


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA - FEM

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REVISÃO FINAL  
DA TESE DEFENDIDA POR Sérgio Salazar  
E APROVADA PELA  
COMISSÃO JULGADORA EM 24 01 92

  
ORIENTADOR

# AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA PARA O SETOR INDUSTRIAL

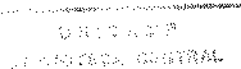
Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica

Autor: Sérgio Salazar

Orientador: Prof. Dr. José Tomaz Vieira Pereira

Publicação FEM 003/92

- janeiro de 1992 -




Tese de Mestrado


Título: AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO  
DE ENERGIA PARA O SETOR INDUSTRIAL

Autor: Sérgio Salazar

Orientador: Prof. Dr. José Tomaz Vieira Pereira

Aprovado por

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Tomaz Vieira Pereira, Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Augusto Horta Nogueira

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Sílvia Azucena Nebra de Peres

Campinas, 24 de janeiro de 1992

## RESUMO

A partir da constatação de que as ações de conservação de energia empreendidas pelo setor elétrico brasileiro merecem uma reavaliação necessária ao seu aperfeiçoamento, são descritos os principais programas executados pelas concessionárias de energia elétrica, dirigidos ao setor industrial. São enfatizados os programas patrocinados ou influenciados pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL.

Analisa-se mais especificamente o programa considerado de maior abrangência e profundidade, Estudos de Otimização Energética, desde a etapa de seleção da empresa até a aplicação e acompanhamento das recomendações constantes do estudo. São apresentados 2 casos de empresas que tiveram suas instalações analisadas por intermédio da Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL.

São levantados e discutidos aspectos de ordem política, administrativa, técnica e principalmente estratégica, no sentido de contribuir à reavaliação dos próprios programas, do papel das instituições envolvidas na sua definição e execução, de critérios de avaliação de resultados, etc.

Também são evidenciadas as conexões entre conservação de energia, preservação ambiental e o grau de consciência do ser humano em relação ao ambiente em que vive.

## ABSTRACT

This thesis describes the main programs on energy conservation which were developed and has been implemented by the Brazilian power companies aiming at the industrial sector. The programs emphasized are those sponsored by or under the influence of the National Program for Electric Power Conservation - PROCEL.

The most important and encompassing program, Studies for the Optimization of Energy Use, is described and analyzed in detail, starting from the selection of an enterprise to be assessed up to the follow-up of the study recommendations. The cases of two companies analyzed by Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL are presented.

The political, administrative, technical and chiefly the strategic aspects are discussed to assist in the assessment of the programs themselves, the role of the institutions involved in the definition and execution of such programs, the criteria for the assessment of results, etc.

It is also evidenced the connection between energy conservation and environment protection, as well as the degree of consciousness of the human being related to the environment where one lives.

Dedico aos meus pais,

o Universo de onde vim.

Dedico aos meus filhos,

o Universo para onde vou.

Dedico ao Universo,

espaço e tempo sem fim,

matéria e energia presente,

a “quem” permanente-

mente pergunto: quem sou?

"Temos a responsabilidade de trabalhar, de exercer nossos talentos e capacidades, de contribuir para a vida com a nossa energia. Nossa natureza é criativa e, ao expressá-la, geramos constantemente mais entusiasmo e criatividade, estimulando um processo contínuo de contentamento no mundo à nossa volta. Trabalhar de bom grado, com toda a nossa energia e entusiasmo, é o modo que temos de contribuir para a vida. Trabalhar desta forma significa trabalhar com habilidade."

Tarhang Tulku [TULKU, 1978]

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	01
1. INTRODUÇÃO .....	03
2. CONSERVAÇÃO DE ENERGIA: EM BUSCA DA RACIONALIDADE .....	05
3. CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NO SETOR INDUSTRIAL .....	07
3.1 Auto-Avaliação dos Pontos de Desperdício de Energia Elétrica na Indústria.....	08
3.2 Diagnóstico Energético .....	09
3.3 Estudos de Otimização Energética.....	11
3.4 Compra de Energia Elétrica de Autoprodutores.....	12
3.5 Atendimento aos Maiores Consumidores do Estado de São Paulo .....	13
3.6 Comercialização de Energia Elétrica com Tarifas Horo-Sazonais .....	13
3.7 Seminários de Conservação de Energia na Indústria e no Comércio.....	14
3.8 Semana da Conservação de Energia na Indústria .....	14
3.9 Maxiwatt .....	15
3.10 Administração de Energia por Subestações .....	16
3.11 Programas de Capacitação de Pessoal .....	16
3.12 Outros.....	17
4. ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA.....	18
4.1 Estudos de Otimização Energética Individuais .....	18
4.2 Estudos de Otimização Energética Setoriais .....	23
4.3 Outros Estudos .....	24
4.4 Entidades de Prestação de Serviços .....	25
4.5 Estudos de Caso.....	25
Júpiter Produtos Alimentícios Ltda.....	26
Pinhalense S/A Máquinas Agrícolas .....	28
Estudo de Otimização Energética Setorial Têxtil .....	31
4.6 Comentários .....	34

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	36
5.1 Motivação e Conscientização .....	37
5.2 Conhecimento do Cliente .....	38
5.3 Gestão de Energia .....	39
5.4 Setor Elétrico e Visão Energética .....	40
5.5 Redefinição dos Papéis das Instituições .....	41
5.6 Financiamento de Programas de Conservação de Energia .....	43
5.7 Superar o Corporativismo .....	44
5.8 Revisão dos Programas de Conservação de Energia .....	44
5.9 Requisitos Mínimos para um Programa .....	45
5.10 Racionalização ou Racionamento de Energia? .....	46
5.11 Informatização ou Sensibilização? .....	47
5.12 Interação com Fabricantes de Equipamentos .....	47
5.13 Relação da Conservação de Energia com Outros Programas .....	48
5.14 Utilização da 2ª Lei da Termodinâmica ou Conceito de Exergia.....	49
5.15 Integração de Processos .....	50
5.16 Capacitação de Pessoal .....	51
5.17 Avaliação dos Resultados Globais .....	51
5.18 Resumo Esquemático .....	52
6. DA RACIONALIDADE À CONSCIÊNCIA ENERGÉTICA TOTAL .....	53
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55



## AGRADECIMENTOS

Este talvez seja o capítulo mais difícil deste trabalho. Na impossibilidade de agradecer a todos aqueles que das mais diferentes formas contribuíram para a sua concretização, a solução trivial seria não agradecer especialmente a ninguém, ou render ao Universo de que somos parte os agradecimentos por nos fornecer a inspiração sem a qual seria impossível qualquer atividade do ser humano.

A solução trivial, entretanto, se é uma maneira de resolver o problema, não faz justiça àqueles que se envolveram mais diretamente com o mesmo, incluindo-se aqui o fato de que não me sentiria bem em deixar de salientar as contribuições que recebi nestes dez anos.

Como é de praxe cabe o agradecimento ao orientador. O que não é praxe é contar com três orientadores, pois dois outros temas de tese foram abandonados no caminho em virtude de mudanças ocorridas nas minhas atividades como engenheiro da Companhia Paulista de Força e Luz.

Em primeiro lugar devo registrar o nome do orientador do primeiro e segundo temas de tese, Isaias de Carvalho Macedo. Seria muito pouco agradecê-lo pela objetiva orientação acadêmica, paciência e compreensão por aturar-me por quase dez anos de uma atividade constante... de adiamento do trabalho. Isaias foi um dos professores que influenciou a escolha da minha carreira profissional. Esteve presente, como profissional e como amigo, nos momentos decisivos em que tive que fazer opções ao longo dessa mesma carreira. Incentivou-me a concluir o trabalho, após ter aberto mão do papel de orientador formal do mesmo, deixando portanto de receber os méritos por mais uma entre tantas teses orientadas. Quero, portanto, salientar aqui o meu profundo reconhecimento por todo o apoio que me dedicou.

Em segundo lugar contei para o segundo e inconcluso tema de tese com a participação informal do também professor e amigo Regis Lima Verde, o qual, embora por pouco tempo, foi um estimulador entusiasmado de meu trabalho.

Coube ao Tomaz a tarefa de conduzir-me finalmente à conclusão do trabalho, o que fez com a compreensão que somente um grande amigo possui, pois também este período não foi livre de desafios.

Aos amigos que não me deixaram desanimar ao longo da jornada: Paulo Ignácio, Llagostera, Bannwart, Elsa.

Aos colegas e amigos do Departamento Comercial da CPFL, que muito contribuíram com suas críticas, sugestões e com a experiência de quem ajudou a desbravar os caminhos da implantação da conservação de energia, em especial Renato, Sebusiani, Francisco, George e Pires. Nas pessoas destes agradeço também à CPFL, que tornou possível a elaboração do trabalho, demonstrando que a conjugação de esforços entre a universidade e a empresa na consecução de um objetivo comum é saudável e proveitosa para ambas as partes.

Aos demais colegas do Departamento de Energia da UNICAMP, em especial Sílvia e Gallo, pelo estímulo e colaboração que me dispensaram.

Aos colegas de outras empresas, também pioneiros nesse campo, que gentilmente me receberam para dar informações

decisivas para a realização do trabalho: Horta, da EFEI, Terada, do IPT, Norberto, da CESP, Garcez, da Agência para Aplicação de Energia, Nelson Simões e Cláudio Latorre, da CEMIG, e Lima, da FDTE, com quem muito aprendi na execução prática dos Estudos de Otimização Energética realizados pela CPFL em convênio com a FDTE.

Ao Ganzarolli e à Kikyô, que me acolheram com muito carinho em sua casa nos últimos meses de realização do trabalho.

Às três “bruxas” e ao “bruxo” (“bruxos bons”) a quem nestes últimos anos confiei a minha saúde física e mental, condição indispensável para a realização deste ou de qualquer outro trabalho, e com quem muito tenho aprendido sobre a importância de buscar, pela consciência, o equilíbrio do nosso ser: Graciela, Beth, Tereza e Léo.

À Iara, que durante todo o tempo, mesmo após termos buscado caminhos distintos em nossas vidas, me apoiou com sua tolerância, compreensão e afeto.

À Ana, pelo apoio na organização das referências bibliográficas. À Solange, pelo esmero na edição final do texto.

À Susana, pela dedicação, paciência e amor em todos os sentidos.

A todos os demais amigos, cuja relação seria impossível apresentar aqui, que são um imenso presente que a vida me deu, pois nada é mais importante e realizador do que construir e vivenciar relações de verdadeira amizade.

Finalmente, sinto-me no dever de fazer uma observação fundamental relativa à forma como desenvolvi o trabalho.

Fui alertado, por alguns dos leitores das primeiras versões do texto, sobre o tom apaixonado que freqüentemente aparece na minha redação, e de quanto isto seria inadequado em uma dissertação acadêmica.

Refleti muito a respeito e o impulso inicial foi o de “aparar” estas arestas, conferindo a neutralidade acadêmica que deve pautar um trabalho científico. Porém, seguindo a orientação dos meus sentimentos, concluí que extrair este suposto viés apaixonado seria extirpar exatamente um eixo vital do trabalho, apoiado na motivação que encontrei para fazê-lo e a na crença que a integração entre a razão e a emoção é a verdadeira força motriz das transformações positivas e duradouras que nos ajudam a superar os impasses impostos pela atual sociedade em que vivemos.

De início, a pretensa neutralidade científica já é um falso pressuposto, até pela simples análise racional, porque a razão jamais pode ignorar as motivações dos sentimentos. Mais do que isso, a história da ciência está repleta de exemplos de que muitas das grandes descobertas devem-se antes de tudo a “insights” do que a uma dedução racional por parte de seus protagonistas. Mais ainda, “um planeta cuja capacidade científica de sua sociedade é maior do que sua capacidade de amar está condenado à autodestruição” [BARRIOS, 1990]. Em nome desta neutralidade a ciência tem-se submetido aos interesses dos poderosos, voltando grande parte de seu potencial às armas de guerra e a um desenvolvimento discutível.

Sei dos riscos que corro ao desafiar regras arraigadas no meio acadêmico, mas a construção de uma nova sociedade pressupõe desafios. Penso ainda que a voz oriunda dos mandamentos do meu coração poderá ressoar positivamente entre aqueles que estão na busca de dias melhores para a humanidade.

## I. INTRODUÇÃO

O tema “Conservação de Energia” tem sido cada vez mais objeto de ações no sentido de buscar maior racionalidade do sistema produtivo nacional e internacional. Insere-se no contexto global da busca da recuperação ambiental, por meio de critérios sociais, econômicos e tecnológicos, condizentes com a revisão do modelo de desenvolvimento ocidental que se delinea no momento atual.

No Brasil, com sensível defasagem em relação aos países do Primeiro Mundo, o tema tem merecido significativo destaque, concretizando-se através de iniciativas governamentais e da iniciativa privada.

O Setor Industrial, que responde por 38,5 % do consumo total de energia e por 52,3 % do consumo de eletricidade do país [BOLETIM..., 1991], tem sido alvo prioritário dos programas de conservação de energia, para o qual têm se dirigido as mais variadas ações, algumas descritas neste trabalho.

Entretanto, é preciso reconhecer que estas ações carecem de uma abordagem consistente, que as tornem mais eficazes no sentido da obtenção dos resultados preconizados nas metas estabelecidas pelo planejamento energético a nível federal.

Este trabalho pretende ser uma contribuição ao aperfeiçoamento dos instrumentos destinados à promoção da conservação de energia no setor industrial. Como trabalho acadêmico, tem o objetivo de contribuir para o exercício do papel precípua da Universidade à necessária reflexão sobre a evolução científica e tecnológica da sociedade. Além disso, a própria posição do autor enquanto técnico de uma concessionária de distribuição de energia elétrica, envolvido com os programas de conservação de energia, traz ao trabalho a influência desta visão. É preciso registrar, porém, que o material analisado praticamente limitou-se à experiência das empresas paulistas e mineiras.

O trabalho, depois de uma breve reflexão sobre a importância de conservação de energia no momento presente, feita no Capítulo 2, apresenta, no Capítulo 3, uma descrição não exaustiva de vários programas de conservação de energia dirigidos ao setor industrial, detendo-se, no Capítulo 4, mais detalhadamente em um deles, o de maior abrangência e profundidade, denominado “Estudos de Otimização Energética”.

Ao final, no Capítulo 5, é feita uma análise dos programas, procurando-se ressaltar os pontos positivos encontrados, bem como chamar a atenção daqueles que poderiam ser objeto de revisão ou de aperfeiçoamento.

\* \* \*

Ao longo do trabalho foi utilizado a expressão “conservação de energia” com o seu significado vulgar, que não tem uma definição precisa. Do ponto de vista termodinâmico esta designação evidentemente não apresenta um sentido prático, uma vez que pela Primeira Lei da Termodinâmica a energia sempre se conserva, não havendo porque investir qualquer esforço nesse sentido. Para uma abordagem mais rigorosa, deveriam ser utilizados os conceitos de conservação de disponibilidade, conservação de exergia ou conservação de energia útil.

Preferimos utilizar o termo vulgar porque, em primeiro lugar, ele já é amplamente empregado; seus usuários, mesmo sem contarem com um fundamento conceitual estruturado, dispõem de uma sensibilidade razoavelmente apurada em relação à aplicação da energia e à racionalidade dos processos energéticos. Em segundo lugar, como este trabalho, além de sua finalidade acadêmica, está dirigido a todas aquelas pessoas e instituições envolvidas nas atividades referenciadas no texto, o uso de um termo familiar facilita a compreensão do assunto tratado.

Um esforço deve ser empreendido para que, aos poucos, se consiga inserir um conjunto de conceitos rigorosos para utilização mais ampla. Esta é uma tarefa que os acadêmicos devem tomar para si, contribuindo assim, para diminuir a distanciamento existente entre estes e a sociedade, o que muitas vezes chega a dificultar a realização de um grande potencial de trabalho conjunto, tão necessário à superação de um certo estágio de subdesenvolvimento cultural ao qual o país está submetido.

## 2. CONSERVAÇÃO DE ENERGIA: EM BUSCA DA RACIONALIDADE

Até a época do impacto resultante do aumento dos preços internacionais do petróleo em 1973, era quase inexistente no Brasil a preocupação com a racionalidade dos processos energéticos. A energia barata influiu pouco nos custos de produção, desestimulando os consumidores a investirem na melhoria da eficiência energética de equipamentos e processos.

O choque do petróleo chamou a atenção para o fato de que as reservas de combustíveis fósseis um dia iriam extinguir-se, como também os custos da energia, desse momento em diante, seriam sempre crescentes. Com muitos desencontros iniciais, agravados por um período politicamente autoritário, o Brasil começou a tomar medidas no sentido de, em primeiro lugar, buscar substitutos ao petróleo importado e, secundariamente, promover a racionalização do uso das fontes de energia. O exemplo mais claro desta política foi a criação do Programa Nacional do Alcool, o qual, somente após dez anos começou a ser questionado no que diz respeito à sua racionalidade, a despeito de ostentar um grande sucesso de produção de álcool, ultrapassando as metas inicialmente previstas.

O setor de energia elétrica serviu, durante a maior parte do período autoritário, para garantir a entrada de capital estrangeiro no país, contando com a colaboração interna das grandes empresas construtoras de usinas hidrelétricas. Assumiu fatias crescentes do mercado de energia brasileiro, tendo contribuído, inclusive, à substituição dos derivados de petróleo, através dos chamados programas de eletrotermia. Estes, se encontraram uma justificativa econômica num primeiro momento, causaram ao seu término, em muitos casos, problemas de relacionamento entre as indústrias e o setor elétrico, pois as regras de seu funcionamento não haviam sido perfeitamente compreendidas.

Ainda nesse contexto o país assistiu a aventura do Acordo Nuclear com a Alemanha, cujos resultados práticos, em termos energéticos, ficaram muito aquém do que se esperava em relação ao montante de recursos financeiros investidos, além dos questionamentos de ordem estratégica, política, tecnológica e ecológica.

A estrutura energética brasileira, inserida numa política econômico-industrial regulada por preços subsidiados e dirigida sem um planejamento integrado, foi colocada em cheque durante os anos oitenta. Não havendo mais a facilidade de entrada do capital estrangeiro, o Brasil começou a enfrentar dificuldades no sentido de atender à crescente demanda de energia estimulada por um consumo pouco eficiente. Ao mesmo tempo, os países industrializados começavam a colher os frutos de seus investimentos na racionalização do consumo de energia, mesmo que nesta estratégia estivesse a exportação de indústrias energo-intensivas para os países do Terceiro Mundo.

