energia e de moeda, comparando com os custos atuais. A Tabela 2 apresenta um exemplo de tabela que sintetiza os resultados esperados.

Tabela 2 - Economias

Economias estimadas por ano	Percentagem em relação ao consumo de energia atual (%)	Redução de custos estimada (R\$)
GJ		
kWh		
Outras		
R\$		

Fonte: Procel Info

Um cronograma deve ser apresentado também, contendo nomes de tarefas e subtarefas, datas de início e término de cada subtarefa, responsáveis por cada subtarefa e quando os pagamentos a empreiteiros, construtores, fornecedores de materiais e equipamentos, bancos etc. devem ser feitos.

Nesta seção devem ser explicadas como todas as ações serão monitoradas e como discrepâncias serão identificadas e gerenciadas.

¹ Unidades usuais são aquelas nas quais o insumo é vendido. As unidades padrão de energia devem priorizar as do Sistema Internacional (SI). Todas as formas de energia devem ser convertidas para unidades SI (Gigajoules – GJ) para comparação. Tarifas de demanda de energia elétrica são normalmente apresentadas em quilowatt (kW) pelas concessionárias.

2.6.3 Apresentação da empresa

Há projetos em que é conveniente apresentar informações sobre a empresa que irá conduzir as ações de eficiência energética, para que o investidor ou proprietário do edifício comercial tenha noção da capacidade de realização, idoneidade e objetivos da empresa proponente.

Podem ser inclusas informações como tempo de mercado, número de empregados, portfólio de serviços, lucratividade, situação da empresa e visão de curto, médio e longo prazos.

2.6.4 Natureza do projeto

Esta é a versão descritiva do sumário executivo, com detalhamento das medidas de eficiência energética, justificativas de viabilidade das atividades e planejamento da execução.

2.6.5 Benefícios

Os benefícios mais claros de uma proposta de eficiência energética são a redução de custos e de consumo de energia. É importante descrevê-los em termos de impactos diretos e indiretos para o investidor, proprietário e usuários do edifício comercial, desenvolvimento gerencial, *upgrade* tecnológico, aumento de produtividade, criação de empregos, bem como benefícios para a sociedade, meio ambiente e economia local ou nacional. Na medida do possível, os benefícios devem ser quantificados.

Alguns desses benefícios podem ser enfatizados quando há a possibilidade de envolvimento de agências governamentais, agências de desenvolvimento e empresas que trabalham com créditos de carbono.

Quando o projeto de eficiência energética estiver associado a exigências legais ou regulatórias, estes devem ser explorados.

2.6.6 Custos e desembolsos

Nesta seção devem ser apresentados detalhes sobre todos os desembolsos previstos com devidas justificativas e cronograma previsto de desembolso.

Deve ser descrito todas as empresas responsáveis pela realização de cada atividade e justificativa de sua seleção. Para cada uma delas deve ser apresentado: atividade associada, justificativa para seleção e experiência anterior em projetos similares.

É conveniente prever custos de contingência, com devidas justificativas e possibilidades para expansão do orçamento.

2.6.7 Regulação e meio ambiente

Este item é importante quando há necessidade de descarte de materiais de construção ou de equipamentos de usos finais, como lâmpadas fluorescentes ou amianto presente em alguns tipos de telhas. É importante prever como serão feitos os descartes e os custos associados para o correto procedimento.

É necessário descrever se é necessária ou não a obtenção de licenças ambientais, de construção ou de instalação e operação durante e após as atividades dos projetos.

Recomenda-se a indicação de um responsável, com especialização na área de meio ambiente, para orientação quanto a melhores práticas e condução de atividades preventivas de impactos ambientais ocasionadas pelo projeto de eficiência energética. Cabe o princípio de que medidas preventivas costumam ser mais baratas do que medidas de mitigação, além de manter a coerência com o desenvolvimento sustentável.

2.6.8 Plano de financiamento

Quando há necessidade de financiamento, deve-se descrever a estrutura do financiamento. A Tabela 3 apresenta um exemplo que sintetiza os investimentos previstos.

Tabela 3 – Investimentos previstos

Fonte	Valor (R\$ 1.000)	% do Total
Custos totais		
Recursos próprios		
Fornecedores		
Empréstimos		
Doações		
Aporte de capital		
Outros		

Fonte: Procel Info

É importante detalhar, para cada fonte de recursos financeiros, o cronograma de desembolso, condições de financiamento e requisitos para obtenção.

2.7 Metodologia de “retrofit”

Em 1.999 o PROCEL/ELETROBRÁS coordenou um projeto chamado Projeto 6 Cidades, com o objetivo principal de implantar reformas para melhoria na eficiência energética em 2 edificações públicas e comerciais em 6 cidades brasileiras: Florianópolis, Curitiba, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador e Brasília.

As etapas do Projeto 6 Cidades, que podem ser consideradas como sugestão de metodologia de “retrofit”, envolviam:

1. Análise prévia do consumo de energia elétrica dos prédios.
2. Visita técnica para o levantamento de dados e identificação dos principais usos finais de energia.
3. Modelagem e calibração dos edifícios selecionados em software de simulação.
4. Elaboração dos anteprojetos de “retrofit”.
5. Simulação das alternativas de “retrofit”.
6. Análise econômica de cada alternativa.
7. Implantação das reformas.
8. Acompanhamento pós-“retrofit”..

Em alguns projetos de “retrofit” em prédios comerciais utilizando a metodologia do Projeto 6 Cidades, Lamberts [6] utilizou um software chamado *Visual DOE*,

uma interface comercial do software DOE2.1E, desenvolvido pelo Lawrence Berkeley Laboratory e conjunto como Department of Energy – DOE, dos Estados Unidos, para simular o consumo de energia elétrica de cada proposta de “retrofit”. O custo da conta de energia era determinada com o software EnerCalca, desenvolvido pela UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina). Lamberts [6] enfatiza que:

“Em um estudo de viabilidade econômica de uma alternativa de “retrofit”, deve-se ter o cuidado de considerar como investimento apenas os dispêndios com reformas ou instalação de equipamentos com a função específica de melhorar a eficiência energética do sistema. É comum que prédios que necessitem de uma atualização tecnológica de seu sistema elétrico, também requeiram reforma ou conserto de alguns equipamentos.”

Mais especificamente para sistemas de iluminação, Ghisi [5] propõe uma metodologia específica para “retrofit”, onde:

“O sistema de iluminação é avaliado através da verificação dos equipamentos instalados e da luminância proporcionada. Através de uma análise de mercado verificam-se os equipamentos eficientes disponíveis e realiza-se o projeto luminotécnico dos ambientes determinando o potencial de conservação de energia elétrica na edificação em função da alteração do sistema de iluminação artificial e do aproveitamento da iluminação natural. A metodologia é encerrada com a análise de luminâncias e da avaliação econômica para verificar a viabilidade da realização do “retrofit” no sistema de iluminação frente à redução proporcionada pelo novo sistema nas tarifas de energia elétrica.”

Ressalta-se nesta metodologia que ganhos com iluminação natural são considerados e os níveis de luminância são adequados segundo as normas de iluminação, NBR 5413 (ABNT, 1982).

3 Barreiras e oportunidades para adoção de eficiência energética em edifícios comerciais existentes

Apesar de existir amplo conhecimento a respeito dos benefícios e formas de implantação da eficiência energética em edifícios comerciais existentes, ainda há barreiras para a sua adoção assim como há oportunidades de atuação. Os itens seguintes discorrem sobre barreiras e oportunidades, de maneira a evidenciar possibilidades de atuação pela iniciativa privada, sem depender de auxílio governamental, que é o objetivo deste trabalho.

3.1 Caracterização do mercado de eficiência energética em edifícios comerciais existentes

As informações seguintes foram elaboradas por Correia (2007), referentes à pesquisa efetuada com uma amostra de 953 consumidores da classe comercial de Alta Tensão a nível nacional (Tabela 4). A grande maioria, 94,1%, dos consumidores pertenciam ao sub-grupo de tensão de fornecimento A4. Mais da metade, 54%, da amostra pertencia à modalidade tarifária convencional, 37% na horo-sazonal verde, 9% na horo-sazonal azul e apenas 0,1% era consumidor livre (Gráfico 5).

Vale a pena salientar que consumidores que recebem energia em alta tensão possuem transformador próprio ou compartilhado com a concessionária de energia, tendo acesso a curvas de carga, essenciais para a realização de diagnósticos energéticos.