Particularmente no setor elétrico, onde os investimentos são normalmente de grande porte e com elevado prazo de maturação de obras, é que os impactos se fazem notar com maior intensidade. Criou-se assim a perspectiva de um elevado risco de déficit de energia elétrica, prognosticado pela Eletrobrás para o início dos anos 90, em função da defasagem entre o cronograma de obras, afetado pela falta de recursos, e as estimativas de demanda futura. Este fato serviu como motivo para fazer com que os interessados na execução de grandes obras viessem a público proclamar uma calamidade pela escassez de energia. Mas serviu também para que fossem desencadeados programas com o objetivo de, finalmente, promover a racionalidade da matriz energética brasileira, pelo menos em relação ao setor elétrico. Foi criado assim, com amplo destaque nacional o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, sob a coordenação da Eletrobrás, com a participação das concessionárias de energia elétrica do país.

Nesse momento procurou-se justificar a necessidade de adoção de medidas de conservação de energia em função da

provável escassez de suprimento de energia elétrica prevista para o início da década de 90, motivada pela falta de investimentos no setor.

A seguir, o próprio desenvolvimento dos programas de conservação de energia colocou para os seus agentes a relação intrínseca existente entre o uso da energia e o sistema de desenvolvimento econômico e tecnológico. Através da forma como a energia permeia o sistema produtivo, pode-se ter idéia do seu nível de organização (ou desorganização) e do modelo de desenvolvimento em vigor.

Evidenciou-se, assim, o absurdo do desperdício — de energia e de outros recursos, materiais e humanos —, a irracionalidade de muitos processos produtivos e a inadequabilidade de certos sistemas tecnológicos, trazendo à luz a indissociável relação da produção e utilização de energia com os seus impactos ambientais. A evidência desta relação, até então restrita aos grupos ambientalistas, começou a disseminar-se pelo setor energético, longe ainda de generalizar-se, mas crescendo como uma planta cultivada pela consciência de que é preciso buscar novos caminhos visando resgatar a identidade existencial do ser humano.

É possível analisar a questão de uma forma ainda mais ampla. Há razões mais fortes que não somente aconselham as medidas de racionalização energética mas as colocam como essenciais à manutenção do tênue equilíbrio sobre o qual manifestam-se as condições de vida da própria humanidade.

A despeito dos significativos avanços da ciência no decorrer do século XX, evidenciados pelo desenvolvimento alcançado nos mais diversos campos do conhecimento, a exploração desordenada da natureza tem causado impactos de proporções gigantescas, impossíveis de serem sequer compreendidos apropriadamente, quanto mais de serem corrigidos. Alguns deles atingem uma escala planetária, espalhando-se “democraticamente” por todos os continentes, independentemente de onde tenham se originado. A destruição da camada de ozônio, o aumento do teor de gás carbônico responsável pelo efeito estufa, as chuvas ácidas e a ameaça proporcionada pelo arsenal bélico em poder de alguns países, são apenas exemplos que colocam pela primeira vez na história da humanidade a possibilidade de sua autodestruição.

Ao lado dessas ameaças à natureza, da qual o ser humano é parte integrante, assiste-se a conflitos sociais que talvez não tenham precedentes na história, como guerras, lutas raciais, religiosas, ideológicas e políticas e uma distribuição de riquezas extremamente injusta. Esses fatos têm servido ainda para reforçar o desequilíbrio interior do ser humano, tornando os indivíduos inseguros, indiferentes, medrosos ou violentos e, portanto, vulneráveis a doenças de ordens física, emocional, psicológica e espiritual, comprometendo gravemente as expectativas que podem nutrir em relação ao seu futuro.

Diante desse quadro mostram-se urgentes ações que possam contribuir à restauração da harmonia do homem com a natureza, com a sociedade e consigo mesmo, sob pena de tornar irreversível o processo de degradação dos organismos vivos e inviável o “projeto humano”.

Sob esse enfoque, em conjugação com um extenso número de ações que estão sendo e devem ser tomadas, a conservação de energia destaca-se, particularmente no âmbito do setor energético, como medida de grande impacto, não somente por aliviar investimentos destinados à ampliação da oferta de energia e diminuir eventuais riscos de déficit, como por lançar mão de processos tecnológicos mais racionais, integrados e apropriados a um desenvolvimento harmônico, e também servir como instrumento pedagógico para um programa educacional em vários níveis, voltado à utilização racional dos recursos naturais em geral.

### 3. CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NO SETOR INDUSTRIAL

Antes da criação do PROCEL, ao final de 1985, a preocupação com a conservação de energia manifestou-se por meio de muitas iniciativas no âmbito das próprias empresas do setor elétrico. Pode-se dizer até, por mais paradoxal que pareça, que mesmo os programas de eletrotermia, nascidos da necessidade de substituir derivados de petróleo por energia elétrica, naquele momento ociosa, serviram para melhorar a compreensão sobre a intercambiabilidade dos energéticos, salientando suas eficiências relativas, tecnologias de uso, impactos sobre o mercado, etc. As empresas que encararam mais seriamente o programa, evitando estimular substituições de forma indiscriminada, tiveram posteriormente menos problemas com o término do período de validade da EGTD - Energia Garantida por Tempo Determinado, que regulamentou o programa.

Fora do setor elétrico, a partir de 1981, dois importantes programas tiveram como alvo o setor industrial: "Programa de Assistência do Conselho Nacional do Petróleo à Indústria Paulista em Conservação de Energia", patrocinado pelo Ministério de Minas e Energia e o "Programa de Conservação de Energia no Setor Industrial - CONSERVE", patrocinado pelo Ministério da Indústria e Comércio [MME, 1984].

O primeiro programa teve o IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, em São Paulo como instituição executante, tendo como resultado a edição de vários manuais para os principais setores industriais (ver Capítulo 4). Os dois programas visavam atuar em todos os energéticos, porém, a ênfase, explicitamente colocada em seus objetivos, era a redução do consumo de derivados de petróleo, notadamente através da sua substituição por outras fontes de energia.

No Estado de São Paulo, a Agência para Aplicação de Energia, com a colaboração das concessionárias (CESP, CPFL e Eletropaulo), passou a executar, em 1983, um amplo programa de conservação de energia dirigido ao setor industrial. Editou vários manuais [AGÊNCIA ..., 1986, 1987, 1988a, 1988b, 1989a, s/data], realizou o acompanhamento do consumo de energia elétrica dos mil maiores consumidores do Estado de São Paulo, elaborou relatórios sobre novas tecnologias, promoveu campanhas como a Feira de Energia no Lar (dirigida ao setor residencial), entre outras atividades.

A compra de excedentes de energia elétrica gerada por autoprodutores através de sistemas de co-geração também contribuiu para ampliar a visão das concessionárias sobre a questão energética, salientando os benefícios do uso complementar da energia elétrica com outra fonte de energia.

Estes fatos desencadearam a formação de uma estrutura interna no âmbito das empresas, ainda que de forma embrionária, para tratar da questão da conservação de energia.

O impulso significativo no sentido de institucionalizar as atividades de conservação de energia no âmbito das empresas do setor elétrico foi dado com a criação do PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Por Portaria Interministerial (Ministérios das Minas e Energia - MME e da Indústria e do Comércio - MIC) nº 1877 de 30 de dezembro de 1985, o PROCEL foi instituído com a "finalidade de integrar as ações visando a conservação de energia elétrica no País, dentro de uma visão abrangente e coordenada, maximizando seus resultados e promovendo um amplo espectro de novas iniciativas, avaliadas à luz de um rigoroso teste de oportunidade, prioridade e economicidade" [PROCEL, 1988].

Para o gerenciamento do programa foi criado o Grupo Coordenador de Conservação de Energia Elétrica - GCCE, presidido pelo Secretário Geral Adjunto de Energia do MME e tendo o Diretor de Coordenação da Eletrobrás como

secretário executivo. O suporte financeiro ao programa viria de dotações do Programa de Mobilização Energética e por linhas de financiamentos federais, estaduais e de outras instituições.

Foram estabelecidas diretrizes para o PROCEL relativas aos seguintes pontos:

- Promoção, Educação e Difusão;
- Aspectos Legais e Normativos;
- Tarifas;
- Recursos e Incentivos;
- Mercado;
- Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico;
- Normalização e Certificação;
- Avaliação de Projetos.

A operacionalização das atividades foi feita por meio da criação de 4 subgrupos, composto por representantes de entidades com afinidade aos assuntos tratados e com competência de avaliar e selecionar projetos, submetendo-os à aprovação do GCCE.

Foram envolvidos com o PROCEL as concessionárias de energia elétrica, universidades, consultores, fabricantes de equipamentos e consumidores, cabendo preferencialmente às concessionárias as medidas práticas de racionalização energética.

A seguir são descritos os principais programas que ao longo desse período foram elaborados tendo por alvo o setor industrial.

### **3.1 Auto-Avaliação dos Pontos de Desperdício de Energia Elétrica na Indústria**

Desenvolvido pela Agência para Aplicação de Energia, no Estado de São Paulo, em 1986, este programa destina-se à orientação de consumidores industriais para fazerem a sua própria avaliação do consumo de energia em sua unidade, através do preenchimento de um manual que tem por título o próprio nome do programa [AGÊNCIA ..., 1986].

Este manual traz informações básicas sobre sistema tarifário, motores, circuitos de distribuição, transformadores, iluminação e outros equipamentos elétricos. Pela comparação entre o consumo real dos equipamentos e o consumo calculado em condições adequadas de operação, levanta-se o potencial de redução de consumo e de demanda de energia elétrica, permitindo que sejam tomadas as providências para efetuar as correções por meio de ações relativamente simples, como melhor opção tarifária, gerenciamento de cargas, substituição de motores, melhoramento da proteção, instalação de banco de capacitores, adequação da iluminação, melhoria de isolamento térmico, etc.



Esta orientação é passada aos consumidores por meio de reuniões para as quais são convidadas algumas dezenas de empresas de uma determinada região e onde são proferidas palestras sobre o sistema elétrico, sistema tarifário, usos finais de energia, casos bem sucedidos de consumidores que executaram o programa em suas indústrias e outros temas de interesse. Nessa ocasião é reservado um espaço para as instruções sobre o preenchimento do "Manual de Auto-Avaliação dos Pontos de Desperdício de Energia Elétrica na Indústria". Após um período de aproximadamente dois meses, os consumidores são novamente convidados a participar de outra reunião para relatar a sua experiência na execução do programa e os resultados obtidos, de forma a se sentirem estimulados a perseguir a meta de usar racionalmente a energia elétrica em suas instalações.

Em São Paulo foram atingidas mais de 1000 empresas, conforme informações dadas pelas concessionárias do Estado. Como programa voltado à conscientização dos consumidores, a avaliação quantitativa dos resultados é dificultada. Não há uma sistemática desenvolvida para este fim. O comparecimento às reuniões de retorno é sensivelmente reduzido, revelando que somente as indústrias com alguma motivação inicial esforçam-se por colocar em prática ações voltadas à realização do potencial de economia energética levantado.

O programa foi estendido posteriormente aos setores comercial e poder público, ressaltando os usos finais característicos desses segmentos do mercado.

### 3.2 Diagnóstico Energético

Dentre os muitos projetos patrocinados pelo PROCEL, foi colocado em execução, em 1987, o Diagnóstico Energético. Inicialmente a denominação do projeto era Auditoria Energética. Face ao mal-estar provocado pelo termo "auditoria", o qual sugeria uma espécie de fiscalização nas instalações do consumidor por parte de uma empresa pública, o que poderia dificultar o trabalho de abordagem, o projeto passou a chamar-se "Diagnóstico do Potencial para Auditoria Energética", mas tem sido designado somente por "Diagnóstico Energético".

O objetivo inicial deste projeto era a identificação de um potencial de conservação de energia no setor industrial, em empresas de pequeno e médio porte, com demanda de aproximadamente até 1000 kW, de forma a servir como subsídio à elaboração de políticas dirigidas a esse setor. Para tanto foi criado um banco de dados para receber as informações colhidas nas empresas pesquisadas.

O início da execução do projeto, entretanto, mostrou a possibilidade de informar ao consumidor os resultados obtidos, de forma que o mesmo pudesse, a partir de um relatório de recomendações, tomar algumas medidas por sua própria iniciativa visando a economia de energia em sua unidade industrial. Este subproduto do projeto revelou-se, rapidamente, um instrumento eficaz na relação entre a concessionária e o consumidor, bem como permitiu de imediato que ações de conservação fossem executadas ao mesmo tempo que o PROCEL ganhava uma visão global da situação do setor industrial relativa ao consumo de energia.

De um universo de 2.300 empresas pesquisadas em praticamente todos os ramos industriais (incluindo-se também algumas unidades comerciais), pôde-se formar um banco de informações muito útil para avaliar diversos parâmetros de consumo de energia industrial. Embora o Diagnóstico Energético tenha se limitado quase que exclusivamente a uma verificação de equipamentos, não se envolvendo nos processos e produtos, as informações permitiram extrair índices de consumo de energia elétrica por tipo de equipamento, quantidade de equipamentos operando fora de suas condições nominais, consumo específico médio por ramo industrial e outros.

Estas informações têm sido úteis para a definição de outros projetos de caráter institucional, administrativo ou tecnológico, dirigidos aos usos de energia com maiores potenciais de conservação, a exemplo de substituição de lâmpadas, adequação de motores, melhoramento de fornos, sistemas de refrigeração e ar condicionado, ar comprimido, etc.

Inúmeras dificuldades acompanharam o projeto desde o seu início, principalmente por ser uma atividade nova no setor energético, até então habituado a gerir a oferta de energia, com pouquíssima familiaridade com os dispositivos de uso final.

Dentre muitas, destacam-se a seguir algumas dificuldades encontradas durante a execução do projeto [CPFL, 1989].

- recursos humanos: os técnicos atuantes no projeto foram recrutados entre aqueles pertencentes às áreas comerciais das empresas, os quais, já habituados a uma rotina diferente de trabalho, tiveram que enfrentar o desafio de uma atividade quase que completamente nova e que exige uma nova postura frente à questão da oferta e utilização de energia.
- “software”: os recursos computacionais para a formação do banco de dados concebido pelo projeto tiveram que ser inteiramente desenvolvidos, gerando problemas de diversas ordens, como a ausência de rotinas quantitativas que pudessem avaliar tanto o potencial de conservação como realizar cálculos econômicos simples, além de problemas decorrentes da própria operacionalização do “software”.
- receptividade dos consumidores: muitos consumidores, habituados a um comportamento fiscalizador e por vezes autoritário do setor público, tiveram desconfiança em relação aos reais objetivos de tal programa. Outros, por terem outras prioridades, por alimentarem a falsa idéia de que o custo da energia no seu produto final é insignificante, ou simplesmente pela ausência de uma consciência sobre as implicações do uso de energia na qualidade, nos custos e no próprio processo de trabalho, minimizaram a importância do Diagnóstico Energético. De uma forma geral, porém, a receptividade pode ser considerada positiva.
- tempo de resposta entre a pesquisa e a entrega do relatório: devido à inexperiência e a um fluxograma de atividades excessivamente longo e moroso, o tempo decorrido entre a realização da pesquisa na indústria e a entrega do relatório de recomendações freqüentemente superou seis meses, fazendo com que diminuíssem as expectativas do consumidor sobre o trabalho realizado, até porque, em vários casos, encontravam-se no retorno pessoas diferentes que desconheciam o assunto. Casos de reestruturação da empresa ou mesmo de desativação, também ocorreram.

As dificuldades encontradas serviram para acionar alguns mecanismos de correção, que aconteceram a partir de uma reavaliação global do programa, envolvendo as concessionárias responsáveis pela execução das atividades e a coordenação central do PROCEL. Este processo coincidiu com a mudança do Governo Federal, o que afetou a estrutura da Eletrobrás e, conseqüentemente, o andamento do próprio PROCEL.

A reafirmação do PROCEL como programa de prestígio nacional somente aconteceu em 18 de julho de 1991, através de decreto da Presidência da República, quando reiniciou seus procedimentos para a retomada dos programas de financiamento. Esta demora de quase dois anos acabou contribuindo para a reformulação total dos “softwares” que compõem o programa, tornando-os mais completos, mais flexíveis e rápidos. Estima-se um tempo de retorno do relatório de recomendações ao consumidor de menos de um mês após a realização das medições, o que é conseguido por meio de maior agilização nos procedimentos das concessionárias, relativos à digitação e análise dos dados e emissão do relatório.

Apenas uma concessionária, a CELG - Centrais Elétricas de Goiás S.A., responsabilizou-se diretamente pelo trabalho de levantamento de dados através das medições nas instalações do consumidor, tendo as demais deixado esta tarefa para

entidades de consultoria especialmente contratadas para isso. A nível nacional contou-se com a colaboração de universidades, CEAG's (Centros de Assessoramento à Pequena e Média Empresa) e entidades de pesquisa. No Estado de São Paulo, as três empresas de energia (CESP, CPFL e Eletropaulo) contaram com os serviços da FDTE - Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia, ligada à Universidade de São Paulo.

Os custos do projeto foram da ordem de US\$ 600,00 por diagnóstico, sendo que o PROCEL repassou às concessionárias o valor correspondente aos trabalhos de campo executados pelas entidades contratadas (56 %), cabendo o restante (44 %) às próprias concessionárias.

Em Relatório de Avaliação elaborado pelo PROCEL [PROCEL, 1990], são apresentados alguns resultados e recomendações:

- estima-se uma economia de energia obtida, a nível nacional, entre 64 e 108 GWh/ano;
- a relação custo/benefício, de acordo com a estimativa acima, está entre US\$ 12 e US\$ 21 por MWh economizado, enquanto o custo marginal de expansão do sistema elétrico é de US\$ 62/MWh;
- o projeto foi um instrumento de aproximação entre o consumidor e a concessionária, fato importante quando se considera a necessidade da adoção de uma nova postura nas relações comerciais;
- verificaram-se as vantagens que seriam trazidas pela descentralização das atividades ligadas ao projeto, aproveitando-se a proximidade existente dos órgãos regionais da concessionária com o consumidor, contribuindo para melhor qualificar profissionalmente as pessoas lotadas nessas áreas em relação a essas atividades;
- o Diagnóstico Energético presta-se a ser um instrumento de sensibilização das concessionárias e das empresas diagnosticadas para a criação de Comissões Internas de Conservação de Energia - CICE's;
- os problemas identificados nas instalações do consumidor permitem a adequada elaboração de manuais específicos para ampla divulgação, bem como a atuação junto a fabricantes de máquinas e equipamentos.

A 3ª fase do Projeto, denominada "Controle Energético", está prevista para iniciar-se em 1992, de acordo com a nova estrutura do PROCEL. Foi instituído o PROCECON - Programa de Conservação de Energia na Concessionária, o qual transfere a maior parte do trabalho de controle administrativo e financeiro dos programas para a própria concessionária, que assim passa a ter maior autonomia na condução dos projetos.

Deve-se enfatizar, entretanto, que até o momento da conclusão deste trabalho não havia informações seguras sobre a assinatura dos convênios do PROCEL com as concessionárias, a despeito de várias delas empenharem-se, por solicitação da Eletrobrás, a apressar o envio de seus projetos nos meses de setembro e outubro de 1991. Este fato, como analisado no Capítulo 5, impõe a necessidade de rever os mecanismos de financiamento dos programas de conservação de energia patrocinados financeiramente pelo PROCEL.

### 3.3 Estudos de Otimização Energética

Estes estudos, também suportados pelo PROCEL, tiveram sua origem a partir dos Diagnósticos Energéticos, com o propósito de estudar mais profundamente a estrutura de consumo de energia de determinados ramos industriais. Nestes, além das informações obtidas a partir do diagnóstico (todas as empresas selecionadas para os estudos de otimização

energética passaram pelo diagnóstico energético), é avaliado o processo produtivo, através de balanços energéticos e estudos específicos nos casos de maior consumo energético.

Uma descrição pormenorizada destes estudos será feita no capítulo seguinte na forma de estudo de caso, abordando também os Estudos de Otimização Energética Setoriais.

### 3.4 Compra de Energia Elétrica de Autoprodutores

Com um caráter um tanto diferente dos programas anteriormente citados, a compra de excedentes de energia elétrica gerada por sistemas de co-geração por autoprodutores constitui-se num programa de conservação de energia com um substancial potencial de economia de energia elétrica.

Até há poucos anos atrás não era permitido às concessionárias adquirir energia elétrica produzida por autoprodutores. Estes, que normalmente geram energia para consumo próprio, eventualmente têm condições de gerar excedentes que poderiam ser introduzidos na rede de distribuição. O caráter excessivamente corporativista que marcou, e em certa dose ainda marca, os setores energéticos brasileiros, impedia essa transferência por diversas razões.

Hoje há uma clara mudança de mentalidade nesse sentido, pois constataram-se as nítidas vantagens oferecidas por esse intercâmbio, particularmente na região sudeste, onde há uma coincidência entre o período seco, o pico anual de consumo de energia e demanda de potência e a safra de cana-de-açúcar. O processamento desta nas usinas de açúcar e álcool apresenta o maior potencial de geração de excedentes de energia elétrica entre os diversos setores industriais.

O setor de açúcar e álcool ainda é um grande consumidor de energia do setor elétrico, pois sua geração própria é insuficiente para atender o seu consumo interno. Após a implantação do Programa Nacional do Alcool, as usinas passaram a investir na melhoria de seus processos industriais, buscando pelo menos a auto-suficiência em energia elétrica, o que pode ser facilmente conseguido gerando vapor a pressões relativamente baixas, da ordem de 20 kgf/cm<sup>2</sup>, e melhorando as condições operacionais das usinas. Mesmo nestas pressões, em usinas bem estruturadas, é possível gerar excedentes em pequena escala. A pressões maiores, da ordem de 40 ou 60 kgf/cm<sup>2</sup>, a geração de excedentes amplia-se consideravelmente, atingindo valores de 250 % superiores à energia necessária para sua auto-suficiência [BELTRAN, OLIVA e SALAZAR, 1988]. Isto representa, em termos do Estado de São Paulo, a possibilidade de substituição de aproximadamente 1000 MW.

Além disto, em levantamento realizado pela Agência para Aplicação de Energia, identificou-se um potencial em outros setores industriais de 220 MW com turbinas a vapor e 800 MW com turbinas a gás [AGÊNCIA ..., 1991].

Atualmente existem no país usinas operando em paralelo com algumas concessionárias, especificamente CPFL e CESP, fornecendo pequenas quantidades de energia elétrica durante o período da safra de cana. Em 1991, 8 usinas venderam à CPFL cerca de 9 MW de potência na ponta do sistema, atingindo 30.000 MWh ao longo da safra. Com valores ainda muito pequenos, esse programa passa por uma fase experimental, tanto técnica como institucional.

O principal obstáculo à ampliação em larga escala da geração de excedentes é a tarifa que o setor elétrico dispõe-se a pagar às usinas pela energia adquirida. A CPFL, por determinação de sua área financeira, aceita pagar um preço equivalente à tarifa de suprimento, ou seja, a tarifa paga à geradora de energia. As usinas, por sua vez, não estão dispostas

a investir em caldeiras e turbo-geradores de maior pressão para receber pela energia vendida um valor da ordem de 3 vezes menos do que o pago pela energia comprada. Há perspectivas, no entanto, de que estas questões sejam oportunamente solucionadas.

### **3.5 Atendimento aos Maiores Consumidores do Estado de São Paulo**

Por iniciativa da Agência de Aplicação de Energia do Estado de São Paulo foi elaborado um programa para acompanhamento dos 1000 maiores consumidores do Estado, os quais representam aproximadamente 41 % do consumo global de energia elétrica e 70 % do consumo de óleo combustível de São Paulo.

Em virtude do porte das empresas, que em sua maioria dispõem de equipes dedicadas à conservação de energia, tem sido possível fazer um trabalho detalhado de acompanhamento, para o qual foram desenvolvidas planilhas e programas computacionais específicos.

Os principais resultados extraídos desse trabalho são publicados em texto exclusivo [AGÊNCIA ..., 1989b], pela própria Agência para Aplicação de Energia. Um resultado global mostra que no conjunto das maiores indústrias do Estado de São Paulo houve uma redução, no período de 1984 a 1990, de 10,9 % do consumo específico de energia elétrica e de 11,5% do de derivados de petróleo [AGÊNCIA ..., 1991].

### **3.6 Comercialização de Energia Elétrica com Tarifas Horo-Sazonais**

Embora não se constitua propriamente num programa de economia de energia, a implantação de tarifas de energia elétrica diferenciadas tem por objetivo o "achatamento" da curva de carga sistema, tanto em relação ao seu comportamento diário (ponta e fora de ponta), como em relação ao comportamento anual (período seco e período úmido), permitindo, conseqüentemente, um melhor aproveitamento da capacidade instalada do parque de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Este programa, denominado Tarifas Horo-Sazonais, atinge, atualmente, todos os consumidores com demanda maior ou igual a 50 kW, ligados em tensão de suprimento igual ou superior a 2,3 kV, inserindo-se em uma das seguintes modalidades tarifárias:

- Tarifa Binômia Convencional, que tem preços únicos para demanda de potência e consumo de energia;
- Tarifa Azul, com preços de demanda diferenciados para a ponta e fora de ponta, e preços de consumo também diferenciados para ponta em período úmido, fora de ponta em período úmido, ponta em período seco e fora de ponta em período seco;
- Tarifa Verde, com preço único para demanda e estrutura idêntica à Tarifa Azul para consumo.

A Tarifa Azul é compulsória para os consumidores atendidos em tensão igual ou superior a 69 kV ou aqueles atendidos em tensões menores, com demanda igual ou superior a 500 kW que não façam opção pela Tarifa Verde. Os demais consumidores podem optar por qualquer uma das três modalidades tarifárias.

Recentemente foi concluída uma experiência piloto na cidade de Itapira, SP, atendida pela CPFL, para estudar a aplicação da chamada "Tarifa Amarela", tarifa diferenciada dirigida aos consumidores ligados em baixa tensão, abaixo de 2300 V, incluindo o mercado residencial, principal responsável pelo "pico" da curva de carga diária do sistema elétrico.

Maiores detalhes sobre a aplicação das tarifas horo-sazonais, bem como de seu faturamento, são apresentados em manual [CODI, 1988], gratuitamente distribuído aos consumidores interessados.

A Tarifa Horo-Sazonal - THS foi implantada a partir de 1981, limitada inicialmente aos consumidores com demanda superior a 500 kW e estendida gradualmente, de 1988 a 1991 aos consumidores até 50 kW. Apesar de a legislação estar disponível aos consumidores e de serem feitas campanhas de esclarecimento, é muito comum encontrar-se consumidores com opções tarifárias totalmente inadequadas, tendo um custo adicional na sua conta de energia elétrica.

### **3.7 Seminários de Conservação de Energia na Indústria e no Comércio**

Com um caráter predominantemente educativo, estes seminários têm sido um instrumento ágil para fornecer informações e estimular consumidores dos setores industrial e comercial a tomarem iniciativas de racionalização de energia. Para um encontro de 2 dias, são convidados cerca de 100 representantes de consumidores de uma determinada região. São realizadas palestras e debates enfocando aspectos relativos ao sistema elétrico, opções tarifárias, programas de conservação de energia desenvolvidos pela concessionária, técnicas de conservação de energia em geral e, principalmente, são dados depoimentos de casos bem sucedidos em empresas que implementaram programas de conservação em suas instalações.

Estes seminários originaram-se no PROCEL e têm sido realizados pelas concessionárias de vários Estados. Em São Paulo, na área atendida pela CPFL, o número de unidades industriais e comerciais atingidas foi superior a 1000. Como não é propósito deste programa realizar um acompanhamento quantitativo das economias de energia alcançadas, sua avaliação pode ser feita por estimativa. Como trabalho de conscientização, os resultados verificam-se a longo prazo.

### **3.8 Semana de Conservação de Energia na Indústria**

Procurando atender um determinado conjunto de indústrias que não contam com experiência anterior e nem com recursos humanos especialmente treinados para essa finalidade, porém interessadas em dar início a um programa de conservação de energia, a CPFL idealizou um programa com esta denominação. A proposta, que é previamente discutida com a direção da empresa, visa atingir toda a população da empresa, por meio das seguintes ações, dirigidas a cada grupo:

- direção: palestras e discussão sobre o panorama energético nacional, necessidades e vantagens da economia de energia, estratégia de implantação de um programa de conservação de energia com formação de uma CICE na empresa e detalhes relativos à operacionalização das atividades da semana;
- escalão intermediário (gerentes, chefes, mestres, coordenadores): palestras e discussão sobre a importância da conservação de energia, técnicas de implantação e gerenciamento de um programa de conservação de energia na indústria, fatores motivacionais para envolvimento dos empregados nesta "filosofia" e demais detalhes de operacionalização da semana;

- empregados em geral: palestras sobre economia de energia no lar, filmes, distribuição de folhetos e concurso sobre as melhores idéias de racionalização de energia na empresa.

Para atingir esse objetivo foi preparado um conjunto padrão de materiais, constituído de transparências e filmes abordando a questão da energia relacionada ao meio ambiente, filmes produzidos para o Programa Procel nas Escolas de 1<sup>o</sup> Grau (ver item 5.1 Motivação e Conscientização), cartazes para divulgação das atividades da semana, folhetos sobre medidas específicas de conservação de energia na indústria e na residência, painéis fotográficos, etc.

Procura-se ainda estabelecer um compromisso com a empresa, no sentido de elaborar um plano de ação para a implantação de medidas de conservação de energia acoplado a um sistema de acompanhamento de resultados.

Até o momento, este programa foi implantado em duas indústrias da cidade de Araraquara, com resultados positivos em termos de viabilização de sugestões encaminhadas pelos empregados no concurso promovido durante a semana, formação de grupo para tratar da questão, instalação de controlador de demanda e, principalmente, o envolvimento significativo dos empregados.

### 3.9 Maxiwatt

Desenvolvido pela CESP, com a finalidade de agilizar a coleta de dados e o retorno ao consumidor de sugestões de medidas a serem tomadas em suas instalações, o programa denominado "Maxiwatt - Sistema Integrado para Conservação de Energia Elétrica na Indústria", tem alcançado resultados positivos junto às 26 maiores indústrias atendidas pela CESP, as quais representam 20 % do seu mercado industrial de energia elétrica.

O Maxiwatt, ganhador do Prêmio Jovem Cientista, no concurso promovido pelo CNPq em 1989, dedicado ao tema Conservação de Energia, consiste de um "software" com o qual pode-se cadastrar e avaliar a eficiência de equipamentos elétricos, identificar potenciais para redução de consumo de eletricidade, analisar e propor alternativas para conservação de energia elétrica, indicar medidas de maior atratividade econômica e acompanhar e avaliar os resultados do programa interno de conservação de energia elétrica na indústria [CESP, s/data]. A partir de informações cadastrais do cliente, banco de dados sobre equipamentos e respectivos custos e dados colhidos através de medições diretas, podem ser analisadas contas de energia, motores e circuitos elétricos, iluminação, transformadores e isolamento térmico. Está prevista a inclusão de aplicativos que permitam avaliar outros equipamentos.

A estratégia de "marketing" adotada pela CESP para divulgação do programa constitui-se em vender o "software" para indústrias de maior porte que tenham recursos humanos e computacionais para aplicá-lo por sua própria conta e realizar levantamentos com equipes da CESP nas empresas que não disponham destes requisitos.

A despeito de seu sucesso como instrumento ágil de conservação de energia, o seu repasse a outras concessionárias, até o momento, tem sido dificultado por problemas institucionais e comerciais. Assim, até mesmo as concessionárias distribuidoras de energia elétrica gerada pela CESP, maior beneficiária de programas de conservação de energia em sua área, ainda não tiveram acesso ao programa para comercializá-lo junto a seus consumidores.

### 3.10 Administração de Energia por Subestações

Inspirado no conceito de administração da curva de carga do sistema elétrico, onde se procura estabelecer políticas no sentido de harmonizar as disponibilidades do sistema com as necessidades do mercado a um mínimo custo, a administração de energia por subestações tem por objetivo aliviar a carga de uma subestação em vias de saturação, adiando investimentos que seriam necessários para sua ampliação.

Empresas norte-americanas têm colocado em prática esse conceito, com relevantes vantagens. Dependendo das condições do sistema elétrico, os consumidores são incentivados a aproveitar eventuais excedentes de energia e/ou potência, a deslocar sua carga da ponta, a substituir energéticos e a racionalizar seu uso de energia. Um comentário mais detalhado encontra-se no item 5.3.

No Brasil, a visão proporcionada pelo planejamento da expansão do sistema elétrico a partir da estrutura de consumo, motivada pelo contato crescente com os programas de conservação de energia, tem despertado as concessionárias para a importância desta forma de administrar o seu mercado. Iniciativas têm sido tomadas, não se podendo afirmar, contudo, que haja uma ação clara e sistemática nesse sentido.

Em particular, a CPFL está dando início a um projeto experimental em duas de suas subestações na região de Campinas, o qual pretende avaliar o comportamento dos diversos segmentos de consumo diante de ações específicas a eles dirigidas. Estão sendo avaliadas campanhas de conscientização em geral, substituição de lâmpadas em vias públicas, substituição de chuveiros e instalação de coletores solares de baixo custo no setor residencial, utilização dos programas já consagrados para o setor industrial, com o intuito de, avaliando a resposta do mercado ao estímulo de ações dirigidas, dispor de índices do potencial de economia para cada tipo de ação, com as respectivas relações de custo/benefício, que possam ser generalizados a outras áreas críticas em termos de atendimento.

### 3.11 Programas de Capacitação de Pessoal

Embora inevitavelmente todas as instituições envolvidas com os programas de conservação de energia desenvolvam ações de treinamento do seu pessoal, não é possível dizer que haja uma ação coerente nesse campo.

Em trabalho apresentado no V Congresso Brasileiro de Energia [SALAZAR e outros, 1990], a CPFL procurou apresentar uma proposta de sistematização de um programa de capacitação de pessoal em conservação de energia, destinado ao público interno das concessionárias de energia elétrica, atentando para que cada empresa desenvolvesse seu próprio programa de acordo com suas peculiaridades, seus objetivos e suas disponibilidades de recursos.

A qualificação exigida de cada agente do processo depende do papel que este desempenha no cenário da produção e do consumo de energia. Dessa forma, enquanto um órgão prestador de serviços necessita de profissionais de profundos conhecimentos técnicos, os órgãos de planejamento e as concessionárias devem dispor de uma competência para gerenciamento de programas, sendo importante para estas últimas, particularmente para seus funcionários dedicados à orientação dos consumidores, dispor de conhecimentos genéricos dos principais processos e equipamentos industriais, além daqueles relativos às políticas e à legislação pertinentes ao sistema energético.

Tratando-se sobretudo de uma questão de consciência, a conservação de energia necessita de um treinamento que



desenvolva a capacitação técnica e, sobretudo, vincule as necessidades de economia de energia com a melhoria das condições ambientais, o aumento da produtividade industrial, o incremento da qualidade dos produtos e serviços, a possibilidade de melhoria das condições de segurança do trabalho, o aproveitamento racional dos recursos naturais em geral e a auto-realização dos treinandos.

### 3.12 Outros

Muitas outras ações são desenvolvidas pelo setor elétrico objetivando a redução do consumo de energia elétrica no setor industrial. Este trabalho não tem a finalidade de esgotar o assunto. Apresenta apenas alguns dos programas consagrados e outros que possam constituir-se num impacto significativo no mercado.

É preciso reconhecer que a publicação de folhetos e manuais de diversos tipos e de qualidades distintas, mostra, ao lado da capacidade de iniciativa das entidades que os publicam, uma falta de sistematização na elaboração dos mesmos, tanto em termos de conteúdo como em termos de "marketing".

O PROCEL dispõe de publicações de bom nível, como é o caso dos Manuais de Conservação de Energia Elétrica na Indústria, em versões para alta tensão e baixa tensão [PROCEL, s/data a e b], os Manuais para Conservação de Energia em Fornos [PROCEL, 1989a, 1989b, 1989c, 1989d e 1989e]. A sua distribuição contudo, não é orientada de maneira sistemática.

Uma abordagem geral dos programas descritos e das questões suscitadas pelo seu andamento é feita no Capítulo 5.

## 4. ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA

O Diagnóstico Energético, descrito no capítulo anterior, foi criado como instrumento simplificado de análise energética, limitando-se ao estudo de equipamentos nas condições instantâneas de operação. Era necessário dispor de um instrumento que, a exemplo das Auditorias Energéticas, internacionalmente consagradas, tivesse maior abrangência e profundidade para o levantamento das oportunidades de racionalização do consumo de energia. Estas, de maneira geral, procuram enxergar a unidade industrial como um todo, adotando a filosofia de gerência energética através da análise de equipamentos, processos, regimes de produção, acompanhamento de consumo específico por produto e por setor, introdução de novas tecnologias e criação de Comissões Internas de Conservação de Energia - CICE's.

Com esse propósito, foi criado pelo PROCEL o Programa "Estudos de Otimização Energética". A rigor, o termo "otimização" implica em buscar a condição ótima de operação de um sistema. Se o programa teve inicialmente esta intenção, na prática não foi exatamente isto o que se verificou, por razões que discutiremos a seguir. Portanto, deve-se entender o termo apenas como denominação.

Neste capítulo serão abordados os Estudos de Otimização Energética, particularmente aqueles patrocinados pelo PROCEL para serem aplicados pelas concessionárias de energia elétrica, dirigidos a uma única unidade industrial e também aqueles dirigidos a um dado setor industrial, os chamados "Estudos de Otimização Energética Setoriais". Serão comentados outros estudos com enfoque semelhante, como os realizados pelo IPT.