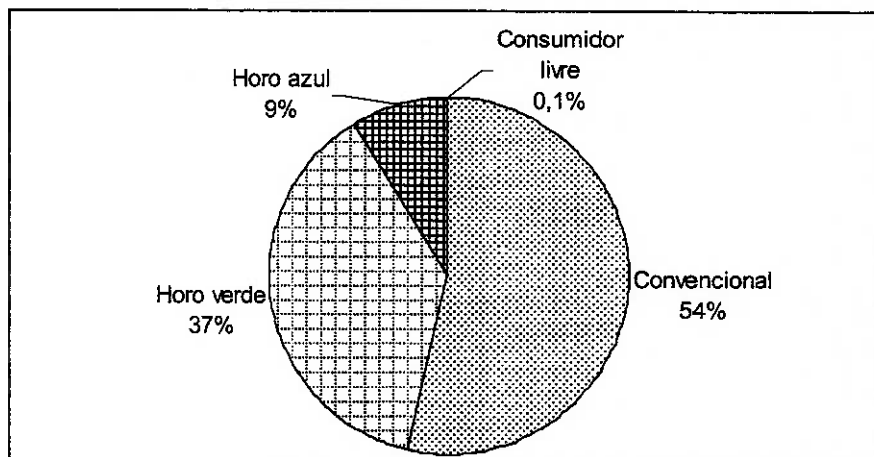
Tabela 4 - Caracterização da amostra de consumidores da classe comercial de alta tensão por sub-grupo de tensão de fornecimento

Sub-grupo de tensão				Total
A3	A3a	A4	AS	
1	4	897	51	953
(0,1%)	(0,4%)	(94,1%)	(5,1%)	(100%)

Fonte: Correia, 2007

A Tabela 5 apresenta a distribuição de tipos de estabelecimento por sub grupo de tensão. Poucos tipos de estabelecimento estão no sub grupo A3 e A3a, limitando-se a hotéis/motéis, shopping centers e bancos. No sub grupo A4 e AS aparecem todos tipos de empreendimentos.

Com relação à idade do estabelecimento, 26% são novos, com menos de 5 anos, 31% têm de 6 a 10 anos, 22% de 11 a 20 anos, 12% de 21 a 30 anos e 9% mais de 30 anos (Gráfico 6).



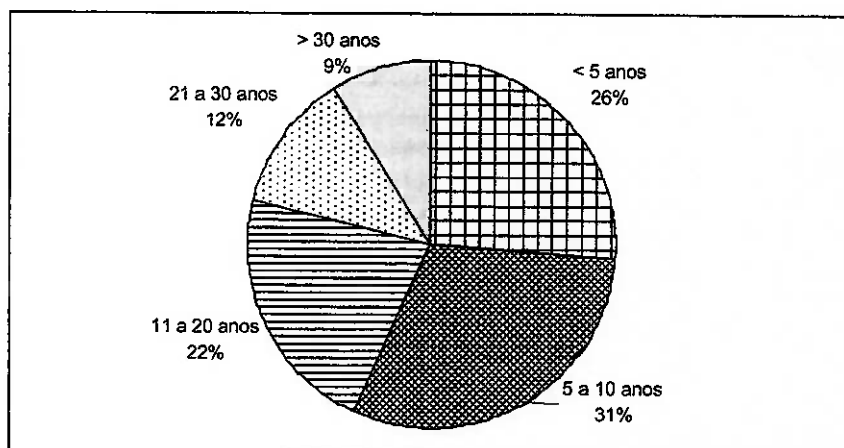
Fonte: Correia, 2007

Gráfico 5 - Distribuição dos consumidores da pesquisa por categoria tarifária

Tabela 5 - Distribuição de consumidores da classe comercial de alta tensão por sub-grupo de tensão de fornecimento

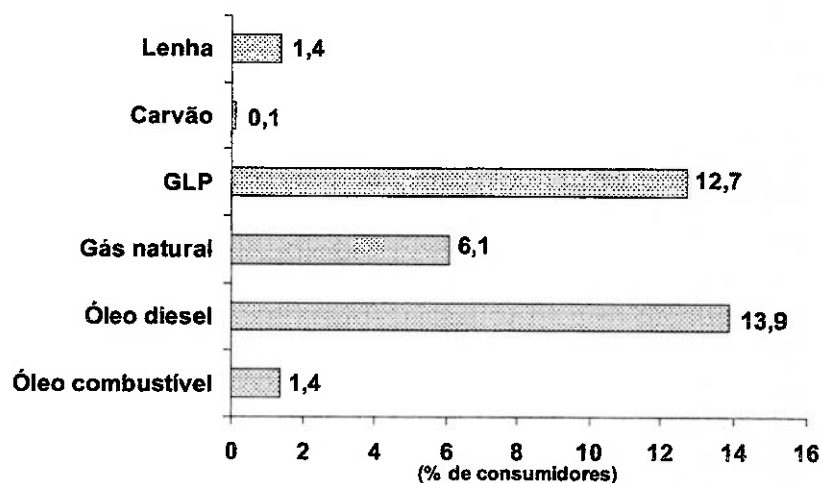
Tipo de estabelecimento	Sub grupo de tensão				Total
	A3	A3a	A4	AS	
Hotel / Motel	100,0	25,0	20,2	29,4	20,8
Hospital / Clínica	0,0	0,0	15,7	0,0	14,8
Shopping Center	0,0	50,0	3,9	3,9	4,1
Supermercado	0,0	0,0	19,6	11,8	19,1
Edifício Empresarial	0,0	0,0	7,7	25,5	8,6
Instituição de ensino	0,0	0,0	14,6	3,9	14,0
Banco / Caixa	0,0	25,0	16,7	25,5	17,2
Outros	0,0	0,0	1,6	0,0	1,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Correia, 2007



Fonte: Correia, 2007

Gráfico 6 - Distribuição dos consumidores por idade do estabelecimento



Fonte: Correia, 2007

Gráfico 7 - Participação de outros energéticos

Tabela 6 – Fator de Carga médio das instalações pesquisadas

Tipo de Instalação	Fator de Carga Médio (%)
Hotel	42
Motel	38
Hospital	46
Clínica	34
Shopping Center	49
Supermercado	50
Edifício Empresarial	36
Instituição de ensino	32
Banco	35
Total	42

Fonte: Correia, 2007

Além da energia elétrica, o óleo diesel aparece em 13,9% dos consumidores, o GLP em 12,7%, o gás natural em 6,1% e outros combustíveis apareceram em menos de 3% da amostra.

Em trabalhos de eficiência energética, a abordagem dos combustíveis utilizados é importante para verificar a viabilidade de substituição de energéticos.

A pesquisa levantou o fator de carga por tipo de estabelecimento, sendo apresentado na Tabela 6. A média total foi de 42%.

O Gráfico 8 apresenta o gasto médio mensal de energia por funcionário, por tipo de estabelecimento. O maior gasto ocorre em shopping centers (2.420 kWh/mês), seguido por prédios empresariais (1.257 kWh/mês), hotéis/motéis (1.021 kWh/mês), banco (941 kWh/mês) e supermercados (805 kWh/mês). Os menores consumos por funcionário são para instituições de ensino (579 kWh/mês) e hospitais/clínicas (425 kWh/mês).

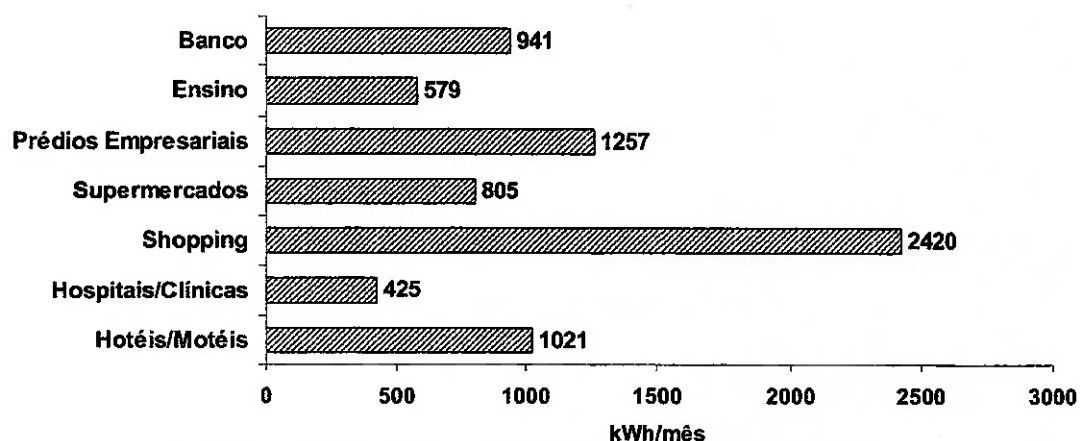
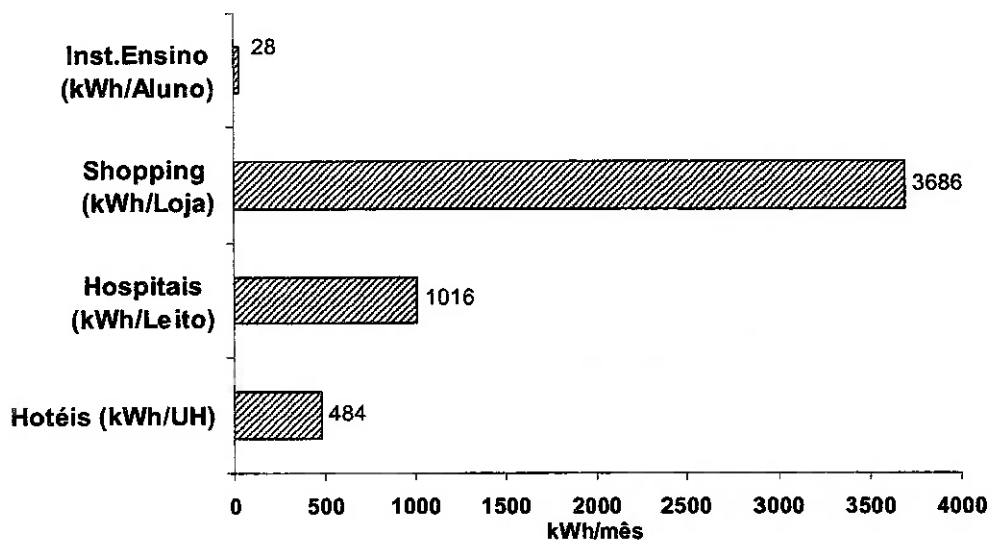