### 4.1 Estudos de Otimização Energética Individuais

Os Estudos de Otimização Energética, patrocinados pelo PROCEL, tiveram como objetivo inicial a obtenção de um conhecimento mais profundo a respeito do consumo energético de determinados ramos industriais e a sugestão de "medidas e recomendações, de forma a permitir às Empresas efetuar uma avaliação técnica e econômica e, conseqüentemente, implantar as proposições para economia de energéticos" [CEMIG, 1988].

A metodologia para a realização dos Estudos, elaborada pela CEMIG, coordenadora nacional do Projeto junto ao PROCEL, compreendia os seguintes itens:

- descrição detalhada do processo de produção, com a identificação dos equipamentos e confecção de diagramas de fluxos de massa e energia;
- fluxograma do processo, contendo equipamentos, máquinas, tubulações, instrumentos, etc., com os respectivos valores de tensão e corrente nominais, pressão e temperatura de operação, vazão e fluxo de massa e energia;
- identificação e análise quanto à possibilidade de substituição de energéticos, incluindo viabilidade técnico-econômica e garantia de fornecimento, a longo prazo, da fonte de energia proposta;
- análise quanto à possibilidade de racionalização energética, levantando pontos críticos da instalação elétrica e térmica, através de medições das variáveis operacionais;
- balanço energético e exergético do processo de produção, com base no fluxograma e nas medições efetuadas, quantificando e qualificando a energia gerada, transformada e consumida, e as perdas decorrentes do processo;
- consumo específico dos produtos finais, para servir de parâmetro de comparação, tanto em relação ao consumo global da empresa, quanto em relação a outras empresas do mesmo setor;

- diagrama de SANKEY para energia e exergia, na situação encontrada e na situação proposta;
- recomendações para substituição de equipamentos e componentes, com a especificação do equipamento proposto e a correspondente análise técnico-econômica;
- sugestões para racionalização de energia a nível de anteprojeto, sugerindo, quando necessário, mudanças de *layout*, inclusão e exclusão de equipamentos, mudanças de operações que viessem aumentar a produtividade da empresa, alteração de regime de trabalho, etc.;
- análise técnico-econômica das alternativas de substituição/ racionalização, objetivando subsidiar uma tomada de decisão, inclusive em relação à priorização das medidas a serem implantadas;
- listagem de fabricantes de equipamentos e componentes que poderiam ser necessários para a melhoria do desempenho das instalações da empresa.

Da mesma forma foram detalhadas algumas ações relativas especificamente à conservação de energia elétrica. Um relatório final seria entregue pessoalmente, contendo as conclusões e recomendações do Estudo e seriam discutidas as medidas propostas e a forma de implantação das mesmas. Uma visita, 6 meses após a entrega do estudo, teria por objetivo avaliar os resultados obtidos até aquele momento.

Para a realização do Estudo estava prevista a participação de um engenheiro, dedicando-se 130 horas, 1 técnico (110 horas), um desenhista (40 horas) e um datilógrafo (70 horas).

Os recursos materiais envolviam os seguintes equipamentos: alicate volt-amperímetro, wattímetro, tacômetro, torquímetro, medidores de vazão de óleo, termômetros especiais, cronômetro, trena, chave inglesa, alicate, furadeira, paquímetro, hidrômetro, medidor de gases, psicrômetro, analisador de gases, pirômetro óptico, manômetro e escala métrica. Além disso, eram necessários os resultados obtidos por ocasião da realização do Diagnóstico Energético.

Em complementação ao documento citado [CEMIG, 1988], a CEMIG elaborou “uma seqüência de procedimentos a ser adotada na elaboração de estudos de otimização energética em unidades industriais e metodologias básicas de cálculos de perdas de energia, enfatizando a energia elétrica” [CEMIG, s/data], com os seguintes objetivos:

- definir o nível de detalhamento dos estudos;
- dar maior uniformidade aos relatórios finais;
- reduzir o tempo e o custo de elaboração dos estudos;
- possibilitar, posteriormente, a automatização dos cálculos das perdas de energia.

Neste relatório propõe-se um roteiro de verificações, medições, avaliações técnicas e econômicas nos equipamentos e sistemas industriais, conforme a seguinte descrição:

#### 1<sup>o</sup>) Energia Elétrica

- levantamento da curva de carga típica;
- alimentação e transformação de energia elétrica;

- distribuição de energia elétrica;
- iluminação;
- motores e máquinas operatrizes.

#### 2<sup>o</sup>) Equipamentos eletrotérmicos, refrigeração e condicionamento de ar

- fornos elétricos;
- gerador de ar quente;
- caldeiras elétricas;
- sistema de refrigeração;
- sistema de condicionamento de ar;
- sistema de ar comprimido.

#### 3<sup>o</sup>) Energia térmica

- fornos a combustíveis;
- caldeiras, aquecedores de água e de fluido térmico a combustíveis.

#### 4<sup>o</sup>) Sistemas complementares de caldeiras, aquecedores de água quente e fluido térmico.

Em função da limitação de recursos financeiros disponíveis para a realização dos estudos, a sua concepção original foi sensivelmente simplificada, reduzindo-se a gama de energéticos pesquisados (o que implicava na redução dos equipamentos de medição e de tempo de técnicos e engenheiros), eliminando-se o balanço de exergia (o que, como será visto no item 5.14, pode ser dispensado para certos processos, mas não para outros) e concentrando a atenção sobre os setores, processos e equipamentos de maior consumo de energia na indústria.

Por outro lado pode-se notar que a despeito do detalhamento metodológico proposto, que se estende pelas 23 páginas do documento referenciado [CEMIG, s/data], este restringe-se praticamente aos equipamentos, não sendo abordada a questão dos processos e produtos, onde geralmente pode-se obter economias substanciais. Neste aspecto, os Estudos de Otimização Energética tiveram que desenvolver uma metodologia própria, frequentemente em função de cada caso analisado, o que dependeu bastante da experiência e sensibilidade dos responsáveis pela análise.

Os aspectos relativos ao gerenciamento administrativo dos Estudos, não constantes da metodologia, couberam a cada concessionária. Estas desenvolveram sua própria estratégia, definindo critérios de seleção das empresas a serem pesquisadas, formas de abordagem das mesmas, contratação de serviços de terceiros para execução dos Estudos, cronogramas, participação de seus técnicos no acompanhamento do trabalho de campo, avaliação do relatório final, verificação da implantação das medidas sugeridas, etc.

Assim, foram verificadas diferenças na sua aplicação, conforme foi apurado nas entrevistas realizadas com representantes de algumas concessionárias.

A CEMIG, coordenadora nacional do Projeto, é a concessionária com maior experiência nesse campo, tendo desenvolvido cerca de 40 estudos, muitos dos quais englobados nos Estudos Setoriais [SIMÕES e LATORRE, 1990]. Desde a

elaboração da metodologia inicial a CEMIG contou com a contribuição do CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, CEAG-MG - Centro de Apoio à Pequena e Média Empresa do Estado de Minas Gerais e UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, além destas, outras entidades estão credenciadas para a realização dos Estudos: FUPAI - Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria, de Itajubá, Fundação Cristiano Otoni, Universidade Federal de Juiz de Fora, Universidade Federal de Uberlândia e Universidade Federal de Ouro Preto.

A seleção do consumidor, ou do setor a ser pesquisado, dá-se com base num critério de carregamento do sistema elétrico, critério amplo com o objetivo geral de comercialização de energia, implicando ações de venda ou de conservação, conforme o sistema tenha folga ou esteja em vias de saturação.

Como filosofia de trabalho para os Estudos, a CEMIG adota a sensibilização dos consumidores, utilizando casos bem sucedidos para divulgação, dirigindo-se aos setores onde há um potencial de conservação de energia.

A prática demonstrou que a realização de balanços completos não fazia muito sentido tanto do ponto de vista técnico, como pelo fato de serem dispendiosos. Assim os Estudos são direcionados para os processos mais relevantes.

O principal fato a destacar é que a filosofia de conservação de energia na CEMIG ultrapassa a área comercial, como ocorre na maioria das empresas, para tornar-se uma filosofia da empresa como um todo, fazendo com que, inclusive, a administração central participe ativamente dos eventos.

O compromisso de execução das medidas apontadas no Estudo é feito através de uma carta-acordo com cada indústria.

A CESP realizou apenas 2 Estudos de Otimização Energética, com o patrocínio do PROCEL. Porém, estes enquadram-se na filosofia geral de trabalho de seu Departamento Comercial, que procura privilegiar ações nos principais setores de consumo (p.e. minerais não metálicos, papel e papelão, alimentos), atendendo também às características de carregamento do sistema elétrico. A parceria da empresa com o cliente é um aspecto considerado de grande relevância e visa transmitir uma imagem de confiabilidade da concessionária [DUARTE, 1991].

Destacou-se a importância do contato inicial com o cliente, onde deve ser envolvido o diretor ou dono da empresa, por um lado, e um profissional qualificado da concessionária, por outro. A CESP envia um engenheiro em todas as visitas relativas aos programas de conservação de energia, inclusive o Diagnóstico Energético, embora a execução dos trabalhos tenha ficado a cargo da FDTE - Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia, contratada especialmente como prestadora de serviços para tais programas.

No caso da CPFL, dos 6 Estudos contratados junto ao PROCEL, só 4 foram realizados até o momento. A seleção dos consumidores deveu-se principalmente à receptividade encontrada durante a elaboração do Diagnóstico Energético, sem se considerar o aspecto relativo ao carregamento do sistema elétrico.

Os estudos executados pela Companhia Paulista de Força e Luz são tomados como exemplos aplicativos do programa de Otimização Energética. A CPFL, obedecendo aos critérios de distribuição dos estudos pelas concessionárias de energia elétrica, responsabilizou-se pela elaboração de 6 estudos, dirigidos a indústrias localizadas na região de Campinas.

A realização do programa envolveu a assinatura de convênio específico entre a Eletrobrás e a CPFL, onde a primeira responsabilizou-se pelo repasse de recursos correspondentes à contratação de serviços externos para a execução dos estudos e a última pela seleção das empresas, contato com as mesmas e todo o acompanhamento dos trabalhos.

Como esta concessionária, bem como a grande maioria das outras, não dispõe de mão-de-obra qualificada para a realização deste tipo de atividade, foi contratada a Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia - FDTE, para realizar o trabalho, em função de sua experiência neste campo.

A seleção das empresas, feita no início do convênio, ao final de 1988, teve como critério a diversificação de setores de atividades, porte da empresa e receptividade da mesma à elaboração do estudo. Nesse momento, o grau de sensibilidade da CPFL em relação às potencialidades que poderiam advir do trabalho ainda era relativamente pequeno, o que ocasionou problemas comentados a seguir.

A empresa escolhida para o primeiro trabalho encaixava-se perfeitamente dentro dos critérios estabelecidos. O contato, porém, foi feito com o engenheiro responsável pela manutenção, o qual, embora interessado pelo assunto e com posição estratégica no que toca às possibilidades de concretizar as medidas que o estudo viria a sugerir, não tinha conhecimento dos planos da alta direção, bem como não tinha um compromisso permanente com a empresa.

Este engenheiro demitiu-se antes da conclusão do trabalho e seu sucessor não dispunha do mesmo nível de conhecimento e, principalmente, de motivação para o estudo. O mais curioso foi que, cerca de um mês após a entrega do estudo, a alta direção da empresa determinou a desativação da unidade na região de Campinas, antes que houvesse tempo disponível para pôr em prática as correções sugeridas no estudo, o que significaria uma economia de energia elétrica de mais de 20% do consumo total da empresa. O fato serve para ilustrar, de forma bem humorada, que este trabalho foi tão bom que alcançou uma economia de 100%!

O tempo decorrido para a realização dos estudos foi muito maior do que o previsto, fazendo com que uma outra empresa fosse procurada para o início dos trabalhos mais de um ano após a visita de seleção. A empresa desinteressou-se completamente pelo estudo, mostrando não haver compreendido os objetivos reais do trabalho.

Para todos os estudos procurou-se, a partir dos dados levantados por ocasião do Diagnóstico Energético, traçar o perfil de consumo de energia relativo aos setores da empresa, procurando-se atacar prioritariamente os de maior consumo. Devido ao intervalo de tempo entre um levantamento e outro, foi necessário efetuar a atualização dos dados. O acompanhamento do consumo e demanda de energia nos principais setores e equipamentos da empresa foi feito com os dados registrados em um Registrador Digital de Tarifa Diferenciada - RDTD, que tem a capacidade de integrar o consumo de energia em intervalos de até 5 minutos de duração. Estes dados permitem uma análise, ao longo do tempo, da operação dos principais equipamentos da empresa.

Um contato periódico com as empresas pesquisadas tem sido feito, com o objetivo de acompanhar o grau de implantação das medidas sugeridas.

Ao final deste capítulo serão analisados tecnicamente dois estudos realizados pela CPFL.

## 4.2 Estudos de Otimização Energética Setoriais

Os estudos setoriais representam avanço substancial nos programas de avaliação de consumo de energia industrial. A partir de um conjunto de empresas do mesmo ramo, é possível detectar-se com clareza problemas comuns, estabelecendo-se a estratégia comum para sua solução. Nestes estudos ficam evidentes as defasagens relativas ao estágio tecnológico de cada unidade em relação àquelas mais avançadas; pode-se levantar com bastante precisão os índices de consumo específico e podem ser propostos programas de conservação de energia mais abrangentes, com maior apoio técnico e um suporte valioso das associações de fabricantes que representam o setor estudado. Estas, pelo contato estreito que mantêm com as empresas, podem coordenar alguns programas específicos, agilizar eventuais financiamentos necessários para a concretização das medidas indicadas e proporcionar estímulo e motivação às empresas associadas.

A CEMIG é a concessionária com maior experiência nesse tipo de atividade, tendo realizado três estudos setoriais, nos ramos de panificação [CEMIG, 1987], laticínios [CEMIG, 1989a] e têxtil [CEMIG, 1989b].

Para a realização de um Estudo Setorial, de forma geral, a CEMIG utilizou de dados levantados em praticamente todas as indústrias do setor estudado no Estado de Minas Gerais e realizou Estudos de Otimização Energética Individuais e Diagnósticos Energéticos em algumas dezenas de indústrias selecionadas.

A metodologia adotada consiste das metodologias específicas dos instrumentos individuais utilizados e da composição destes dados para o setor em questão, que considera os seguintes aspectos:

- caracterização do setor no contexto energético do Estado;
- principais energéticos utilizados pelas indústrias do setor;
- descrição dos processos típicos de produção e seu estágio tecnológico;
- elaboração dos balanços energéticos e diagramas de Sankey para os processos típicos;
- cálculo dos consumo específico dos produtos finais;
- análise da possibilidade de racionalização energética e da substituição e adaptação de equipamentos;
- conservação de energia no sistema térmico;
- conservação de energia no sistema elétrico;
- análise dos sistemas tarifários aplicados ao setor;
- resumo das medidas de conservação energética sugeridas.

É confeccionado um relatório final e realizado um seminário com ampla participação das empresas envolvidas, em que se apresenta os principais resultados obtidos e as propostas de solução, por meio de palestras sobre os principais equipamentos e processos abordados no estudo, novas tecnologias, linhas de financiamento para conservação de energia e outras informações pertinentes.

A participação das associações das indústrias do setor é considerada de fundamental importância, tanto para a etapa de levantamento de dados, como para a etapa de implantação das medidas e acompanhamento dos resultados.

Deve ser registrado o fato de que, embora o programa esteja vinculado ao PROCEL, a CEMIG arcou integralmente com os custos do estudo realizado para o setor têxtil. Este estudo foi escolhido para a descrição feita no final deste capítulo.

### 4.3 Outros Estudos

Fora do âmbito do PROCEL o IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, também realizou uma série de estudos setoriais para as indústrias de cimento [IPT, 1978], cerâmica [IPT, 1980], fundição [IPT, 1981], têxtil [IPT, 1982], vidro [IPT, 1983], celulose e papel [IPT, 1985a], fertilizantes [IPT, 1985b], metalúrgica [IPT, 1990a] e açúcar e álcool [IPT, 1990b]. O IPT, em função de sua estrutura técnica sólida e diversificada, contando com áreas destinadas a determinados setores tecnológicos, inclusive com capacidade laboratorial, teve condições de executar estudos com um grau de profundidade dificilmente realizável por uma concessionária de energia elétrica ou empresas de consultoria em formação.

De acordo com informações obtidas em entrevista com o Coordenador do Programa de Energia [TERADA, 1991], o IPT dedicou-se à elaboração de estudos para alguns dos principais setores de consumo de energia do país. Tem realizado estudos para grandes indústrias como COSIPA, White Martins, Mineração Rio do Norte e Petrobrás, e para edifícios públicos como os prédios da AACD - Associação à Assistência da Criança Defeituosa e da Telesp.

Como metodologia geral aplicada aos estudos setoriais, o IPT adota os seguintes passos:

- descrição do setor analisado, com dados históricos sobre seu posicionamento no Brasil e no mundo, evolução da produção e outros dados específicos de cada setor;
- processo de fabricação, com a descrição detalhada do processo de produção de cada produto e principais etapas da mesma;
- diagnóstico do setor, levantando o consumo específico de energia para cada fase do processo e/ou para cada produto;
- gerenciamento energético, apresentando uma metodologia para implantação de um programa de conservação de energia;
- medidas de conservação de energia, relatando os procedimentos a serem seguidos para otimizar o consumo energético em cada sistema do processo produtivo, abordando as possibilidades do uso de tecnologias mais eficientes;
- casos típicos de levantamento energético, onde se procura aprofundar a avaliação de alguns processos;
- apêndices, apresentando propriedades de matérias primas e produtos, conceitos relativos aos principais processos, roteiros de cálculo, instrumentos de medição e tabelas em geral.

A experiência do IPT em conservação de energia vem da época da crise do petróleo, quando a ênfase era mais na substituição de combustíveis do que propriamente na conservação de energia, vista de uma forma global. Vários estudos tiveram o apoio do CNP - Conselho Nacional do Petróleo e recursos da FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos, dentro do Programa de Assistência do Conselho Nacional do Petróleo à Indústria Paulista em Conservação de Energia, citado no preâmbulo do Capítulo 3.

Ao nível dos grandes consumidores, a Agência para Aplicação de Energia do Estado de São Paulo elaborou, em conjunto com o PROCEL, o Projeto 69, para desenvolver metodologia de Otimização Energética em Consumidores Atendidos em Tensão maior do que 69 kV. Este projeto envolveria a participação de 6 empresas de consultoria, para trabalhar em 18 indústrias, levantando os energéticos utilizados, desenvolvendo uma metodologia, propondo alternativas e analisando custos. A idéia seria desenvolver uma metodologia de trabalho que pudesse ser repassada a outras empresas. Até o



momento, porém, não houve a aprovação do projeto por parte do PROCEL [GARCEZ, 1991].

#### 4.4 Entidades de Prestação de Serviços

Do ponto de vista das entidades prestadoras de serviços, foram entrevistadas a FDTE [LIMA, 1991] e a EFEI [NOGUEIRA, 1991].

A FDTE, embora vinculada à Escola Politécnica da USP, conta, para a realização dos levantamentos em conservação de energia (Estudos de Otimização Energética e Diagnósticos Energéticos), com equipe própria, não recorrendo praticamente à mão-de-obra da Universidade. Os trabalhos de levantamento de campo são feitos por técnicos contratados especialmente para isso, mas as análises são feitas pelos especialistas da própria FDTE ou por consultores contratados.

A EFEI, também representada pela FUPAI - Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria, tem uma prática distinta. Pode ser considerada a pioneira em ministrar cursos de administração e conservação de energia (inclusive a pedido da CEMIG) no início dos trabalhos do PROCEL. Estes cursos compunham-se de uma parte conceitual de revisão termodinâmica e demais assuntos necessários à elaboração de auditorias energéticas, bem como uma parte prática de realização dos Estudos propriamente ditos em uma empresa previamente escolhida na região.

A participação de alunos de graduação e pós-graduação é uma prática bastante utilizada, com bons resultados.

Outras experiências, fora do âmbito dos Estudos de Otimização Energética do PROCEL, têm contribuído à promoção da economia de energia na indústria. Empresas de consultoria têm surgido para atuar nesse mercado que aparenta crescimento. Os serviços oferecidos são os mais variados possíveis, sendo conhecidas empresas como Engcomp, Interact, Consenso e Generco, esta última formada por profissionais ligados à EFEI.

#### 4.5 Estudos de Caso

A seguir, são descritos 2 dos 4 Estudos de Otimização Energética realizados pela CPFL, chamando-se a atenção para a necessidade de manter sigilo em relação a alguns dados confidenciais das empresas, conforme compromisso expresso em correspondência entre as partes. Dos Estudos de Otimização Energética Setoriais, foi escolhido aquele dirigido ao Setor Têxtil do Estado de Minas Gerais, realizado pela CEMIG.

Deve-se ressaltar que o autor acompanhou o desenvolvimento de todos os estudos da CPFL, tendo sido o principal responsável técnico pela análise e avaliação dos relatórios emitidos pela FDTE.

**Empresa: Júpiter Produtos Alimentícios Ltda.**

Endereço: Av. Dr. Cássio Paschoal Padovani, 1315 - Piracicaba, SP

Setor alimentício: produção de biscoitos

Consumo médio mensal: 653 MWh

Características do processo: a empresa produz uma linha diversificada de biscoitos. De uma maneira geral, a seqüência de fabricação é a seguinte: preparação da massa, laminação, estamparia, cozimento, colocação de recheio (somente em alguns casos), resfriamento e embalagem.

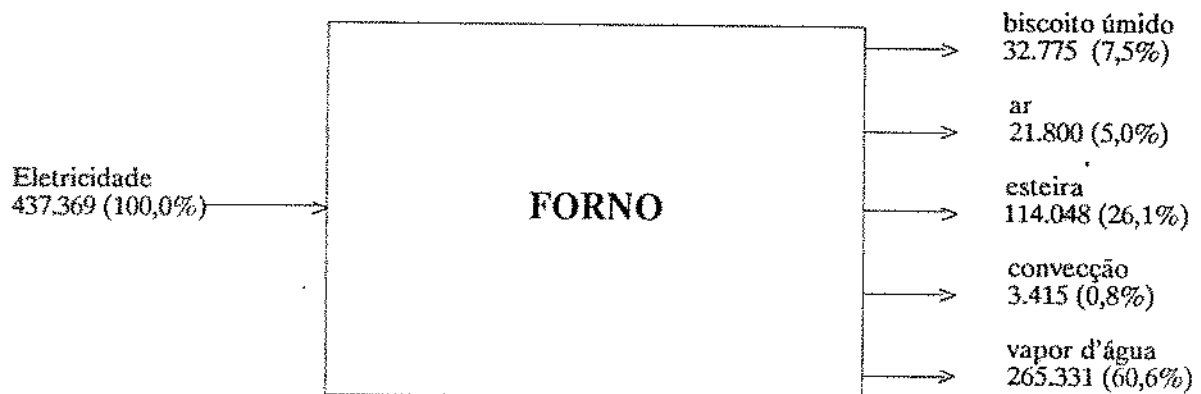
O processo de cozimento respondia por 81 % do consumo de energia da empresa, estando dividido em dois fornos, de potências 740 e 390 kW, para onde foram dirigidos os esforços do estudo de otimização energética. Os fornos são do tipo túnel, com 74 e 60 m de comprimento, respectivamente, operando continuamente, com uma única parada semanal, aos domingos.

Os balanços energético e de massa, descritos somente para o primeiro forno, têm os resultados mostrados abaixo.

A demanda média do forno é de 480 kW, enquanto que a demanda máxima chega a 814 kW. Isto ocorre por ocasião do religamento e reaquecimento do forno.

Pelos dados levantados, concluiu-se que a evaporação dos biscoitos e o aquecimento da esteira eram os maiores consumidores de energia no processo.

**Balanco energético (unidade: kcal/h)**



**Balanco de massa (unidade: kg/h)**

biscoito seco	----->	1.251
água/vapor	----->	376
esteira	----->	17.280

Chegou-se a cogitar em reduzir a quantidade inicial de água na massa dos biscoitos. Por uma questão de processo, no entanto, a composição da massa varia dentro de limites bastante estreitos, o que afastou a possibilidade de conseguir alguma economia de energia com esta proposta.

Assim, o enfoque principal do estudo convergiu para o isolamento térmico no trajeto de retorno da esteira transportadora dos biscoitos pela parte inferior do forno. Naquela época, a empresa não dispunha de informações a respeito das implicações da temperatura de entrada da esteira sobre a qualidade do produto, pois nesse estágio o biscoito, até então transportado à temperatura ambiente, é transferido para a esteira quente. A dúvida era em relação ao nível de temperatura que o biscoito poderia suportar sem comprometer sua qualidade.

O estudo propôs duas alternativas: na primeira, seria feito o isolamento térmico em toda a extensão da esteira; na segunda, um isolamento parcial, como forma de controlar a temperatura de chegada da esteira na entrada do forno.

Outras sugestões consistiram do seguinte:

- controlar a demanda na partida do forno, de forma a aproximar os valores entre a demanda máxima e a média;
- aproveitar o calor liberado pela esteira em seu trajeto de retorno para aquecimento de água (há necessidade de água aquecida para manter a temperatura do reservatório de gordura em níveis acima de seu ponto de solidificação);
- isolar a área de cozimento da área de embalagem, onde a variação de temperatura nesta última poderia ser uma razão para um índice de rejeito relativamente alto;

O isolamento térmico total do trajeto de retorno da esteira do forno descrito poderia proporcionar uma economia de energia da ordem de 23 % do consumo do forno e 10 % do consumo de energia elétrica total da empresa, com retorno do investimento estimado para 6,5 meses.

Esta foi a empresa que mais avançou em termos de concretizar as medidas sugeridas. Pelo fato de logo após a entrega do estudo ter se decidido pela instalação de um terceiro forno, de características muito semelhantes ao analisado, a empresa pôde, sem o ônus de interferir na produção pelas paradas que seriam necessárias à readaptação do forno estudado, incorporar as sugestões na instalação desse terceiro forno. Foi mais além, introduzindo outras modificações, tais como controle automático de temperatura por zona, exaustão controlada de vapor, diminuição do comprimento das resistências transversais ao forno, conferindo maior homogeneidade aos biscoitos produzidos e melhoria no isolamento térmico das laterais e teto do forno.

Os primeiros testes, com isolamento total do retorno da esteira, revelaram uma melhoria global de qualidade do produto e apontaram para uma economia de 22 %, demonstrando, portanto, a exatidão dos cálculos executados. Apenas um, entre todos os tipos de biscoitos produzidos, não suportava o contato com a esteira num nível de temperatura superior ao que estava sendo praticado.

Atualmente o novo forno instalado está operando em regime normal, apresentando um resultado global de economia de 11 %, tendo como base de comparação o consumo mensal de energia elétrica. Está prevista para o ano de 1992 a reforma do primeiro forno, que serviu para a realização do estudo.

Este caso exemplifica que o fator fundamental para atingir plenamente os objetivos de um programa de conservação de energia deste tipo, pode estar na seleção e motivação do consumidor. A direção da empresa já tinha uma filosofia de racionalização do seu processo, dispondo de uma equipe comprometida e motivada que já vinha adotando muitas medidas de melhoria de desempenho da produção. O estudo veio contribuir para a explicitação de um problema que ainda não havia sido detectado pelos critérios de avaliação próprios da empresa.

Pode-se notar que, mesmo neste tipo de empresa, o compromisso com a produção e a visão endógena frequentemente dificultam a visualização de todos os problemas, sendo por vezes extremamente salutar contar com uma avaliação externa qualificada e descomprometida da produção.

### **Empresa: Pinhalense S/A - Máquinas Agrícolas**

Endereço: Rua Honório Soares, 80 - Espírito Santo do Pinhal, SP

Setor metalúrgico: produção de máquinas agrícolas

Consumo médio mensal de energia elétrica: 44 MWh

Demanda média: 267 kW

Consumo mensal de óleo BTE: 48 t

Características gerais do processo: a empresa utiliza-se de lingotes para fundição, chapas, perfis, barras e tarugos, os quais são processados nas áreas de mecânica, funilaria, montagem e pintura. As máquinas produzidas, preferencialmente para a agroindústria cafeeira, são bastante diversificadas e de porte relativamente grande. Por essa razão, as operações de montagem e pintura são realizadas em posições flexíveis dentro de uma extensa área destinada a isto. Os equipamentos necessários a estas operações são transportados ao longo da fábrica, provocando alterações nas características de carga dos circuitos e quadros de distribuição de energia elétrica.

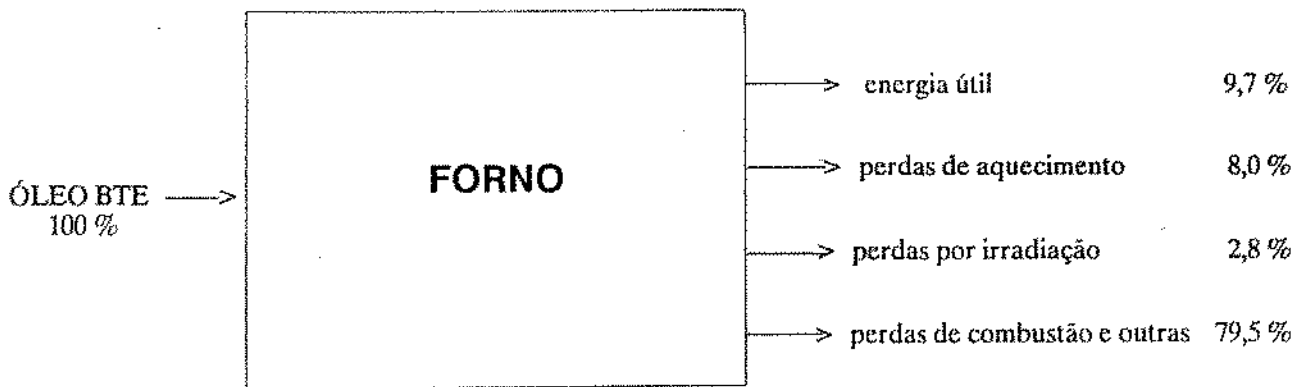
A composição do uso do óleo combustível e energia elétrica é de 93 e 7 % em termos energéticos e 68 e 32 % em termos de custo, respectivamente. As máquinas de solda são responsáveis pelo consumo de 56 % da energia elétrica e os motores por 23 %.

O estudo enfocou o uso do óleo combustível em dois fornos da área de fundição e a energia elétrica utilizada nas máquinas de solda.

Com relação aos fornos, foi calculado o consumo específico médio em 0,231 kg de óleo/kg de material fundido e um balanço energético conforme esquema da página seguinte.

Afirma-se no estudo que as eficiências usuais para esse tipo de operação situam-se entre 20 e 30 %. Atribuiu-se a baixa eficiência a 3 fatores principais:

- sobreaquecimento do banho devido à falta de controle de temperatura;
- condições inadequadas de combustão;



- inadequação entre a intensidade da chama e o tamanho da câmara de combustão.

A partir dessa constatação, as recomendações para melhorar a eficiência no uso do óleo combustível foram as seguintes:

- monitorar a temperatura com termômetro tipo lança;
- adequar experimentalmente a intensidade da chama;
- otimizar as condições de combustão a partir das experiências com diferentes misturas ar/combustível;
- introduzir uma sistemática de premiação para os empregados do setor de fundição em função da diminuição do consumo específico.

A análise das máquinas de solda mereceu um estudo bem detalhado em 21 páginas do relatório, tendo sido considerada importante sob três aspectos:

- consumo de energia ativa;
- picos de corrente e geração de harmônicos;
- geração de correntes reativas ao longo da fábrica.

Das máquinas relacionadas, responsáveis por uma potência útil estimada em 200 kVAr, foram selecionados 3 grupos principais, representando 90 % das mesmas, com potência útil estimada em 167 kVAr:

- TR1-B71 Bambozzi, máquina de corrente alternada monofásica, usada basicamente para “pontear” peças metálicas que devem ser fixadas entre si;
- MIG-TRR 3110 Bambozzi, usada para soldar efetivamente peças já previamente fixadas através de pontos de solda;
- TNG B/56, máquina tipo motogerador de corrente contínua, usada como alternativa à máquina MIG, promovendo

melhor acabamento, particularmente em costura de fechamento de tubos metálicos.

Com base nos cálculos de energia útil em diferentes situações operacionais, foi possível estabelecer uma série de recomendações descritas a seguir:

- redução do comprimento dos cabos de alimentação, uma vez que na maior parte das máquinas encontravam-se com comprimento maior do que o necessário, implicando em perdas;
- melhoria dos contatos para ligação dos cabos, que estavam causando desperdício de energia;
- diminuição do tempo de operação em vazio e execução de soldas mais rápidas, o que poderia ser conseguido com o treinamento dos soldadores.

Com respeito à última recomendação, foi calculada a energia útil em duas situações de operação da máquina TR1-B71, compreendendo um ciclo de solda de 2 s de duração, com intervalos médios entre soldas de 30 s e 300 s, respectivamente. O resultado foi um consumo energético de 30,7 e 130,6 kJ/solda, correspondentes a 15,6 e 3,7 % de energia útil, respectivamente.

Outras medidas, de caráter geral, referiam-se à descentralização dos capacitores de compensação do fator de potência, o que implicaria na redução das perdas na rede interna de distribuição, e à mudança de opção tarifária, com a migração da tarifa binômica convencional para a tarifa verde, o que poderia resultar numa economia de mais de 20 %.

Finalmente sugeriu-se a implantação de um sistema de gerenciamento do consumo, com a criação de alguns relatórios que permitissem acompanhar o consumo energético e fixar metas de economia. Para tanto, o usual é fazer uso do consumo específico como fator de comparação. Como é impossível estabelecer uma correlação entre o número de unidades ou tonelagem produzida, devido à diversidade de equipamentos fabricados, a sugestão foi adotar como indicador o número total de eletrodos consumidos em relação ao consumo mensal de energia elétrica.

Decorrido quase um ano da realização dos estudos, a Pinhalense concretizou várias das medidas sugeridas, tais como:

- redução do comprimento dos cabos das máquinas de solda;
- melhoria das conexões;
- substituição de máquinas de solda, onde estavam superdimensionadas;
- colocação de chaves para desligamento das máquinas em períodos de curta duração;
- orientação aos encarregados;
- instalação de iluminação setorizada;
- opção pela Tarifa Verde.

A empresa sofreu o impacto da retração econômica e ainda não pôde tomar medidas que impliquem em investimentos

maiores. Estão programadas as medidas relativas à fundição e campanhas de conscientização que atinjam todos os empregados. Dada a dificuldade de dispor de um indicador simples para o cálculo do consumo específico, a empresa até o momento não tem dados quantitativos relativos ao montante de energia economizada. Está trabalhando, porém, na criação de um parâmetro que possa servir de indicador do consumo específico, como número de horas trabalhadas, tonelagem de material fundido e consumo de eletrodos na máquinas de solda.

## **Estudo de Otimização Energética Setorial Têxtil**

Elaborado pela CEMIG e pelo CEAG-MG, este estudo apoiou-se em pesquisa junto às indústrias têxteis do Estado de Minas Gerais, que totalizam 119 indústrias situadas predominantemente ao sul do Estado, na Zona da Mata (39 %), Zona Metalúrgica (26 %) e Região Sul (15 %), das quais 70 foram pesquisadas, tendo sido realizado o Estudo de Otimização Energética individual em 6 indústrias e o Diagnóstico Energético em 12.

O setor têxtil mineiro responde por 4,5 % do consumo total de energia do estado. Os energéticos que o sustentam são a eletricidade, o óleo combustível e a lenha, participando em partes praticamente iguais no seu perfil de composição energética, com 36,2 %, 28,5 % e 35,3 %, respectivamente.

Todos estes dados constam do relatório final do estudo setorial [CEMIG, 1989b] que, ao longo de suas quase 150 páginas, descreve os processos típicos, por setor e por equipamento, e os respectivos consumos específicos. As medidas de conservação de energia sugeridas são desagregadas pelos sistemas elétrico, térmico e outros. São consideradas novas tecnologias e as possibilidades de substituição ou adaptação de equipamentos.

A matéria-prima mais utilizada é o algodão, com 75 %, seguindo-se a poliamida ("nylon"), com 16 %. Os principais produtos são os tecidos planos (61 %), malhas (16 %) e meias (8 %). Há ainda indústrias que produzem especificamente fios (11 %), a serem processados por outras empresas do setor.

Em função dessa diversidade de matérias-primas e produtos, o estudo adotou três unidades de referência para caracterizar as indústrias típicas:

- Unidade de Referência I - UR-I, designa as empresas que produzem tecidos planos, usando o algodão como matéria-prima;
- Unidade de Referência II - UR-II, empresas que produzem malhas de algodão;
- Unidade de Referência III - UR-III, empresas que produzem meias de poliamida.

Está reproduzido na página seguinte o quadro descritivo dos parâmetros característicos das unidades de referência, que consta da página 32 do relatório [CEMIG, 1989b].