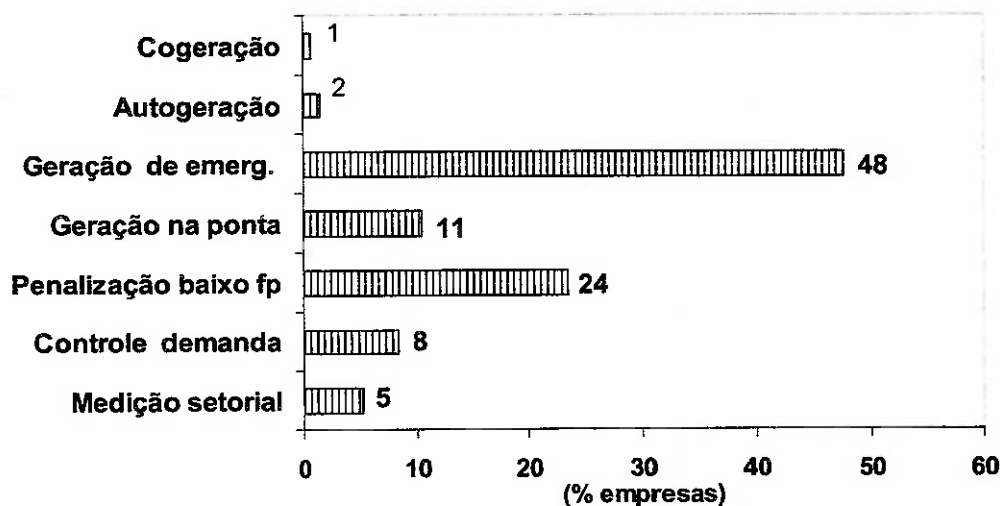
Gráfico 8 – Gasto médio mensal de energia por funcionário

O Gráfico 9 apresenta alguns índices energéticos que podem ser utilizados como referência outras instalações similares, sendo consumo por aluno para instituições de ensino, consumo por loja para shopping centers, consumo por leito para hospitais e consumo por unidade (quarto) para hotéis.

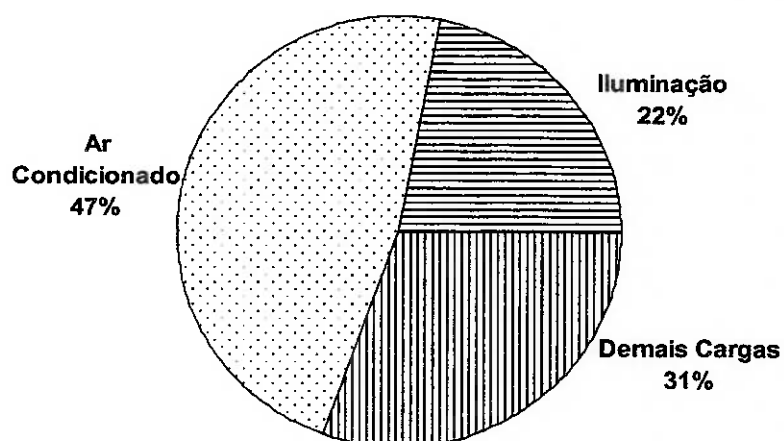


Fonte: Correia, 2007
Gráfico 9 – Índices energéticos

Os empreendimentos comerciais costumam ter preocupações com o fornecimento de energia. Quase metade deles (48%) possuem sistema de geração de emergência, ¼ possuem bancos de capacitores para evitar multas por baixo fator de potência, 11% geram energia no horário de ponta para diminuir gastos com energia, 8% realizam controle de demanda, 5% monitoram o consumo de energia por setores, 2% geram energia para não comprar da rede e 1% realizam cogeração. Estas informações podem ser vistas no Gráfico 10.



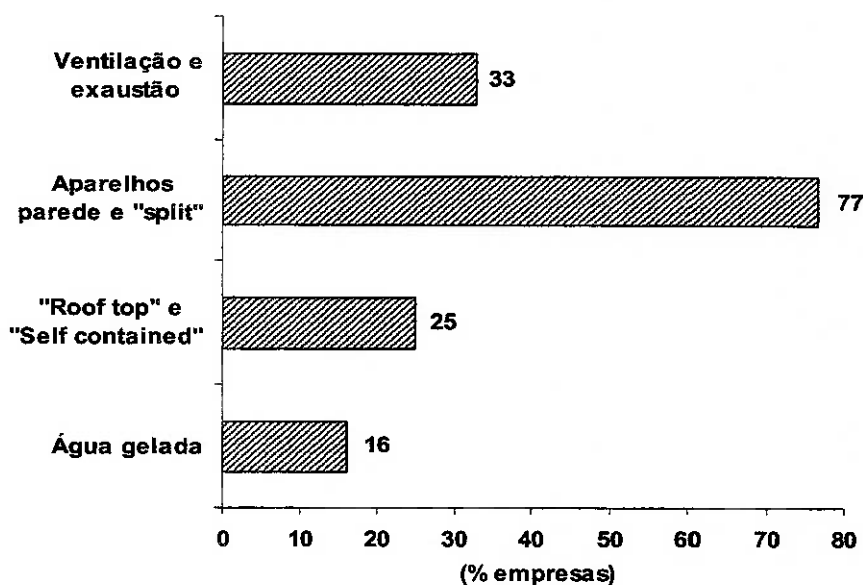
Fonte: Correia, 2007
Gráfico 10 – Medidas com fornecimento de energia nas empresas pesquisadas



Fonte: Correia, 2007

Gráfico 11 – Participação de usos finais em consumidores comerciais de alta tensão

No setor comercial (Gráfico 11), o ar condicionado representa quase metade (47%) do consumo de energia elétrica, seguido pelos sistemas de iluminação (22%), sendo as demais cargas responsáveis por quase um terço do consumo (31%).

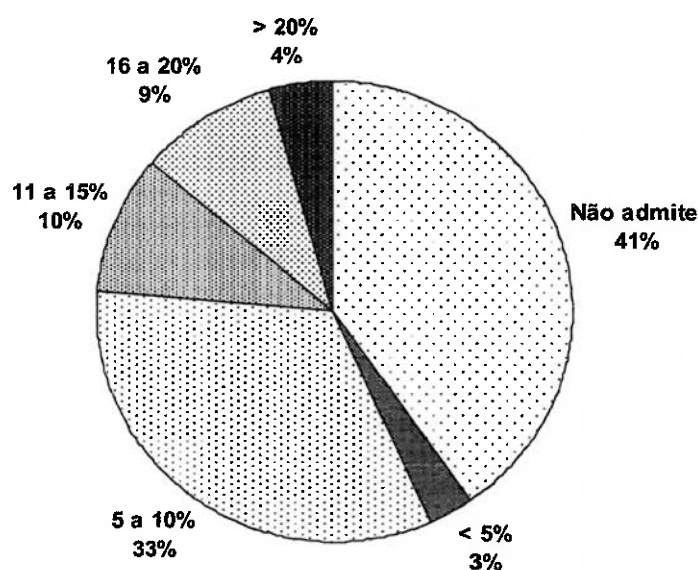


Fonte: Correia, 2007

Gráfico 12 – Percentual de empresas que dispõem de sistemas de ar condicionado e/ou ventilação

No setor comercial o tipo de sistema mais utilizado (77%) para climatização artificial é com aparelhos de parede e "split system". Um terço dos

consumidores utilizam sistema de ventilação e exaustão e um quarto deles utilizam sistemas tipo "Roof top" e "Self Contained", que são equipamentos mais eficientes do que os de parede e "split system". 16% utilizam sistema de água gelada, que é uma maneira sofisticada de climatização, onde se resfria a água em um reservatório durante a noite, quando a energia é mais barata e a temperatura ambiente mais amena, para utilizá-la durante o dia para resfriar as áreas desejadas.



Fonte: Correia, 2007

Gráfico 13 – Percentual de empresas que admite a possibilidade de redução de consumo

Uma informação interessante apontada pela pesquisa se refere à possibilidade de redução de consumo apontada pelas empresas (Gráfico 13). Uma em cada três empresas admite ter um potencial de 5 a 10% de economia. Apenas 41% das empresas não admitiram haver potencial de economia, que pode ser interpretado como 59% admitirem haver possibilidade de economia.

Outras informações importantes na pesquisa de Correia (Referência [4]), úteis para este trabalho são:

- 24% das empresas possuem CICE (Comissão Interna de Conservação de Energia).
- 64% realizam alguma avaliação da utilização da energia na instalação.

- 65% colocam a melhoria da eficiência energética entre as duas prioridades para a empresa, considerando alternativas de ampliação ou reforma das instalações e aquisição de novos equipamentos, entre outras.

Trabalho central: consiste do desenvolvimento do tema central da monografia, apresentando o problema, a solução, experimento (se houver) e a avaliação da solução proposta. Pode ser organizado em mais de um capítulo e representa cerca de 60 % do texto total;

3.2 Barreiras no mercado de eficiência energética

Para melhor analisar as barreiras existentes no mercado de eficiência energética, estas foram separadas em barreiras culturais, operacionais e ambientais.

3.2.1 Barreiras culturais

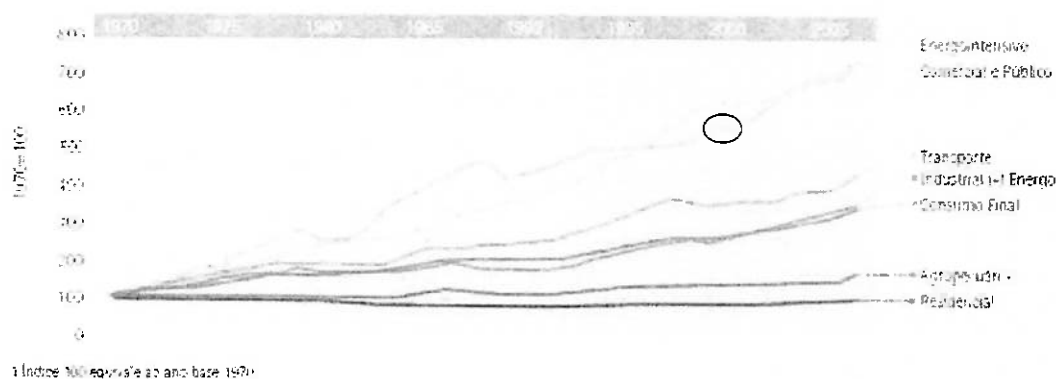
Somos uma sociedade consumista, vindos de uma inércia do modelo de planejamento energético que priorizava o lado da oferta, criando demanda para os excedentes e capacidade instalada em geração, transmissão e distribuição de energia.

Alguns fatos comumente utilizados como justificativa para a "cultura do desperdício", ou a falta de uma "cultura da economia" no Brasil são:

- O país é privilegiado em recursos energéticos.
- Há ausência de fatos relevantes e constantes na história, como guerras, e embargos econômicos.
- No Brasil a frequência de catástrofes naturais de grande expressão é pequena, como grandes terremotos, furacões, tsunamis, vulcões etc.

Uma prova de que no Brasil há oportunidades no mercado de eficiência energética para prédios comerciais, foi o racionamento de energia elétrica em 2001, quando ocorreu limitação da oferta e houve significativa redução no

consumo de energia no país. No Gráfico 14 é possível observar que houve redução do ritmo de crescimento do consumo de energia no setor comercial e público naquele ano, devido à redução compulsória de pelo menos 20% no consumo de energia elétrica imposta aos consumidores, que os fizeram traçar planos de redução e rever hábitos de consumo.



fonte: BEN 2008

Gráfico 14 - Consumo Final de Energia - Evolução Relativa dos Consumos Setoriais no Brasil de 1970 a 2007

O Gráfico 15 apresenta a redução média de consumo obtida por tipo de estabelecimento em 2001, durante o racionamento de energia elétrica no país. Pode-se dizer que os estabelecimentos que obtiveram as maiores reduções são aquelas com maior facilidade para adoção de eficiência energética. No caso são os Shopping Centers e prédios de escritórios.

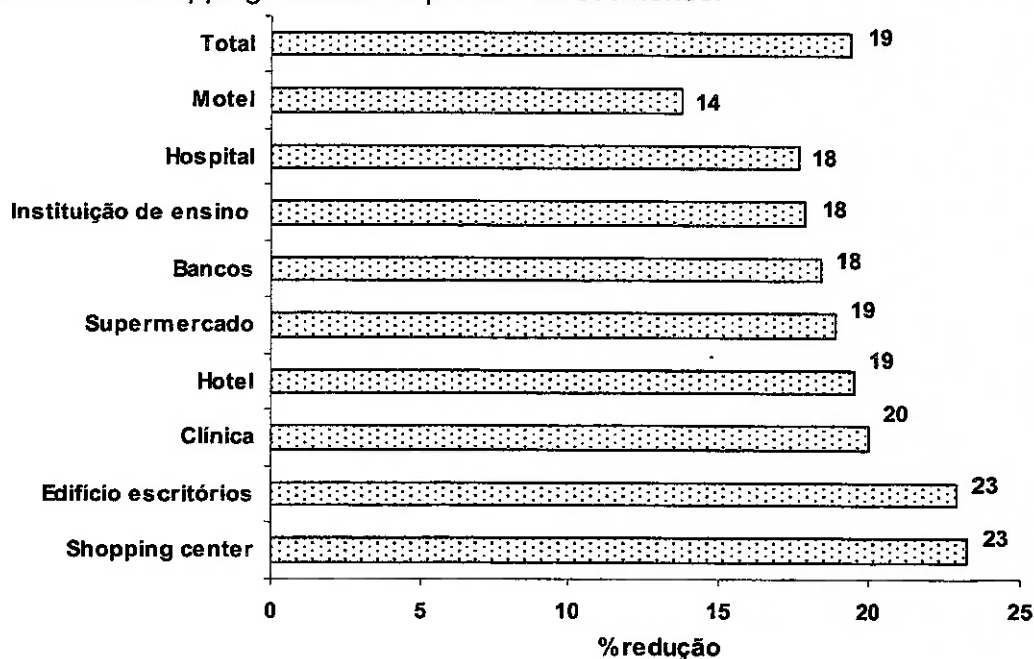


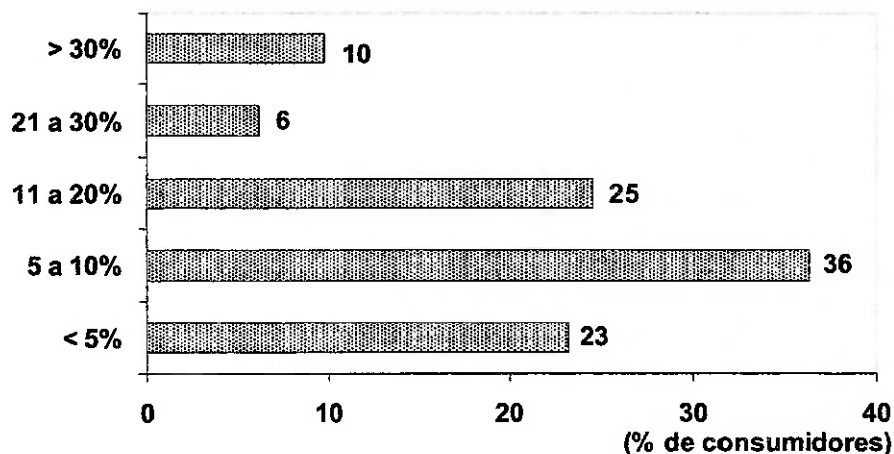
Gráfico 15 – Redução média de consumo obtida no racionamento

3.2.2 Barreiras Econômicas e Financeiras

Aspectos macro econômicos influenciam de forma significativa os investimentos em eficiência energética, seja de forma positiva em épocas de crescimento econômico, seja negativamente em épocas de crise. O motivo é que projetos em eficiência energética, em geral, são dependentes de crédito financeiro, que podem ser mais disputados e, portanto com maiores exigências de garantias, dificultando o seu acesso.

Além disso, a contabilidade de uma empresa, em um edifício comercial, tem entre seus maiores pesos os custos com mão de obra, sendo os custos com insumos energéticos secundários, fazendo com que investimentos em eficiência energética sejam pouco priorizados.

Entre os consumidores pesquisados por Correia [4], a média de gasto com energia elétrica é de aproximadamente 14% dos gastos totais. A maioria, 36%, dos consumidores se situam entre 5 e 10% dos gastos. Em cerca de 84% dos consumidores energia elétrica representa até 20% de seus gastos totais (Gráfico 16).