---

PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DAS UNIDADES DE REFERÊNCIA

---

UR	Produção Média		Consumo médio mensal de energéticos		
	(t/mês)		energia elétrica (MWh)	óleo combustível (t)	lenha (m <sup>3</sup> st)
I	682,5		1530	159	3200
II	70,0		512		656
III	2,6		31	2,7	

	Demanda média (kW)		Fator de carga médio	
	Ponta	Fora de Ponta	Ponta	Fora de Ponta
I	2920	2955	0,957	0,876
II	960	985	0,851	0,714
III	-	80	-	0,513

Fonte: CEAG-MG, Pesquisa 1988

O estudo apresenta a distribuição percentual de energia por setor de produção para cada unidade de referência, compreendendo fiação, preparação, tecelagem, malharia, acabamento, geradores de vapor e/ou aquecedores de fluido térmico, outros setores e recalque de água. Também é apresentado o consumo por equipamento. A seguir são construídos os Diagramas de Sankey para cada unidade de referência, divididos em energia elétrica e energia térmica, os quais indicam a predominância da energia elétrica para a produção de força motriz e dos combustíveis para a produção de vapor.

Com esses dados foram elaborados os quadros de consumos específicos médios por equipamento em cada unidade de referência. Além disso, apresenta-se um quadro de máximos e mínimos, que ressalta a grande dispersão entre os valores de equipamentos similares, fato atribuído a diversos fatores, entre os quais a idade e o estado de manutenção, grau de modernização, utilização ociosa de equipamentos e características de processos — por exemplo, certos produtos devem passar mais de uma vez pela mesma máquina.

As 90 páginas finais do relatório são dedicadas à análise das possibilidades de conservação de energia, detalhando-se para cada equipamento ou processo as medidas recomendáveis, descritas resumidamente a seguir, onde o número entre



parênteses representa a porcentagem de redução das perdas com a adoção da medida e o número entre chaves a porcentagem de economia total com a adoção.

Para o sistema elétrico:

- utilização de lâmpadas mais eficientes;
- dimensionamento adequado dos condutores (36 %);
- instalação de capacitores na extremidade dos circuitos de distribuição (33 %);
- dimensionamento adequado de motores;
- utilização de níveis de tensão mais elevados em novas instalações, como, por exemplo, mudança de tensão de 220 para 380 V em circuito de alimentação de motores (67 %);
- implantação de equipamentos têxteis mais modernos, de maior produtividade;
- melhoria do fator de carga, com a instalação de controladores de demanda;
- adoção de rotinas de manutenção programadas nos sistemas e equipamentos elétricos;
- conscientização dos operadores dos equipamentos, visando evitar operações ociosas;
- controle automático da vazão de ar em sistema de ar condicionado {30 %};
- adequação de compressores e redes de ar comprimido {20 %}.

Para o sistema térmico:

- execução de rotinas de manutenção em sistemas geradores de vapor e aquecedores de fluido térmico;
- treinamento de operadores quanto à utilização e ao controle das caldeiras;
- instalação de sistemas de controle de pressão para uso do vapor direto;
- aproveitamento do vapor de reevaporação;
- utilização do condensado para elevação da temperatura da água de alimentação das caldeiras;
- isolamento térmico de redes de vapor (80 %);
- recuperação do calor residual dos gases quentes {5 %};
- manutenção de purgadores {25 %}.

A fase de apresentação dos resultados contou, além do relatório, com a realização de um Seminário, patrocinado pela CEMIG e pelo PROCEL, em 17 e 18 de outubro de 1989, onde foram apresentadas as principais conclusões do estudo e proferidas palestras sobre os seguintes temas:

- A Conservação de Energia Elétrica na Área de Concessão da CEMIG
- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL
- Visão Panorâmica da Indústria Têxtil no País
- Técnicas de Conservação de Energia Aplicada no Setor Têxtil - Energia Elétrica
- Técnicas de Conservação de Energia Aplicada no Setor Têxtil - Energia Térmica
- Economia de Energia Elétrica em Sistemas de Iluminação
- Avaliação do Desempenho dos Motores Elétricos Trifásicos
- A Atuação do BNDES e BDMG em Conservação de Energia
- As Novas Tecnologias Têxteis e sua Contribuição no Aumento da Qualidade e Produtividade
- Os Modernos Processos de Climatização no Setor Têxtil e sua Contribuição para a Conservação de Energia
- Implantação da Conservação de Energia Elétrica na Indústria
- Experiência de Conservação de Energia Térmica e Cogeração na Santista Têxtil

Seis meses após a realização dos seminários nos setores laticínios e têxtil, foi enviado questionário para 100 empresas de cada setor, com prioridade para aquelas que participaram dos seminários. Houve 75 % de retorno, indicando uma economia já alcançada nesse período de 8,0 e 8,6 GWh/ano, respectivamente, representando 6,7 e 2,1 % do consumo médio de cada setor [CEMIG, 1991]. São números modestos, mas deve-se lembrar que medidas que exigem investimentos podem levar mais tempo até serem adotadas.

#### 4.6 Comentários

No geral, os Estudos de Otimização Energética analisados apresentam uma metodologia padrão, que pode ser resumida pelas seguintes etapas:

- identificação e caracterização da empresa;
- balanço energético por fonte de energia e por setores;
- definição das áreas de atuação do Estudo;
- análise das áreas selecionadas;
- proposição de medidas de racionalização de energia;
- avaliação econômica.

Além disto, como atividade complementar não ligada estritamente ao Estudo, ocorre uma fase de acompanhamento, onde

procura-se verificar a implementação das medidas, seus impactos sobre a produção e a correspondência entre o proposto e o realizado.

O detalhamento de uma metodologia, entretanto, encontra algumas barreiras à sua consecução:

- grau de profundidade técnica;
- abrangência no tratamento de assuntos correlatos;
- diversidade de equipamentos e processos industriais.

A profundidade com que é tratado o Estudo varia decisivamente, conforme a disponibilidade de recursos financeiros. Estes representam um fator limitante à análise mais detalhada de determinados processos ou à elaboração de testes para verificação de mudanças nas condições de trabalho ou de equipamentos.

Freqüentemente economias de energia podem ser obtidas por meio de ações que extrapolam o campo da operação de equipamentos e processos, para situar-se no campo gerencial/administrativo, colocando em evidência falhas administrativas da empresa. Cabe perguntar até que ponto deve o profissional de energia envolver-se em questões deste tipo, quando depara-se com aspectos subjetivos como o orgulho dos responsáveis por decisões que implicaram em desperdício energético, por exemplo. Esta é uma tarefa delicada, que exige do profissional muita habilidade, muitas vezes mais de cunho psicológico do que técnico.

A diversidade de equipamentos e processos no setor industrial faz com que praticamente cada caso analisado seja novo, exigindo uma metodologia específica e detalhada a ser desenvolvida.

Finalmente, não resta dúvida que os estudos setoriais representam um ganho significativo em relação aos estudos individuais, quer pela economia de escala, quer pelo aspecto de difusão e estímulo das proposições encaminhadas pelo estudo às empresas não atingidas, contando mais decisivamente, inclusive, com a participação da associação de classe do setor industrial em questão.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Um grande esforço foi despendido nos últimos anos pelas mais variadas instituições, visando definir políticas voltadas à conservação de energia. Os programas descritos anteriormente, embora constituam-se em instrumentos necessários ao andamento das atividades de conservação de energia, não podem ser entendidos como peças de um conjunto coerente.

Se diz o ditado que “a necessidade é a mãe da invenção”, a ameaça da falta de energia elétrica proporcionou a criação de, além destes, inúmeros outros instrumentos técnicos, econômicos e institucionais, com o objetivo de estabelecer metas e alcançar resultados que adiassem investimentos no sistema elétrico, ou, de forma mais realista, permitissem ultrapassar o período crítico, onde os investimentos não se realizariam por falta de recursos disponíveis.

Tais programas, nascidos em diferentes momentos e em diferentes instituições, com objetivos nem sempre coincidentes, movidos por entidades que freqüentemente apresentam estruturas dificultantes à execução destes mesmos programas, trazem, por outro lado, o mérito do pioneirismo em termos nacionais. Estes fatos reforçam a necessidade de uma reavaliação dos programas de modo a torná-los mais ágeis, econômicos e motivadores.

A avaliação dos resultados obtidos em cada um dos programas é uma questão complexa, dado ser praticamente impossível acompanhar as ações desenvolvidas por milhares de consumidores, mesmo porque alguns programas têm um caráter muito mais educativo do que de aplicação técnica e destes esperam-se resultados a longo prazo, com contornos nem sempre definidos ou verificáveis e de forma diluída.

Os resultados obtidos até agora, não obstante seu alto grau de dispersão, são notórios. Dificilmente seriam alcançados de maneiras muito diferentes, pois é difícil elaborar um planejamento global sem o concurso de um trabalho de exploração muitas vezes sujeito ao “método de tentativa e erro”. A estes fatores deve-se acrescer a ocorrência da diversidade dos interesses, quando se pensa nos indivíduos e instituições envolvidos no processo.

Como saldo principal do trabalho empreendido, dispõe-se hoje de uma massa crítica considerável que coloca o tema do uso racional de energia como permanente e imprescindível à construção do futuro do país.

Voltando ao ditado, porém, se muitas invenções foram feitas, será que as necessidades que buscavam atender foram devidamente delineadas? Serão os remédios desenvolvidos e prescritos os mais adequados ao tratamento do desperdício crônico herdado de épocas onde os recursos naturais eram considerados ilimitados?

Passados cerca de seis anos, desde a implantação do PROCEL, chega-se ao momento oportuno à reflexão, que está sendo empreendida por muitos dos organismos envolvidos nos programas de conservação de energia, alguns deles passando por uma fase de reestruturação.

Este capítulo propõe-se a levantar questões para discussão, lembrando que a tarefa de conferir maior racionalidade à política de conservação de energia deve necessariamente envolver todos os seus agentes. As considerações feitas a seguir pretendem, de maneira modesta, contribuir como subsídio a esta discussão.

## 5.1 Motivação e Conscientização

Como afirma Nogueira [NOGUEIRA, 1990], “não restam dúvidas que as dificuldades para uma ampla difusão das auditorias energéticas é de ordem cultural e não tecnológica”. Pode-se generalizar o comentário a outras tantas iniciativas onde o Brasil provou ter competência técnica inquestionável, como são os casos da indústria aeronáutica, da Petrobrás e do recente Programa Nuclear Paralelo, sob a responsabilidade da Marinha Brasileira, o qual, se pode suscitar questionamentos de ordem estratégica, moral ou política, não deixa dúvida na demonstração de uma altíssima capacidade técnica e gerencial.

As ações no campo da conservação de energia têm tornado cada vez mais evidente que o principal obstáculo à diminuição dos desperdícios reside no baixo nível de consciência da sociedade em relação à disponibilidade de seus recursos. Campanhas educativas, quando bem conduzidas, trazem resultados bastante satisfatórios, principalmente aquelas onde os envolvidos são crianças e adolescentes, menos condicionados à cultura do desperdício e mais sensíveis às mensagens dirigidas ao que o ser humano traz em sua essência: a necessidade de uma interação harmônica com o seu ambiente.

É muito ilustrativo o exemplo do Programa Procel nas Escolas do Primeiro Grau, dirigido a escolares de 5ª série do primeiro grau, conseguindo um engajamento imediato das crianças, uma vez que lhes chama a atenção para o que elas consideram óbvio: como é possível a redução dos desperdícios em suas próprias residências. As crianças buscam colocar imediatamente em prática o que aprenderam e passam a exigir também de seus pais mudanças de hábitos. Tais mudanças de comportamento refletem-se em avaliações, como a que a CPFL realizou em algumas das cidades de sua área de concessão. Consta-se, porém, que quando as crianças não encontram ressonância de parte dos adultos, muitas acabam por desmotivar-se e voltam ao padrão anterior.

Tem-se ainda verificado, particularmente junto às pequenas e médias indústrias, não ser produtor apenas desfilando uma série de tecnologias com argumentos economicistas, se não há um trabalho de motivação através do qual o empresário possa enxergar o consumo de energia com maiores variáveis nas suas implicações.

Percebe-se a generalizada falta de motivação das empresas, que certamente tem sua base na falta de motivação das pessoas que as dirigem e que nelas trabalham. Por um lado, poder-se-ia justificar essa postura como reação passiva aos sucessivos desencontros das políticas governamentais, que deixam a sociedade na permanente expectativa de surpresas, geralmente não muito agradáveis, seja de ordem econômica, através da sempre crescente alteração de impostos e taxas para sustentar uma estrutura governamental não confiável aos olhos da sociedade, seja em consequência de inúmeras medidas de ordem legal que impedem qualquer planejamento a médio e longo prazos.

Por outro lado, a sociedade habituou-se a um comportamento paternalista, à espera de um “salvador da pátria” que chegue para resolver de imediato todos os problemas nacionais. Enquanto isso, adota-se a “lei de Gerson”, como ficou conhecida a atitude de procurar levar vantagem, o que, infelizmente tem sido a prática nacional nos últimos anos.

Todo este comportamento reflete-se diretamente na motivação dos indivíduos para qualquer projeto que não traga benefícios a curto prazo, ou cujos ganhos sejam aparentemente pequenos. O grau de consciência da sociedade, de maneira geral, não lhe permite visualizar que é através de mudanças de postura a nível individual, de grupos, de empresas, etc., que se pode caminhar para alcançar uma sociedade que no fundo todos desejariam.

As transformações por que tem passado o mundo nos dias atuais têm revelado alguns aspectos bastante positivos no

comportamento de pessoas e de corporações. Cada vez mais tem-se percebido que a desmotivação e o negativismo que tomou conta de parte considerável da sociedade começam a ser combatidos com firmes tentativas de mudança de atitude. A nível das empresas, este fato tem-se mostrado através da implantação de programas de qualidade total, tão conhecidos no Japão e aqui começando a ser adotados em empresas com uma visão mais moderna de administração, baseada antes de tudo no respeito e no potencial humano de seus empregados.

Empresas com esta postura normalmente perseguem objetivos permanentes de melhoria de produtividade e eliminação de desperdícios, tendo como consequência a otimização, inclusive, de seu consumo de energia. Estas servem de exemplo motivador, demonstrando as vantagens de relações de parceria transparentes, harmônicas e criativas.

No próprio setor elétrico algumas empresas estão dando os primeiros passos nesse sentido. Em novembro de 1991, a CPFL deu início à implantação de um programa de Qualidade Total. Pela experiência de empresas privadas que já têm implantado esse programa, alguns anos são necessários para lograr-se resultados visíveis para o cliente externo. Não obstante, este fato pode significar um grande estímulo aos programas de conservação de energia, de forma muito mais sólida, por fazerem parte de uma filosofia mais abrangente, com a expectativa de economias substanciais no consumo de energia. Um indicador da nova cultura que está se formando junto ao empresariado é o sucesso das publicações a respeito do assunto nos últimos anos.

A conclusão principal desta dissertação é a de que a conscientização da sociedade, representada pelos seus mais diferentes grupos, e mais especificamente, para o caso deste estudo, pelas indústrias, é fator determinante na mudança do comportamento visando a conservação de energia.

Mas cabe ressaltar a importância de entender que conscientizar não é exigir que as pessoas sigam determinados modelos preestabelecidos ou que basta alimentá-las com uma grande quantidade de informações. A conscientização passa necessariamente pela relação que as pessoas estabelecem entre as coisas, na sua própria realidade, o que as leva não só a ter uma visão racional daquilo que as afeta, mas, principalmente, a sentir profundamente esta realidade, vivenciá-la e saber das implicações que ela traz à vida como um todo.

## 5.2 Conhecimento do Cliente

Sabe-se que qualquer mensagem que procure atingir o indivíduo e motivá-lo a qualquer ação deve ser elaborada a partir do conhecimento profundo sobre esse indivíduo. As agências de publicidade, altamente especializadas em estudar hábitos e comportamentos sociais para venderem produtos de todos os tipos, não raro usam de artifícios para criar necessidades de consumo.

Não há evidências de que o setor elétrico tenha chegado a este estágio de conhecimento sobre seus clientes em geral. O PROCEL, até o momento, obteve informações relevantes sobre como é consumida a energia elétrica nos vários setores de consumo. Entretanto, não parece ter conhecimento suficiente do comportamento psicológico do consumidor de modo a convencê-lo, de maneira eficaz, a uma mudança de hábitos.

As concessionárias de distribuição de energia, que estão mais próximas do consumidor, em geral dispõem, em suas equipes comerciais, de técnicos em engenharia, economia e administração, reservando o uso das áreas de comunicação social das empresas para confecção de material de projetos já concebidos pela áreas técnicas.

A mudança de atitude que os programas de conservação de energia pretendem obter dos consumidores teria que ser praticada, antes de tudo, pelas próprias concessionárias do setor elétrico, através do processo de conhecimento dos seus clientes, utilizando para tanto os profissionais devidamente capacitados para essa tarefa. Campanhas de caráter geral seriam mais eficazes se elaboradas a partir destes princípios.

A propósito, a atuação das concessionárias nos programas de conservação de energia tem provocado a necessidade de uma revisão nas formas de relacionamento com o cliente. A CESP, já há algum tempo, substituiu o termo consumidor por cliente, demonstrando a disposição de encarar o comprador de energia elétrica como algo mais do que aquele indivíduo situado do lado de lá do balcão de uma loja, pouco interessando o que ele vai fazer com o produto adquirido. A CPFL criou recentemente uma divisão destinada a prestar orientação às empresas, com o objetivo de atrair empresas para regiões da área de concessão onde há disponibilidade de energia, fornecendo informações sobre as melhores oportunidades de localização industrial, características dos municípios, formas de obtenção de recursos para deslocamento e instalação de novas empresas e outras informações de caráter técnico, econômico e financeiro sobre o sistema elétrico.

Estas iniciativas são um importante marco no sentido de modificar radicalmente a estrutura das áreas de atendimento ao cliente industrial, proporcionando às equipes condições de efetuarem a comercialização de energia por critérios modernos, onde se exige, ao lado de amplos conhecimentos técnicos, uma postura comercial competente para o estabelecimento de uma relação de parceria e confiança entre o cliente e a concessionária.

Deve-se salientar que os programas de conservação de energia não foram os únicos responsáveis pela percepção da necessidade dessa mudança de postura. Como já foi dito anteriormente, a dinâmica ecológica, econômica e social exige uma profunda reflexão sobre a própria existência humana. No entanto, os citados programas tiveram papel fundamental nesta direção, à medida que serviram à maior aproximação da concessionária com os seus clientes.

### 5.3 Gestão de Energia

Também tem faltado às empresas do setor elétrico o conhecimento mais detalhado do seu próprio sistema elétrico. A perfeita identificação de áreas críticas para a geração, transmissão e distribuição é importante para o estabelecimento de uma política de comercialização de energia abrangente que procure utilizar o instrumento mais apropriado a cada situação. Em artigo publicado na Revista São Paulo Energia [MORAIS e DONATELLI, 1990], mostram-se algumas práticas de empresas energéticas norte-americanas, onde para cada caso evidencia-se uma diferente proposta de comercialização, com a filosofia de gerenciamento de carga, ou gestão de energia.