Fonte: Correia, 2007

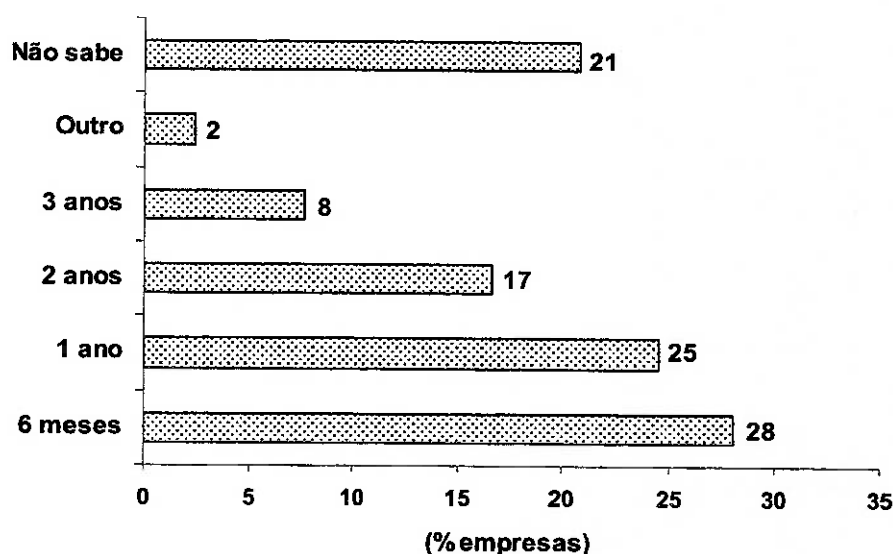
Gráfico 16 - Participação dos gastos com Energia Elétrica

O estudo de Correia [4] mostra uma informação importante quanto ao retorno de investimento no setor comercial com medidas de eficiência energética. Entre

as empresas que realizaram medidas de eficiência energética, a maioria (28%) apresentou tempo de retorno de investimento de até 6 meses e 25% apresentaram retorno de seus projetos em 1 ano, mostrando que há uma preferência por medidas que tenham retorno em até um ano.

A pesquisa mostrou que 17% das empresas realizaram projetos de eficiência energética com retorno em 2 anos e 8% em 3 anos, conforme pode ser observado no Gráfico 17.

Períodos maiores que 3 anos entraram na parcela de 2%, mostrando que medidas de longo prazo não são muito realizadas por grandes empresas do setor comercial.



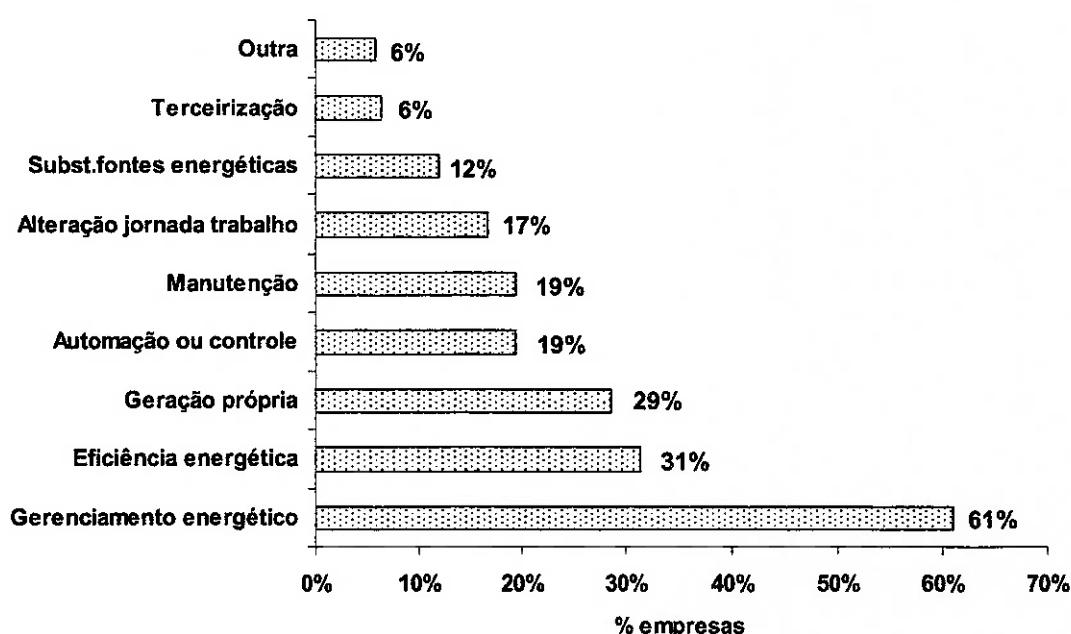
Fonte: Correia, 2007

Gráfico 17 – Percentual de empresas por tempo de retorno para projetos de eficiência energética

Quando se trata de empresas comerciais de pequeno e médio porte, as medidas de longo prazo devem ser menos atrativas ainda, pois há o fator da carga tributária pesada, da dificuldade de acesso a crédito e a dificuldade gerencial para avaliar projetos de eficiência energética, que não faz parte do “core business” dessas empresas.

3.2.3 Barreiras operacionais

A pesquisa de Correia [4], sobre as principais medidas adotadas durante o racionamento de energia em 2001 no setor comercial de alta tensão, mostra que entre as medidas adotadas (Gráfico 18), a maioria (61%) adotou o gerenciamento energético, que abrange o controle de demanda, controle de reativos, aspectos tarifários, entre outros. Ou seja, preferiram uma medida que não afeta o dia-a-dia dos usuários e sem a substituição de equipamentos pouco eficientes tecnologicamente.



Fonte: Correia, 2007

Gráfico 18 – Medidas adotadas pelas Empresas

No aspecto operacional, medidas de eficiência energética foram adotadas por cerca de um terço (31%) das empresas, praticamente metade das medidas de gerenciamento energético (61%). Tais medidas, como instalação de interruptores por setor, substituição de lâmpadas e equipamentos, vedação de portas e janelas de ambientes climatizados artificialmente etc., requerem maior planejamento e envolvimento de funcionários. Por exemplo, não adianta instalar interruptor por setores sem que os usuários saibam como e quando acioná-los. Não adianta vedar portas e janelas se elas são "esquecidas" abertas. Tanto na fase da instalação e implementação, como na manutenção

das medidas, exige-se maior envolvimento e treinamento dos usuários. Tais números podem ser interpretados como certa preferência pela adoção de medidas que não requerem o envolvimento dos usuários.

Outras medidas, que foram também adotadas em menor escala também exigem envolvimento de usuários. Por exemplo, 29% das empresas utilizaram a geração própria de energia, 19% utilizaram medidas de automação ou controle, 19% melhoraram o trabalho de manutenção dos sistemas elétricos, 17% alteraram jornadas de trabalho e 12% substituíram fontes energéticas.

Uma informação interessante na pesquisa, é que 6% das empresas terceirizaram os serviços de eficiência energética, por exemplo, contratando uma ESCO. Isto quer dizer que em grandes empreendimentos comerciais, a grande maioria delas prefere utilizar funcionários próprios para realizar as medidas de eficiência. Pode-se supor que para empresas de pequeno e médio portes haja também certa preferência por realizar medidas de eficiência sem a contratação de empresas especializadas, mas por outros motivos, como falta de capital ou por desinformação sobre a existência delas.

3.2.4 Barreiras ambientais

Notadamente, verifica-se a cada dia a importância ambiental nos assuntos de eficiência energética. Com a crescente elevação dos níveis de emissão de poluentes na atmosfera, aliado aos elevados custos de implantação de usinas, surge na pauta de diversos agentes do setor a questão de utilização racional de energia. O megawatt-hora poupado é o que menos impacto causa ao meio ambiente.

O adiamento na construção de usinas por conta do melhor uso da energia propicia uma postergação de investimentos no aumento do parque gerador, evitando, por exemplo, a emissão de poluentes na atmosfera no uso de termelétricas.

Aliado a isso, a recente liberação da Licença de Instalação para a Usina de Jirau, no Rio Madeira com as mais de 50 condicionantes, demonstra a

preocupação dos órgãos ambientais com relação ao tema. Hoje é praticamente impossível conseguir um empreendimento do porte de Itaipu, sem uma discussão mais ampla como está sendo a liberação das usinas do Rio Madeira e do Xingu.

Mas os problemas ambientais não se resumem a emissão de poluentes. “Há uma série de processos de degradação ambiental aos quais não está associada a emissão de poluentes, como é o caso da alteração da paisagem – por exemplo a construção de um complexo turístico na orla marítima ou a submersão das Sete Quedas pelo reservatório de Itaipu – ou dos danos causados à fauna pela supressão da vegetação ou pela modificação de habitats – como o aterro de um manguezal.” (Sanchez, Luis Henrique, 2006, p. 26).

Embora existam muitos argumentos ambientais a favor da eficiência energética, para um investidor ou proprietário de um edifício comercial, o motivo mais importante, é a imagem e o marketing sobre as vantagens ambientais para valorizar o imóvel ou negócio instalado no edifício. Como a eficiência energética não faz parte do negócio principal, questões de confiabilidade e segurança podem pesar mais do que questões ambientais relacionadas à eficiência energética.

Por exemplo, na pesquisas realizadas por Correia [4] em consumidores comerciais que recebem energia em alta tensão, foi constatado que a utilização de lâmpadas incandescentes, uma das mais ineficientes, pois apresentam a menor relação lumens/watt, é maior (10,7%) que o de vapor de sódio (9,0%) em ambientes externos (Tabela 7), podendo ser interpretado como baixa preocupação com a eficiência energética em relação a outros aspectos da empresa. A eficiência energética e os conseqüentes benefícios ambientais não estão entre as principais prioridades da empresa. De qualquer forma, estes números também mostram que há oportunidades para a eficiência energética.

Tabela 7 - Tecnologia de iluminação por tipo de área

Tipo de Lâmpada	Interna	Externa	Total
Incandescente	8,5	10,7	9,4
Fluorescente compacta	15,8	11,8	14,1
Dicrónica	1,4	0,8	1,2
Fluorescente tubular	72,5	27,7	54,0
Mista	0,1	13,4	5,6
Vapor mercúrio	0,2	14,0	5,9
Vapor sódio	0,1	9,0	3,8
Vapor metálico	0,8	9,5	4,4
Outra	0,5	3,1	1,6
Total	100,00	100,00	100,00

Fonte: Correia, 2007

A pesquisa mostra também que, com relação aos tipos de lâmpadas utilizadas Tabela 7 - Tecnologia de iluminação por tipo de área, as fluorescentes tubulares são as mais utilizadas no setor comercial. Praticamente três em cada quatro (72,5%) ambientes internos a utilizam. Até mesmo em ambientes externos ela tem participação maior (27,7%) do que outros tipos mais eficientes, como as lâmpadas de vapor de sódio (9,0%). As lâmpadas fluorescentes compactas aparecem em segundo lugar no total de tipos de lâmpadas, com 14,1%.

No caso da introdução de mecanismos de eficiência energética em edifícios comerciais existentes, todos os equipamentos e materiais que compõe a parte elétrica de um edifício comercial terão de ser substituídos. O problema é que em se tratando de "retrofit", há uma enorme chance dessa substituição ocorrer antes do término da vida útil, pois são substituídos equipamentos e materiais ineficientes por outros. Essa demanda não esperada gera uma questão ambiental, pois esses elementos podem se tornar resíduos indesejáveis.

Por exemplo, no caso de substituição lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas, a destinação das lâmpadas trocadas possui solução ambientalmente segura, mas não realizadas de forma consiente, pois em geral elas acabam indo para os aterros sanitários. Um exemplo pior ainda se refere ao descarte de lâmpadas fluorescentes, que contêm mercúrio em seu interior.

3.2.5 Barreiras de gestão

Uma vez implantadas medidas de "retrofit", é necessário que haja treinamento dos usuários para que as medidas tenham continuidade, isto é, que haja manutenção das medidas de EE.

Um exemplo comum é o "retrofit" em sistemas de iluminação com substituição de lâmpadas fluorescentes de 40 W por de 32 W. Conforme as novas lâmpadas, mais econômicas chegam ao final da vida útil, é necessário que as novas lâmpadas tenham a mesma especificação do projeto realizado, ou seja, 32W. Caso os funcionários responsáveis pela aquisição não sejam treinados, novas lâmpadas de 40 W podem ser adquiridas, inutilizando o "retrofit" devido ao aumento do consumo de energia.

Experiências mal sucedidas acabam desmotivando os donos de empreendimentos a aceitarem novas propostas. Existem casos piores onde, por falta de ferramentas adequadas de monitoramento do consumo de energia após o "retrofit", o consumo volte a subir sem que o empresário consiga identificar o motivo, ou atribua a fatos errôneos.

3.2.6 Barreiras regulatórias

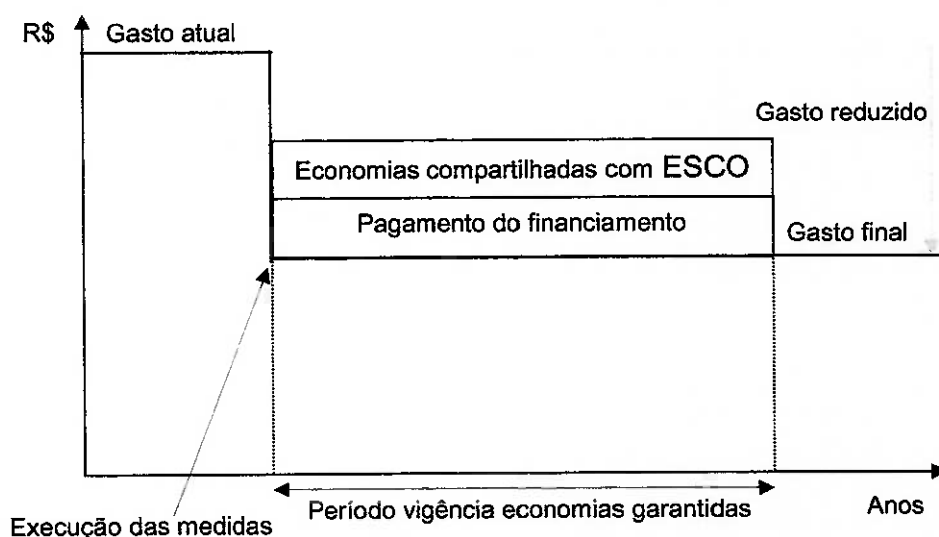
No Brasil, as medidas existentes na eficiência energética são regulatórias e punitivas mas os equipamentos utilizados são inseridos de forma voluntária. Um exemplo é o selo PROCEL, Programa de Eficiência Energética das Geradoras de Energia, que apresenta ao consumidor informações a respeito da eficiência energética de equipamentos, deixando a seu cargo decidir-se se compra um ou outro equipamento. Nota-se que a Lei 991 não contempla edifícios comerciais.

Uma expectativa é que futuramente os leilões de eficiência energética, que serão aqui explicados com maiores detalhes, impulsionem o mercado.

3.3 As atividades das ESCO (*Energy Service Companies*)

As ESCO, também conhecidas como Empresas de Serviços de Conservação de Energia ou Energy Service Company, são empresas que são remuneradas pelas economias provenientes de serviços de eficiência energética (Gráfico 19). A ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia estima que no Brasil haja um potencial de mercado para as ESCOs, de pelo menos 5% do faturamento do setor de energia.

Conforme visto no Gráfico 13, a maioria das empresas do setor comercial estima que o potencial seja maior que 5%, indicando oportunidades no setor de eficiência energética.



Fonte: ABESCO

Gráfico 19 - Esquema de remuneração de uma ESCO

3.4 PROESCO

O PROESCO é um programa criado pelo BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social, MME – Ministério das Minas e Energia, com auxílio técnico da ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia, cujo objetivo é apoiar projetos de eficiência energética.

Os beneficiários podem ser as ESCOs e usuários finais de energia, incluindo os prédios comerciais e empresas de geração, transmissão e distribuição de energia².

Os focos de ação são intervenções que comprovadamente contribuam para a economia de energia, dentre os quais:

- Iluminação;
- Motores;
- Otimização de Processos;
- Ar Comprimido;
- Bombeamento;
- Ar Condicionado e Ventilação;
- Refrigeração e Resfriamento;
- Produção e Distribuição de Vapor;
- Aquecimento;
- Automação e Controle;
- Distribuição de Energia;
- Gerenciamento Energético.

Os itens financiáveis abrangem:

- Estudos e Projetos;
- Obras e Instalações;
- Máquinas e Equipamentos;
- Serviços Técnicos Especializados;
- Sistemas de Informação, Monitoramento, Controle e Fiscalização.

Os itens não financiáveis incluem:

- Aquisição ou arrendamento de bens imóveis e benfeitorias;
- Aquisição de máquinas e equipamentos usados.

Segundo a ABESCO:

“O PROESCO veio resolver o principal entrave para o desenvolvimento do mercado de eficiência energética, que movimenta no país cerca de R\$ 200 milhões por ano e abre alternativas para o mercado como um todo, gerando novas oportunidades de negócios para concessionárias, fabricantes de equipamentos eficientes, empresas usuárias de energia e,

² Maiores informações disponíveis em <www.bndes.gov.br/ambiente/proesco.asp>.

principalmente, para as ESCOS. O foco do Proesco está nas áreas que contribuem para a economia de energia: iluminação, motores, otimização de processos, ar comprimido, bombeamento, ar-condicionado e ventilação, refrigeração e resfriamento, produção e distribuição de vapor, aquecimento, automação e controle, distribuição de energia e gerenciamento energético.”

3.5 Leilões de conservação de energia

No Brasil, os leilões de conservação de energia estão em fase de estudo pela EPE – Empresa de Pesquisas Energéticas, para definição de tamanho dos projetos, prazo dos contratos, mecanismos de medição e verificação e repasses para tarifa.

Eles funcionam da seguinte forma:

- 1) São definidos critérios e regras para funcionamento dos leilões.
- 2) São estabelecidas metas e prazos de conservação de energia, por exemplo, de 20% de economia em prédios comerciais a ser atingido até certa data.
- 3) São comercializados certificados de economia. As empresas que conseguem ultrapassar a meta de conservação podem vender créditos para aquelas com dificuldades em atingir a meta, para não serem penalizadas.

Os leilões de conservação de energia podem se configurar em um importante estímulo para quebrar as barreiras vistas anteriormente.

3.6 MDL para projetos de “retrofit” de prédios comerciais

Projetos de comercialização de créditos de carbono para “retrofit” de prédios comerciais são viáveis, constituindo em um incentivo a mais para a concretização de projetos, no escopo do MDL – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.

A metodologia aplicável para o caso de “retrofit” de edifícios comerciais é a “AMS-II.E – Eficiência energética e medidas de substituição de combustível para prédios” [2], que abrange qualquer tipo de medida de eficiência energética e de substituição de combustível para um edifício ou grupo de edifícios

similares, comercial, institucional ou residencial. Medidas típicas por ela abrangidas são a troca de equipamentos tecnologicamente pouco eficientes por outros mais eficientes, melhoria de isolamento em ambientes climatizados artificialmente, e troca de combustíveis, por exemplo, de diesel para gás natural. A economia geral do projeto não pode exceder o equivalente a 60 GWh por ano.