Com uma abordagem de conservação estratégica de energia, as empresas utilizam-se de sistemas tarifários específicos voltados ao uso eficiente da eletricidade, concedem incentivos financeiros (bônus) a consumidores que substituem equipamentos para redução de consumo, estimulam a participação de consumidores em investimentos no sistema elétrico, praticam uma política de integração entre várias fontes de energia e dedicam-se ao desenvolvimento de novas tecnologias.

Em geral estas empresas, americanas e canadenses, são privadas e responsáveis pela geração, transmissão e distribuição de energia. Estão habituadas a orientar diretamente os consumidores, inclusive fazendo medições e estudos de racionalização de energia em suas instalações. O fato de serem empresas privadas evidencia que a conservação de energia é um bom negócio empresarial, quando baseada em princípios de planejamento ao custo mínimo, o que é feito através da junção do gerenciamento da demanda ao gerenciamento da oferta.

Como exemplo, pode-se dizer que numa área em vias de saturação, cabem ações mais efetivas de redução do consumo e da demanda de energia, utilizando-se de instrumentos de conservação de energia que proporcionem resultados a mais curto prazo, mesmo que exijam investimentos, mas mesmo assim menores do que aqueles necessários à ampliação do sistema elétrico. Em áreas onde existe folga, pode ser oferecida energia a preços vantajosos por prazos determinados, aproveitando-se da sobra temporária que seria desperdiçada caso não houvesse consumidores para ela. Em outros casos, é conveniente deslocar a “ponta” da curva de carga, atuando-se portanto sobre a demanda do sistema, podendo ou não haver disponibilidade de energia.

No Brasil, as empresas do setor elétrico são controladas predominantemente pelo setor público e nem sempre atuam da geração à distribuição. Além disto, as regulamentações dirigidas para o setor elétrico, emanadas dos órgãos federais reguladores, nem sempre expressam o consenso dos interesses das diversas instituições envolvidas.

Estes fatos dificultam as ações em conservação de energia das concessionárias, particularmente daqueles voltadas predominantemente à distribuição. Sabe-se que as medidas de conservação de energia beneficiam a sociedade como um todo, mas não necessariamente uma empresa em particular. As áreas financeiras das distribuidoras argumentam sobre a perda de receita que estas medidas provocam, além do custo dos próprios programas, enquanto o beneficiário maior seria a empresa geradora.

A gestão de energia pode contribuir para tornar os programas mais objetivos em termos econômico-financeiros, mas também seria interessante, em nome do benefício social que as medidas de conservação de energia acarretam, que fossem criados mecanismos para repartir tais benefícios entre os agentes envolvidos, adequando-se as regras que regem a contratação de demanda e energia entre supridoras e distribuidoras. Um exemplo positivo é a portaria 185 do DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, que permite negociar alterações contratuais quando ocorre redução de demanda motivada por conservação de energia.

A adoção desta filosofia viria contribuir decisivamente para tornar a conservação de energia um bom negócio empresarial e facilitar a necessária realização de um “marketing” interno nas concessionárias, para justificar e divulgar os programas nessa área.

A CPFL está dando início a três projetos com esse objetivo. O primeiro, “Sistema de Obtenção e Gerenciamento da Curva de Carga”, procura, a partir das informações da medição, da operação de sistemas e do cadastro de consumidores, extrair subsídios para ações de planejamento e estudos de mercado. O segundo, “Projeto de Planejamento de Mercado”, a partir dos dados do primeiro, analisa a curva de carga a nível de subestações, desagregando-a por segmento de mercado, identificando subestações cujas obras de ampliação podem ser postergadas. O terceiro, descrito no item 3.10, “Administração de Energia por Subestações”, pretende ser a aplicação prática para avaliar a implantação de medidas que efetivamente possam influir no prazo das obras.

## 5.4 Setor Elétrico e Visão Energética

A tradição no Brasil é que cada setor energético busque seu próprio mercado, olhando outras fontes de energia como concorrentes. Os principais programas de conservação de energia como o CONSERVE e o PROCEL, destinaram-se, respectivamente, aos derivados de petróleo e à energia elétrica como forma de precaver-se da iminência da falta destas fontes energéticas.



Mas tal comportamento está se alterando. O próprio PROCEL, em alguns de seus programas, apresenta uma visão mais ampla, como é o caso dos Estudos de Otimização Energética.

São nítidas as vantagens de considerar as fontes de energia de forma integrada, destinando cada fonte ao uso mais adequado, aproveitando-se vantagens relativas à regionalidade, confiabilidade de suprimento, sazonalidade, tecnologia de uso, tarifas diferenciadas, eficiências globais, etc.

Tudo indica que o setor elétrico é o mais capacitado a empreender ações de caráter integrado, contemplando todas as fontes de energia utilizadas na indústria. Em primeiro lugar porque a energia elétrica, salvo raríssimas exceções, é imprescindível ao funcionamento da indústria, dada a ampla diversidade de processos que a utilizam. Por outro lado, mesmo os equipamentos que operam com outras fontes de energia, fazem uso da energia elétrica em acionamentos auxiliares. Um outro aspecto, o setor elétrico está estruturado em todo o território nacional, contando com qualificação técnica razoável. E, finalmente, parece ser cada vez mais urgente colocar em prática o papel que muitas empresas do setor elétrico assumiram ao se transformarem em empresas energéticas.

## 5.5 Redefinição dos Papéis das Instituições

Uma recomendação essencial à continuidade das ações em conservação de energia é a redefinição dos papéis que cada instituição tem a desempenhar nesse cenário. A centralização a nível federal dos programas de conservação de energia, através do PROCEL, cumpriu um papel determinante para o desencadeamento dos mesmos, proporcionando condições para o levantamento de dados, implantação de equipes de conservação nas concessionárias, definição de políticas e de metas nacionais, etc. Atualmente, pelo menos nos estados que dispõem de estrutura mais sólida em suas concessionárias de energia elétrica, como São Paulo e Minas Gerais, há duas razões básicas para uma revisão do papel da Eletrobrás e do PROCEL.

A primeira é que, desde a mudança do Governo Federal em 1990, o PROCEL praticamente não libera recursos sequer para a continuidade de muitos programas anteriormente contratados. A Eletrobrás passa por situação bastante difícil em termos financeiros, o que afeta seu próprio quadro de recursos humanos. Ainda não há uma definição clara sobre a coordenação a nível do governo federal dos programas de conservação de energia. Os programas que dependiam de recursos do PROCEL foram praticamente paralizados, comprometendo em muitos casos a imagem da concessionária junto a seus clientes, à medida que noticiou e preparou seus profissionais e empresas prestadoras de serviços para uma retomada das atividades, o que não aconteceu. O grau de dependência nestas condições, além de não permitir qualquer planejamento, torna os programas sensivelmente mais onerosos.

A segunda razão refere-se à experiência adquirida pelas concessionárias, que podem passar a encarar programas de conservação de energia não mais com a visão estreita de que representam perda de receita, mas como um investimento com retorno assegurado. A estrutura funcional criada nas áreas comerciais nos últimos anos confere total capacidade de autonomia para que estas conduzam por própria conta seus programas de conservação. Os aspectos regionais são fator relevante na procura de um caminho próprio para cada concessionária envolvida.

É possível que em lugares distantes dos centros econômicos do país haja ainda dificuldade em atuar independentemente do PROCEL, que neste caso, poderia dar prioridade a estas regiões para que mais brevemente pudessem adquirir sua autonomia.

Livre da responsabilidade de carrear recursos financeiros e administrar projetos de conservação de energia executados pelas concessionárias, a Eletrobrás poderia dedicar-se com maior ênfase a cuidar de aspectos normativos, de capacitação tecnológica, de estratégias nacionais e da centralização de informações que pudessem ser repassadas às concessionárias e à própria iniciativa privada como subsídio à implementação de programas de conservação de energia, agindo, portanto, como organismo aglutinador do processo.

Eventuais necessidades de financiamento para certos programas poderiam ser da responsabilidade, além dos tradicionais órgãos federais, de organismos estaduais ligados aos governos dos estados, como as Secretarias de Indústria e Comércio ou de Ciência e Tecnologia, os quais ainda poderiam cuidar de estabelecer políticas específicas para o estado. No caso de São Paulo, existe a Secretaria de Energia, responsável pela coordenação das empresas energéticas estaduais.

Às concessionárias parece não caber o papel de organismo executor de projetos de conservação de energia, principalmente daqueles que, a exemplo dos Estudos de Otimização Energética, requerem uma qualificação técnica especializada em equipamentos e processos industriais. Até que o mercado adquira autonomia para implantar suas próprias medidas de conservação de energia, parece razoável supor que as concessionárias sirvam como agentes fomentadores do contato entre clientes, empresas de consultoria, instituições de pesquisa e desenvolvimento, fabricantes de equipamentos e, eventualmente, órgãos de financiamento de projetos de conservação de energia.

É importante lembrar o lugar permanente da concessionária, como instituição que recebeu da sociedade a delegação para administrar racionalmente um bem público, como é a energia elétrica. O atual Código de Defesa do Consumidor, transformado em lei federal, vem reforçar ainda mais esta atribuição.

Um papel decisivo neste cenário cabe às empresas privadas de consultoria. Dada sua maior agilidade técnica e administrativa, podem atuar de forma a adaptar-se às exigências do mercado, prestando serviços às indústrias que buscam racionalizar seus processos e também aos órgãos do governo na execução de programas como foi o caso do Diagnóstico Energético e dos Estudos de Otimização Energética.

Desde empresas que vendem orientação específica como a sugestão de instalar capacitores ou controladores de demanda, até aquelas que se ocupam de fazer projetos de substituição de equipamentos, mudanças de processos e organização gerencial para o aumento da produtividade, as empresas de consultoria têm condições de preencher, com criatividade, lacunas existentes na prestação de serviços em conservação de energia.

Atualmente muitas empresas ainda encontram dificuldades de colocar o seu produto no mercado, em razão da recessão econômica, que desestimula investimentos mesmo de retorno rápido. Isto acontece principalmente pelo descrédito e desmotivação que acomete boa parte do empresariado, particularmente os de pequeno e médio porte, não raro excessivamente preocupados com sua sobrevivência imediata.

A tendência parece apontar para o crescimento gradual quantitativo e qualitativo das empresas de consultoria, à medida que a própria crise proporcione a percepção de que é necessário, até mesmo por uma questão de sobrevivência, adotar estilos gerenciais modernos, criativos e produtivos. Seria oportuno para o setor energético fomentar a formação e qualificação deste tipo de empresas, que assim poderiam contar tácita ou institucionalmente com o aval do setor, para o melhor desempenho do seu papel.

Os institutos de pesquisa e as universidades há muito se dedicam ao tema racionalização de energia, sob os mais variados enfoques. É mais recente, no entanto, uma maior aproximação com o setor produtivo, buscando oportunidades de

desenvolvimento tecnológico e mesmo prestação de serviços que justifiquem uma mão-de-obra de alto nível em termos acadêmicos. Grupos dedicados ao planejamento energético e à tecnologia de energia estão sendo criados ou ampliados procurando atender a estas novas exigências. É o caso do Instituto de Energia e Eletrotécnica da USP e da Área Interdisciplinar de Planejamento em Sistemas Energéticos da UNICAMP, dentre outros.

As associações de classe, tanto de abrangência mais geral como as Federações das Indústrias nos Estados, como aquelas que congregam indústrias dos setores específicos de produção de uma dada região, são organismos catalisadores de grande importância. De um lado, dispõem das informações mais confiáveis sobre as indústrias, servindo como subsídio fundamental à elaboração de programas de conservação de energia mais objetivos; por outro lado, servem como agentes de estímulo e de avaliação de serviços para as indústrias. São interlocutores decisivos em programas de modernização tecnológica, de avaliação de tendências, de capacitação de pessoal, etc.

## 5.6 Financiamento de Programas de Conservação de Energia

Embora possam ser identificadas inúmeras oportunidades de economizar energia que requerem pouco ou nenhum investimento, quando se esbarra na necessidade de substituição de equipamentos, mudança de processos e outras medidas de maior vulto, surge inevitavelmente o problema da falta de recursos financeiros.

Por outro lado, existem linhas de financiamento para todas essas ações. A dificuldade maior parece situar-se na falta de informação das indústrias sobre a disponibilidade de recursos e a forma de utilizá-los, agravada pelo momento econômico em que vive o país, que não dá segurança ao empresário para comprometer-se com programas de investimentos.

O Diagnóstico Energético, que atingiu milhares de indústrias no país, não apresentava orientação sistemática sobre possíveis fontes de financiamento, fazendo com que as empresas dispostas a acatar as sugestões apresentadas se limitassem àquelas de pouco investimento, desperdiçando oportunidades de economias substanciais por falta de recursos financeiros ou por não saber como obtê-los.

Conclui-se que o aperfeiçoamento dos programas de conservação passa pela organização e divulgação sistematizada das informações sobre linhas de financiamento existentes. Esta é uma função que poderia contar com a contribuição das concessionárias de energia elétrica.

A abordagem mais criativa de levar recursos para medidas de conservação de energia é a fórmula de "Financiamento por Terceiros", que consiste num investimento feito por uma entidade, normalmente privada, especializada em implantar medidas de racionalização, a qual cobra os serviços com base no valor economizado com as medidas adotadas, durante um determinado tempo, sem que a empresa beneficiada tenha que dispor de nenhum recurso. Esta grande novidade foi proposta, provavelmente com outro nome, por James Watt, que, ao final do século XVIII, em sociedade com Mathew Boulton, conseguiu aperfeiçoar a máquina a vapor, triplicando seu rendimento. Ficou milionário cobrando pela máquina e pela instalação "um 'royalty' igual a um terço da economia no custo do combustível, comparado ao mesmo da máquina comum" [DICKINSON, 1976]. Uma proposta consistente de como implementar tal sistemática é apresentada no texto "Financiamento por Terceiros" [POPPE e AGUIAR, 1990].

Há outras linhas de financiamento destinadas, por exemplo, ao aumento da produtividade industrial, que não contemplam

necessariamente a conservação de energia. Seria interessante o empenho do setor energético junto aos órgãos de financiamento, no sentido de incluir uma cláusula referente à conservação nesses contratos.

## 5.7 Superar o Corporativismo

Há barreiras a serem vencidas no que toca à elaboração de uma política integrada de conservação de energia entre as empresas energéticas do Estado de São Paulo. Apesar de um contato permanente entre elas, isto não se traduz numa política comum, mesmo que respeitadas as diversidades culturais e regionais. Ainda predomina o comportamento corporativista de competição, não havendo hábito de troca sistemática de informações e colaboração mútua, o que implica muitas vezes em duplicação desnecessária de esforços ou em dificuldades ao utilizar nas outras concessionárias instrumentos desenvolvidos em uma delas. É o caso, mencionado no item 3.9, do programa Maxiwatt, desenvolvido pela CESP, que até o momento não começou a ser utilizado pelas suas co-irmãs.

Esta observação é válida também para os diversos setores energéticos, os quais pouco conhecem a respeito de outras fontes de energia além daquela com que operam. Em geral, vêem os outros energéticos como concorrentes, desperdiçando oportunidades de uma utilização complementar entre os mesmos. Felizmente esse panorama está começando a mudar no país, com a perspectiva de um planejamento energético realmente integrado.

## 5.8 Revisão dos Programas de Conservação de Energia

A partir do conhecimento mais rigoroso e abrangente do cliente e do conhecimento profundo do próprio sistema elétrico, contando com uma equipe de comercialização profissionalizada, é possível pensar numa revisão sistemática dos instrumentos até agora utilizados nos programas de conservação de energia, podendo-se adequá-los um a um a cada necessidade, combinando-os ou até criando novos programas.

Em primeiro lugar, seria importante estabelecer distinção entre programas destinados à conscientização, de caráter mais geral, daqueles voltados à obtenção de respostas mais rápidas em função da necessidade de compatibilizar o consumo e a demanda de energia com a disponibilidade do sistema elétrico. Os primeiros são de caráter permanente e de alcance amplo, geralmente necessitando de recursos financeiros relativamente pequenos. Os últimos dependem da atuação incisiva junto aos clientes, atendendo as diversas situações de evolução da carga do sistema elétrico.

A título de exemplo, após uma reavaliação, caberiam na primeira situação os programas do tipo: Seminários de Conservação de Energia na Indústria e no Comércio, campanhas através dos meios de comunicação, distribuição de folhetos informativos e orientativos, além daqueles destinados a um público amplo, como o Procel nas Escolas.

No segundo caso situam-se programas como Diagnóstico Energético, Estudos de Otimização Energética, individuais ou setoriais, Auto-Avaliação dos Pontos de Desperdício de Energia Elétrica, comercialização de energia elétrica com tarifas horo-sazonais e para energia temporária, Semana de Conservação de Energia na Indústria, Administração de Energia por Subestações, os quais podem, inclusive, beneficiar-se dos programas do primeiro tipo, pois os consumidores poderiam já estar informados e motivados a respeito da racionalização do uso de energia.

Esta diferenciação pode elucidar a questão da exigência de resultados a curto prazo para qualquer tipo de programa. É

até possível, com técnicas estatísticas adequadas, verificar a implantação de medidas em função de programas de caráter educativo. Porém, isto não deveria ser meta acompanhada com rigor. Quanto aos programas do segundo tipo, as metas podem ser estabelecidas e os resultados exigidos em função das propostas bem definidas desses tipos de programas.

Em segundo lugar, é necessário rever cada um dos programas em termos do seu objetivo, sua metodologia, recursos necessários para aplicá-lo e expectativa de resultados. Alguns trabalhos comparam os três programas mais importantes, descritos no início do Capítulo 3, que chamaremos aqui de Auto-avaliação, Diagnóstico e Otimização.

Leonelli [LEONELLI, 1989] identifica os beneficiários de cada programa, resalta suas vantagens e desvantagens e propõe, ao final, uma junção entre Auto-Avaliação e Diagnóstico. Nogueira [NOGUEIRA, 1990] comenta os três programas e detém-se a analisar o que genericamente chama de Auditoria Energética, batizado pelo PROCEL de Estudos de Otimização Energética, propondo uma metodologia para orientar os trabalhos, exemplificando com casos concretos de aplicação.

Não é objetivo deste trabalho fazer um levantamento bibliográfico das publicações internacionais sobre conservação de energia na indústria. Mas caberia salientar o exaustivo trabalho, em dois volumes bem acabados, redigido pelo órgão público espanhol encarregado dos programas nacionais de conservação de energia, "Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía - IDAE", subordinado ao "Ministerio de Industria y Energía" [IDAE, 1982], que, curiosamente, é um único órgão responsável pelas duas áreas. A publicação, além de uma exposição de conceitos termodinâmicos e de uma abordagem das técnicas de conservação para os principais processos industriais, contém um interessante capítulo sobre como implantar um programa de conservação de energia na indústria.