Para a utilização desta metodologia, é necessário definir alguns itens descritos a seguir.

3.6.1 Linha de base

A linha de base, no caso de medidas de “retrofit”, é a energia consumida por um equipamento existente que será substituído por outro mais eficiente.

3.6.2 Fugas

A fuga existe se a tecnologia mais eficiente a ser adotada vem de outra atividade ou se o equipamento substituído for utilizado em outra atividade.

3.6.3 Monitoração

No caso de medidas de “retrofit”, a monitoração consiste de:

- (a) Documentação das especificações do equipamento substituído.
- (b) Cálculo da energia economizada devido às medidas instaladas.

3.6.4 Exemplo de caso de MDL de “retrofit” em edifício comercial

Um exemplo é o projeto “Pão de Açúcar – Gerenciamento de Eletricidade pelo Lado da Demanda – DCP 1” [7], que envolve 12 supermercados do mesmo grupo em cidades diferentes do país, com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica por meio de medidas de eficiência energética. O projeto iniciou a operação em 01 de janeiro de 2001.

A quantidade estimada de reduções de emissão de GEE do projeto é de 25.799 toneladas de CO₂ equivalentes (tCO_{2e}), durante o período de crédito de 10 anos fixo, resultando em reduções anuais médias estimadas de 2.580 tCO_{2e}.

O projeto faz parte de um grupo de oito atividades de projeto de MDL de pequena escala. Cada componente do grupo é uma atividade de projeto de MDL de pequena escala que inclui um número definido de supermercados do grupo, nas quais são realizadas medidas independentes da eficiência.

A justificativa do projeto é que com a sua implementação, as lojas conseguirão reduzir o despacho de eletricidade gerada parcialmente por centrais termelétricas que fornecem eletricidade às redes S-SE-CO e NNE.

Segundo consta no Relatório de Validação do Projeto [7], o projeto é uma atividade de projeto de “Eficiência energética e medidas de substituição de combustível para prédios”, deslocando eletricidade da rede, que é gerada parcialmente por centrais termelétricas movidas a combustível fóssil, através de melhorias na eficiência energética, o que reduz o consumo de energia.

O projeto aumentou a eficiência energética das lojas com um grupo de ações e tecnologias diversas em cada loja, incluindo:

- Identificação das principais oportunidades para redução do consumo de eletricidade;
- Contratação de serviços especializados para desenvolver um sistema de gerenciamento a fim de monitorar e controlar o consumo de eletricidade;
- Revisão dos procedimentos operacionais visando criar um padrão mais eficiente de operação das lojas, com o estabelecimento de metas de consumo diário de eletricidade, concentrando-se especialmente nas demandas das horas de pico;
- Identificação dos benchmarks das demandas de energia a partir da comparação entre diversas lojas do grupo, levando em consideração as especificidades de cada uma das marcas que possuem diferentes padrões de consumo;
- As melhores práticas na operação e manutenção dos sistemas de refrigeração e de ar-condicionado. Esse tipo de equipamento representa o principal consumo de eletricidade das lojas. Portanto, foram

implementados procedimentos de manutenção e operação muito rigorosos e foram realizados investimentos para melhorar o desempenho das instalações de forma a reduzir a demanda de eletricidade;

- Substituição de lâmpadas incandescentes por dispositivos mais eficientes e alterações nos procedimentos operacionais, operando em níveis de iluminação mais eficientes e adequados de acordo com cada área.

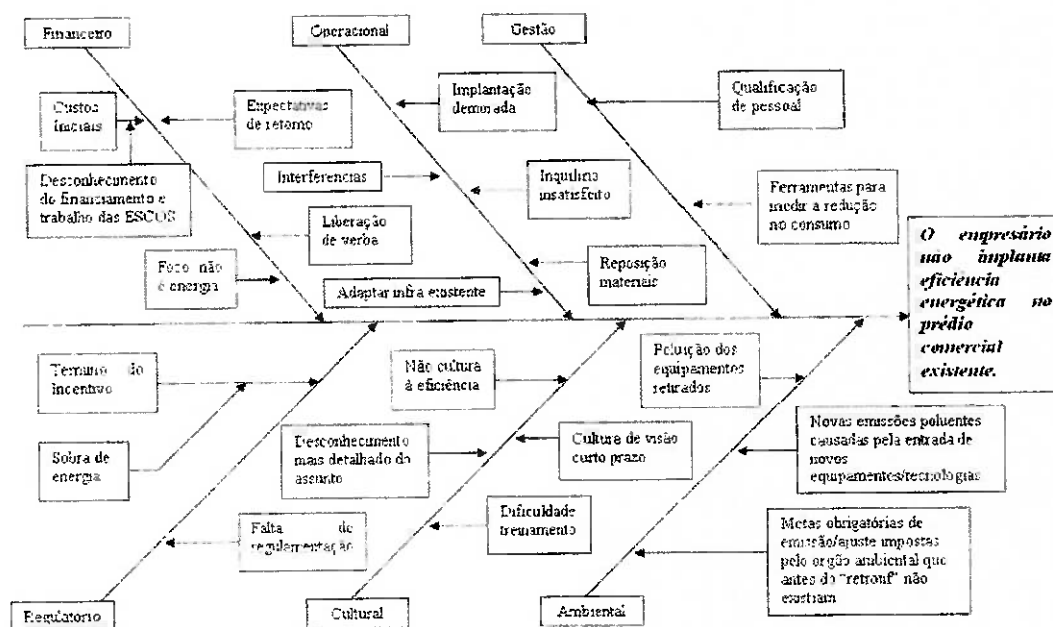
A justificativa de adicionalidade do projeto de MDL considerou:

- Barreiras financeiras: Ao comparar diferentes possibilidades de investimento, é considerado provável que uma empresa como a CBD, proprietária dos supermercados, prefira investir essencialmente em seu negócio principal e não, por exemplo, em medidas de melhoria da eficiência energética.
- Barreiras tecnológicas: A continuação da situação antes da implementação do projeto representava uma alternativa menos avançada tecnologicamente, que envolvia riscos menores de desempenho, mas também teria resultado em emissões mais altas.
- Barreira devida à prática vigente: A prática vigente, as exigências regulatórias existentes e as políticas existentes não levariam à implementação da atividade de projeto.
- Outras barreiras: Informações limitadas sobre os benefícios e o conteúdo de um programa de eficiência energética também se constituem em uma barreira para a implementação do projeto. O uso de energia é uma característica "secundária" e "invisível" das atividades da CBD e assim são necessárias informações complementares para atrair a atenção dos tomadores de decisão da empresa.

4 Considerações finais

Apesar de existirem vantagens para a realização de “retrofit” em prédios comerciais existentes, como a economia de energia para o consumidor, a postergação de investimentos no setor energético em geração, transmissão e distribuição, por exemplo, existe certa resistência para a adoção de forma mais ampla no setor comercial.

A Figura 1 sintetiza as barreiras que existem no mercado de eficiência energética no setor comercial, resultando na não implantação, por parte do empresariado, de medidas de “retrofit”.



Fonte: Elaboração dos autores

Figura 1 - Diagrama de causa e efeito de dificuldades para “retrofit” em prédios comerciais existentes

O conhecimento do mercado de eficiência energética pode ajudar a ultrapassar as barreiras existentes. A seguir expomos algumas conclusões tiradas a partir do levantamento de informações feito neste trabalho e apresentadas nos capítulos anteriores.

- Propostas de “retrofit” devem ser feitas de forma clara, podendo seguir o modelo de plano de negócios apresentado neste trabalho. Afinal, no

setor comercial, o “retrofit”, se apresentado como um negócio, e não como um projeto técnico, ao empresário ou investidor, a aceitação pode ser mais fácil.

- O retorno de investimentos e o fluxo de caixa do projeto devem ser claros, em uma linguagem que um empresário entenda. Por isso é essencial que o proponente domine a teoria e aplicação de cálculos financeiros, como a determinação da TIR. Para o empresário preocupado com o fluxo de caixa de seu negócio, é importante mostrar-lhe o fluxo de caixa e a rentabilidade dos investimentos que forem feitos, para que ele possa ter uma noção de ganhos e se conseguirá honrar os compromissos financeiros que assumir.
- Entre as medidas de eficiência energética, pelo menos entre consumidores que recebem energia em alta tensão, a pesquisa de Correia [4] mostrou que na época do racionamento de energia compulsório, o gerenciamento de energia foi a medida preferida, tendo como possível explicação o fato de não alterar a rotina de trabalho da empresa e não exigir envolvimento dos usuários do edifício. Outro motivo pode ser o fato do gerenciamento de energia permitir o controle das instalações elétricas. Dar ênfase no projeto às medidas de gerenciamento de energia pode facilitar a apresentação de um projeto de “retrofit”. As demais medidas de “retrofit” podem ser apresentadas como complementares.
- As respostas obtidas no Gráfico 15 sugerem que medidas com retorno de investimento de até 6 meses são as preferidas no setor comercial. Já aquelas com retorno superior a 3 anos são “impensáveis”. Medidas com tempo de retorno de investimento de curto prazo são aquelas que apresentam baixo custo e alta economia de energia. O melhor exemplo de medida que se pode dar é o desligamento de cargas desnecessárias, pois o investimento é insignificante e o resultado é imediato.
- O gerenciamento de energia também pode apresentar rápido retorno de investimentos, principalmente em consumidores que ultrapassam a demanda contratada com frequência e/ou pagam multas por excesso de

reativos, ou se enquadram em categorias tarifárias não adequadas para seu perfil.

- Quando há medidas com tempo de retorno de investimento de longo prazo, estas devem ser contempladas no planejamento de implementação para serem pagas com as medidas de curto tempo de retorno, para que a economia global seja maximizada.
- No setor comercial as medidas de “retrofit” devem abordar, sempre que possível, vantagens para o negócio da empresa, como aumento da lucratividade, renovação de equipamentos e forma de utilização das medidas adotadas como marketing da empresa. Tal abordagem deve ser apresentada no plano de negócios.
- Para grandes consumidores de energia do setor comercial, o MDL já é uma realidade e pode ser proposto como forma de ultrapassar algumas barreiras citadas. Por exemplo, o fato da eficiência energética não fazer parte do “core business” no setor de comércio pode ser utilizado como argumento de adicionalidade, justificando que sem o MDL o projeto não seria realizado, pois o empresário investiria em outras atividades mais rentáveis.
- A metodologia aprovada da UNFCCC aplicável para projetos de MDL para “retrofit” de edifícios comerciais serve para medidas com economia de até 160 GWh por ano. Tal valor equivale a uma demanda média de cerca de 37 mil kW. Supondo que tal representa 14% de economia, conforme foi obtido na pesquisa mostrada no Gráfico 15, isto significa que o MDL pode ser aplicado tranquilamente em consumidores que tenham até 1.142 GWh ano, equivalente a uma demanda média de 132 mil kW, que é um valor muito alto, mostrando que a maioria dos consumidores comerciais se enquadra no requisito da economia máxima anual.
- Como em projetos de MDL é requisito que sem a venda dos créditos de carbono as medidas não seriam implantadas, todas as barreiras à adoção da eficiência energética nos prédios comerciais apresentadas neste trabalho podem de uma forma ou de outra, serem utilizadas como

justificativa de adicionalidade. Ou seja, o que é uma dificuldade pode se transformar em vantagem.

5 Conclusões

A implantação da eficiência energética em edifícios existentes, não pelo papel do governo ou da economia na geração de energia elétrica no Brasil, mas pelo lado da oportunidade de negócio para o empresário ou proprietário de edifício comercial requer bastante conhecimento do mercado de eficiência energética específicos para o setor. Requer conhecimento técnico e financeiro sobre eficiência energética e também quais são as características de consumo de energia no setor comercial.

Com relação ao conhecimento sobre eficiência energética, é necessário conhecer onde estão as principais oportunidades de eficiência energética nos edifícios comerciais, quais fatores os influenciam, quais medidas podem ser adotadas, como calcular e apresentar benefícios do “retrofit” ao cliente e qual o retorno esperado dos investimentos.

O conhecimento técnico do mercado de eficiência energética, aliado ao conhecimento sobre as características de consumo, específicos para o setor comercial, ajudam a identificar quais são as barreiras para adoção das medidas de “retrofit” e quais possíveis soluções.

Neste trabalho verificou-se que o setor comercial prefere projetos com tempo de retorno de investimento de até 3 anos, sendo o gerenciamento de energia uma das medidas preferidas.

Verificou-se também que é possível e viável a comercialização de créditos de carbono em projetos de “retrofit” de prédios comerciais existentes. A falta de atratividade financeira para o empresário, que não tem a eficiência energética como negócio principal, é uma vantagem, pois se pode utilizar a justificativa de que sem o MDL projetos de “retrofit” não seriam realizados.

Outra barreira que é uma vantagem para o MDL, é a falta de regulamentação específica do setor para utilização da energia de forma eficiente. Caso houvesse obrigações, o MDL não poderia ser adotado.

Em resumo, pode-se dizer que quanto maior as dificuldades e barreiras existentes, maior conhecimento especializado é necessário para encontrar soluções. A elaboração de um projeto de MDL é um exemplo. Não basta saber

que uma lâmpada fluorescente compacta é mais eficiente que uma incandescente.

E necessário ter uma base de conhecimento mais abrangente que possibilite ao profissional que trabalha com projetos de “retrofit” saber como viabilizar comercialmente a utilização do conhecimento técnico.

6 Bibliografia

- [1] ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. Disponível em <<http://www.abesco.com.br>>. Acesso em: 12/12/2008.
- [2] ALEMANHA. UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. **AMS-II.E.: Energy efficiency and fuel switching measures for buildings --- Version 10**, 2007. 6p. Disponível em <<http://cdm.unfccc.int/methodologies>>. Acesso em: 12/02/2009.
- [3] BRASIL. MME – Ministério de Minas e Energia – Grupo Técnico de Edificações – GT Edificações. Eletrobrás/PROCEL. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE – UFSC. **Regulamentação para Etiquetagem Voluntária do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. 2008.
- [4] CORREIA, P. **Pesquisa na Classe Comercial – AT**. In: Workshop Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil. PROCEL. 2007. Disponível em <<http://www.eletrobras.com/pci>>. Acesso em: 12/02/2009.
- [5] Ghisi, E. **Desenvolvimento de uma metodologia para “retrofit” em sistemas de iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina**. 1997. 305 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- [6] LAMBERTS, R.; WESTPHAL, F.S. **Estudo de viabilidade econômica de uma proposta de “retrofit” em um edifício comercial**. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Civil. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. 1999.
- [7] Lehmann, M., Antunes, F., **Projeto “Pão de Açúcar – Gerenciamento de eletricidade pelo lado da demanda – DCP1 no Brasil**. São Paulo: Det Norske Veritas Certification Ltd.. 2006. 59 p. Relatório de Validação de projeto de MDL. Relatório no.: 2006-1177, rev. 02.
- [8] MASCARÓ, J. L. **Consumo de Energia e Construção de Edifícios**. São Paulo, SECOVI, 1981.
- [9] PROCEL INFO – Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. **Análise Financeira em Projetos de Eficiência Energética**. Disponível em <<http://www.eletrobras.com/pci/quiafinanceiro/Index.asp>>. Acesso em: 12 fev. 2009.
- [10] SILVA, S.A.V. **Caracterização de Carga (Consumidores Horosazonais e Subestações)**. Recife: Escola Politécnica de Pernambuco. 2005. (Trabalho final da disciplina de estágio curricular supervisionado).

- [11] INEE - Instituto Nacional de Eficiência Energética. Disponível em www.inee.org.br. Acesso em 14 jan. 2008.
- [12] MME - Ministério de Minas e Energia. Disponível em www.mme.gov.br. Acesso em 14 jan. 2008.
- [13] Anais 2004 – **A Universalização do Acesso à Energia** – X Congresso Brasileira de Energia
- [14] ALVEZ, A.L.M. **Uso racional e eficiente de energia elétrica: metodologia para determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares**. Mestrado em 22 abr. 1998.
- [15] Eletrobrás / Procel Educação. **Conservação de Energia – Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações** – 3ª Edição – Universidade de Itajubá
- [16] Eletrobrás / Procel Educação. **Eficiência Energética – Teoria & Prática** – 1ª Edição – Universidade de Itajubá
- [17] GRIMONI, J. A. B.; GALVÃO, L. C. R.; UDAETA, M. E. M. **Iniciação a Conceitos de Sistemas Energéticos para o Desenvolvimento Limpo**
- [18] Procel. **Manual de Prédios Eficientes em Energia Elétrica** – Guia Técnico
- [19] ANEEL / ANP. **Eficiência Energética Integrando usos e reduzindo desperdícios** — Brasília, 1999
- [20] CPFL. Disponível em <http://www.cpfl.com.br/canaldaenergia/eehistoria.aspx>. Acesso em 22 set. 2008
- [21] Opinião e Notícia. Disponível em <http://opiniaoenoticia.com.br/interna.php?id=16237>. Acesso em 22 set. 2008
- [22] Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE) – site: www.inee.org.br - 14/01/08
- [23] Ministério de Minas e Energia (MME) – site: www.mme.gov.br – 14/01/08 e 18/01/08
- [24] **A Universalização do Acesso à Energia** – X Congresso Brasileira de Energia – Anais 2004
- [25] **Conservação de Energia – Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações** – 3ª Edição – Eletrobrás / Procel Educação – Universidade de Itajubá

- [26] Iniciação a Conceitos de Sistemas Energéticos para o Desenvolvimento Limpo – Grimoni, José A. B.; Galvão, Luiz Cláudio R.; Udaeta, Miguel E. M.
- [27] Manual de Prédios Eficientes em Energia Elétrica – Guia Técnico – Procel
- [28] <http://www.cpfl.com.br/canaldaenergia/eehistoria.aspx> - consulta 22/09/08
- [29] <http://opinioenoticia.com.br/interna.php?id=16237> – consulta 22/09/08