## 5.9 Requisitos Mínimos para um Programa

A experiência acumulada com os programas de conservação de energia leva à conclusão de que alguns requisitos devem ser satisfeitos quando se espera resultado mensurável na sua aplicação por parte das concessionárias, principalmente aqueles realizados com metas quantitativas a serem cumpridas, como é particularmente o caso dos Estudos de Otimização Energética.

- Critérios bem definidos para selecionar consumidores, tais como localização no sistema elétrico, segmento industrial, potencial de conservação do segmento, potencial de conservação do consumidor individual, porte do consumidor em termos do consumo de energia, capacidade de servir como exemplo para outros consumidores, vinculação a associações de classe, etc.
- Motivação, capacidade e compromisso do consumidor para implantar concretamente as medidas sugeridas no programa.
- Contato inicial com o consumidor, que deve ser de alto nível, tanto por parte do mesmo, através de um diretor ou dono da indústria, como por parte da concessionária, através de seus gerentes das áreas comerciais, acompanhados de técnicos com conhecimentos suficientes para este nível de diálogo. Neste contato deve ficar claro o que se espera de cada parte e qual é o roteiro de ações a ser seguido.
- Utilização de técnicas adequadas, lançando mão dos recursos existentes, adaptando-os, se necessário, a cada caso.

- Acompanhamento dos resultados, por meio do desenvolvimento de indicadores de economia de energia e de visitas periódicas.
- Divulgação, quando for o caso, visando estimular outros consumidores.

## 5.10 Racionalização ou Racionamento de Energia?

Um dos principais argumentos utilizados para convencer os consumidores sobre a necessidade de economizar energia elétrica foi a ameaça de atingir déficits de fornecimento preconizados para o início da década de 90, cujos riscos foram calculados em até 23 % pelo Plano 2010 da Eletrobrás [ELETROBRÁS, 1988]. Esta possibilidade poderia implicar no racionamento de energia, caso providências não fossem tomadas para retrainir o consumo.

Verificou-se mais tarde que, se a perspectiva de uma catástrofe serve à tomada de consciência e ao desencadeamento de ações que possam evitá-la, existe a desconfiança generalizada em relação ao comportamento do governo na definição de critérios para possíveis cortes. Experiências com racionamento de derivados de petróleo atingiram igualmente as indústrias, independentemente do seu grau de eficiência. Aquelas que atenderam prontamente à convocação do governo para eliminar “gorduras” foram contempladas com a mesma taxa de redução da sua cota que as demais empresas, implicando muitas vezes na redução da produção, com evidentes prejuízos.

Insatisfeitas com esta atitude, várias empresas confessam levar seus programas de conservação de energia até o ponto em que requiriram apenas investimentos relativamente pequenos, mantendo assim uma “reserva” estratégica para a eventualidade de se repetir o corte indiscriminado no caso de racionamento. Entre essas, algumas empresas preferem dirigir seus recursos de investimentos para geração própria, garantindo seu suprimento energético.

O setor elétrico até agora não teve resposta ao questionamento sobre como seriam tratados os consumidores energeticamente mais eficientes. Deve-se reconhecer que o setor não está preparado para estabelecer um critério de corte, pois não tem estrutura para aplicá-lo com justiça. Repete-se aqui o tradicional comportamento do individualismo coletivizado, onde, mesmo diante do simples boato sobre a falta de um produto, desencadeia-se uma corrida para a formação de estoques, ocasionando, de fato, a falta do produto.

À primeira vista parece que a solução seria definir critérios de racionamento e dotar as concessionárias de estrutura para verificação e fiscalização dos consumidores. Isto, no entanto, seria reproduzir o velho estilo do estado controlador e punitivo, às custas de uma estrutura burocrática e dispendiosa.

Dispor de legislação e critérios justos é o que se espera de um estado competente. Os tempos atuais, entretanto, exigem que cada um assuma sua responsabilidade, desfazendo-se o estado do papel paternalista e assumindo a sociedade as conseqüências pelos seus atos. Num tempo de abertura de mercados, de competitividade difícil, de consumidores cada vez mais exigentes, de lucros que tendem a reduzir-se, é no mínimo inconseqüente a atitude de não economizar o que pode ser muito pouco em relação ao faturamento total de uma empresa, mas pode representar muito em relação à sua margem de lucro.

O argumento moderno é o da qualidade, da produtividade, da competitividade, do resgate da confiança entre produtores e consumidores, das relações de parceria. Uma sociedade com esses valores terá um governo à sua altura, que saberá planejar seus sistemas de atendimento social com critérios justos.

Enquanto isso, as associações de classe dos setores industriais podem levantar parâmetros de consumo específico, induzindo seus associados a perseguir os melhores índices de consumo de energia por unidade de produção praticados em seu setor.

### **5.11 Informatização ou Sensibilização?**

Não resta dúvida de que os recursos da informática são essenciais para uma infinidade de serviços, particularmente na área científica e tecnológica. Ainda não chegou o tempo, entretanto, de o computador substituir a sensibilidade do ser humano.

Na área de conservação de energia, que apresenta um grande número de oportunidades de melhoria, a experiência e sensibilidade do profissional encarregado de detectá-las é vital para o sucesso do empreendimento. Quando, além disso, pode-se contar com a ajuda dos recursos da informática, obtêm-se resultados rápidos, precisos e de qualidade.

Por vezes ocorre que a ansiedade por desenvolver um sistema computacional abrangente, com condições de processar todas as alternativas de solução possíveis e emitir relatório para as mais diferentes finalidades, provoca o desequilíbrio de dirigir demasiado esforço para a coleta excessivamente detalhada de dados, sem que isso se traduza necessariamente em informações objetivas para a tomada de decisão.

Este fato ocorreu com o Diagnóstico Energético, onde os principais problemas enfrentados diziam respeito ao "software", dispensando-se grande esforço para elaborá-lo, operá-lo e corrigi-lo. É claro que a intenção inicial do Diagnóstico de formar um banco de dados, somente poderia ser concretizada por meio de levantamento que pudesse alimentar um sistema computacional. Mesmo considerando este fato, alguns dados levantados não puderam ser processados pelo "software" disponível.

Duas questões sobressaem para análise: qual é a mínima quantidade de dados necessária para satisfazer determinado objetivo e em que medida deve-se lançar mão dos recursos da informática?

A resposta a ambas as questões pode ser obtida por meio de uma análise custo/benefício, não esquecendo que trabalhos deste tipo exigem uma etapa de conscientização, não podendo prescindir do relacionamento humano, única forma de transmitir entusiasmo, esperança e outros valores imponderáveis que não são realizados por uma máquina.

A CESP, com a criação do Maxi watt, descrito no item 3.9, deu um passo no sentido de flexibilizar o uso do "software", tornando-o mais ágil e objetivo. A nova versão, desenvolvida para o Diagnóstico Energético, procurou simplificar muitos dos procedimentos e permitir maior interação do "software" com os técnicos que o utilizam, de forma que estes possam utilizar sua sensibilidade para decidir quais sub-programas devem ser utilizados.

### **5.12 Interação com Fabricantes de Equipamentos**

O PROCEL tem se dedicado à tarefa de estimular fabricantes a oferecer produtos mais eficientes ao mercado. A etiquetagem de eletrodomésticos, com indicador de consumo médio mensal por aparelho, representa um avanço

significativo nesse sentido. Os fabricantes de motores estão colocando motores de alta eficiência no mercado. Uma grande revolução tecnológica está ocorrendo no setor de iluminação, onde se alcançam elevadíssimos ganhos de eficiência.

Um caso interessante diz respeito aos motores elétricos, que, conforme dados levantados pelo Diagnóstico Energético, representam praticamente 50 % de todo o consumo industrial de energia elétrica do país, merecendo especial atenção dos programas de conservação de energia. Segundo o Relatório de Avaliação do Diagnóstico Energético [PROCEL, 1990], 48,7 % dos motores avaliados estão superdimensionados, com corrente medida abaixo de 80 % do valor nominal, representando um potencial de economia de 16,4 % da energia utilizada para esse fim.

Muitas indústrias possuem condições de racionalizar a utilização de seus motores através de remanejamento dos mesmos e da atenção permanente à prática da manutenção. A grande maioria das indústrias, porém, não dispõe de motores adequados para proceder tal remanejamento. Assim, a CESP idealizou a formação de um banco de motores, ao qual as indústrias se dirigiriam para efetuar a troca de seus motores, contando inclusive com a orientação e assistência técnica do fabricante para facilitar e proporcionar confiabilidade neste sistema de trocas. Este projeto ainda não foi implantado.

Os exemplos acima referem-se a produtos de larga utilização no mercado, produzidos por um número reduzido de fabricantes, o que torna mais fácil a interação pretendida. Há, entretanto, fabricantes de pequeno e médio porte, dos mais diversos produtos, com mercados regionalizados, difíceis de serem atingidos por programas nacionalmente centralizados.

Esta é mais uma oportunidade de atuação das concessionárias, privilegiando as indústrias situadas dentro da sua área de concessão, estimulando-as, por meio de ações de conscientização e do fomento à formação de associações para desenvolvimento de tecnologia de produtos, a oferecer produtos energeticamente mais eficientes e de melhor qualidade.

### **5.13 Relação de Conservação de Energia com Outros Programas**

As experiências no contato com as indústrias mostraram que as ações em conservação de energia freqüentemente se relacionam com outras ações que a indústria desenvolve, principalmente aquelas relativas à área de manutenção.

A razão disso é que, assim como a conservação, há outras atividades que requerem a visão do processo produtivo como um todo. Um trabalho integrado inclui a conservação na filosofia da empresa, deixando de ser um item à parte para incorporar-se no seu dia-a-dia.

Além da manutenção, que quando feita de forma preditiva torna o processo mais eficiente, programas de qualidade total, de aumento da produtividade, de preservação ambiental, de fluxo do processo, de organização e métodos, de segurança no trabalho e outros têm plenas condições de serem executados em conjunto com um programa de conservação de energia, economizando recursos humanos e financeiros e proporcionando uma visão de conjunto da unidade industrial. Em outras palavras, "grande parte das atividades voltadas para o bom desempenho operacional de uma indústria trazem em seu bojo ações que conduzem à conservação de energia, mesmo que não a tenham como objetivo principal" [RAMOS, 1989].



## 5.14 Utilização da 2ª Lei da Termodinâmica ou Conceito de Exergia

A primeira proposta metodológica elaborada pela CEMIG continha o item “balanço de exergia” para todos os estudos a serem realizados. Por uma razão de limitação de recursos financeiros, este item foi eliminado do conjunto de ações que obrigatoriamente deveriam ser cumpridas pelas entidades executoras dos Estudos, no caso de estarem no âmbito do PROCEL.

Atualmente há um atrativo muito forte para o uso prático do conceito de exergia, até bem pouco tempo restrito aos meios acadêmicos. Publicações recentes [WALL, 1986], [GAGGIOLI, 1983] têm chamado a atenção para as vantagens da utilização deste valioso instrumento termodinâmico na análise de equipamentos, processos e unidades industriais.

Sem dúvida, a possibilidade de considerar a qualidade da energia além do necessário balanço quantitativo, derruba concepções arraigadas no seio do setor produtivo, inclusive dentro das próprias empresas energéticas. Continuar afirmando que o tradicional chuveiro elétrico, utilizado em milhões de lares brasileiros, é um equipamento de eficiência praticamente unitária, revela uma heresia à memória de Carnot, que não encontra qualquer sustentação quando se enxerga o processo de transformação da nobre energia elétrica na pobre energia térmica de baixa temperatura aos olhos da 2ª Lei da Termodinâmica. Neste caso, um cálculo simples indica uma eficiência menor do que 4 %, ou seja, quase toda a qualidade desaparece no ralo do banheiro.

Podemos, ou melhor, devemos perguntar quais são as conseqüências de tamanho vandalismo energético e, principalmente, quais são as alternativas para evitá-lo.

Antes de imaginar a exergia como panacéia revolucionária a ser aplicada indiscriminadamente a qualquer processo energético, cabe avaliar aonde esta aplicação é realmente útil. Nem todos os cálculos exergéticos são tão simples como aquele relativo ao exemplo do chuveiro elétrico. Nem todos os processos energéticos se beneficiam de uma análise exergética. Boa parte dos problemas energéticos na indústria são satisfatoriamente resolvidos pela análise de 1ª Lei, acompanhada do correto dimensionamento dos equipamentos e da supervisão permanente das condições operacionais.

Quais são, então, os processos onde a análise exergética pode trazer vantagens? Este trabalho não tem a pretensão de dar uma resposta definitiva a esta pergunta. Entretanto, pode-se relacionar alguns processos onde esta abordagem é particularmente interessante e mesmo necessária.

Em primeiro lugar, unidades com disponibilidade de vapor a níveis de pressão suficientes para geração de trabalho são casos típicos onde a análise exergética aplica-se com excelentes benefícios. No Brasil os ramos industriais de maior potencial para o aproveitamento energético de vapor são os setores de açúcar e álcool e de papel e celulose. Neste caso é notável a contribuição da análise exergética, com a qual pode-se visualizar claramente a influência dos níveis de pressão e temperatura sobre a capacidade de produção de trabalho mecânico. Verificam-se ganhos substanciais de produção de potência mecânica e elétrica, no caso do setor de açúcar e álcool, quando os níveis de pressão das caldeiras geradoras de vapor são elevados de 22 a 63 kgf/cm<sup>2</sup>, atingindo valores perto de 2 vezes o inicial [BELTRAN, OLIVA e SALAZAR, 1988].

Em segundo lugar, a análise exergética aplica-se a unidades industriais que operam com elevados níveis de temperatura em seus processos e rejeitam calor para sistemas de temperaturas bem menores. Como a exergia de um sistema térmico é função crescente da temperatura, quanto maior for esta, maior é a capacidade de o sistema produzir trabalho mecânico. Quando o calor é transferido de um sistema de alta para outro de baixa temperatura (onde, de acordo com a 1ª Lei da

Termodinâmica, nenhuma energia foi perdida), há redução da exergia e, portanto, do potencial de produção de trabalho mecânico. Quando essa transferência se dá entre níveis de temperatura que justifiquem a inserção de uma máquina térmica entre os dois sistemas, faz-se praticamente a mesma transferência de calor, e, adicionalmente, produz-se trabalho mecânico, que é uma energia nobre. Este é o caso da indústria de aço, que opera a níveis de temperatura superiores a 1500 °C.

Há inúmeros casos de indústrias que se utilizam quase que exclusivamente de força motriz. Embora nestes casos possa ser aplicado o conceito de exergia, as ferramentas tradicionalmente disponíveis são suficientes para alcançar a sua racionalização.

Sintetizando, em todos os processos onde está presente a energia elétrica ou mecânica e a energia térmica, em temperaturas elevadas, a exergia é uma ferramenta poderosa para identificação de pontos de aproveitamento de energia até então desperdiçada.

### 5.15 Integração de Processos

É comum encontrarem-se instalações, particularmente na indústria de alimentos, onde caldeiras são colocadas ao lado de torres de resfriamento, sem qualquer integração entre elas, denotando projetos totalmente independentes, sem uma visão global da unidade. Fica evidente neste caso, a possibilidade de aproveitamento da energia liberada no condensador do sistema de refrigeração para preaquecimento da água da caldeira.

Este exemplo mostra que, mesmo que cada processo seja em si eficiente, uma análise integrada pode identificar oportunidades de interação entre eles.

Outro exemplo típico é a possibilidade de recuperação de calor residual de gases de combustão. Neste caso, além do benefício da economia de energia, pode-se contribuir para a redução da emissão de óxidos de nitrogênio, que são poluentes atmosféricos, formados quando os lançamentos ocorrem a temperaturas elevadas. O auxílio da análise pelo método da exergia é também muito útil neste tipo de problema.

Há casos onde se dispõe de uma fonte térmica de baixa temperatura, como, por exemplo, água proveniente de condensadores de sistemas de refrigeração e condicionamento de ar (em torno de 30 °C) e, em outro ponto se necessita de aquecer um fluido a temperaturas da ordem de 60 °C. Havendo compatibilidade de regime operacional entre os dois processos, é possível instalar uma bomba de calor. Este equipamento pode ser particularmente vantajoso quando está substituindo um aquecedor elétrico, pois chega a reduzir o consumo de eletricidade cerca de 3 vezes ou mais.

Tais exemplos chamam atenção para a importância de analisar a unidade industrial como um todo ou, mais ainda, extrapolar para as unidades vizinhas, buscando possíveis pontos de intercâmbio energético.

No contexto de uma análise integrada pode-se abrir espaço para a utilização de sistemas multi-energéticos, fontes alternativas de energia, aproveitamento das condições naturais de iluminação e ventilação e para outras soluções bastante criativas.

Cabe lembrar, finalmente, que a busca da eficiência de equipamentos e processos individuais não se traduz

necessariamente na otimização da unidade vista em sua forma integrada, ou, em outras palavras, que o todo não é igual à soma das partes.

## 5.16 Capacitação de Pessoal

Não fosse pela conservação de energia, a capacitação de pessoal nas áreas comerciais das concessionárias seria medida essencial para adaptar seus profissionais à nova postura em relação ao perfil do consumidor que se configura no momento. A atuação na área de conservação e, de forma mais ampla, na gestão de energia, reforça a necessidade de dedicar especial atenção ao treinamento técnico e comercial destes profissionais. Para tanto conta-se com recursos internos, com a experiência de fabricantes de equipamentos, com empresas de consultoria e universidades, além da troca de experiência entre as concessionárias, visitas às indústrias, etc.

Conforme descrito no item 3.11, a CPFL elaborou uma proposta [SALAZAR e outros, 1990] com tal finalidade.

Ao nível da Universidade, existem programas de graduação ou de pós-graduação em engenharia que já adotam disciplinas sobre conservação de energia, como é o caso da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP.

Outra importante iniciativa vem sendo tomada, visando a inclusão no currículo do SENAI de matérias sobre conservação de energia e da realização de estudos nas suas próprias oficinas. Está para ser assinado convênio entre Eletrobrás/SENAI, com a interveniência das três empresas energéticas do Estado de São Paulo.

## 5.17 Avaliação dos Resultados Globais

A maior dificuldade relacionada aos programas de conservação de energia é a avaliação de seus resultados de forma global. Se o resultado alcançado em uma única indústria por vezes é difícil de avaliar por falta de indicadores confiáveis, como medir resultados globais produzidos por ações pulverizadas no mercado, agravadas num período de instabilidade econômica? Estimativas são feitas com base nas informações levantadas pelo Diagnóstico Energético, adotando-se o índice relativo ao número de consumidores mobilizados e a um percentual em relação ao potencial de conservação de cada indústria [PROCEL, 1990].

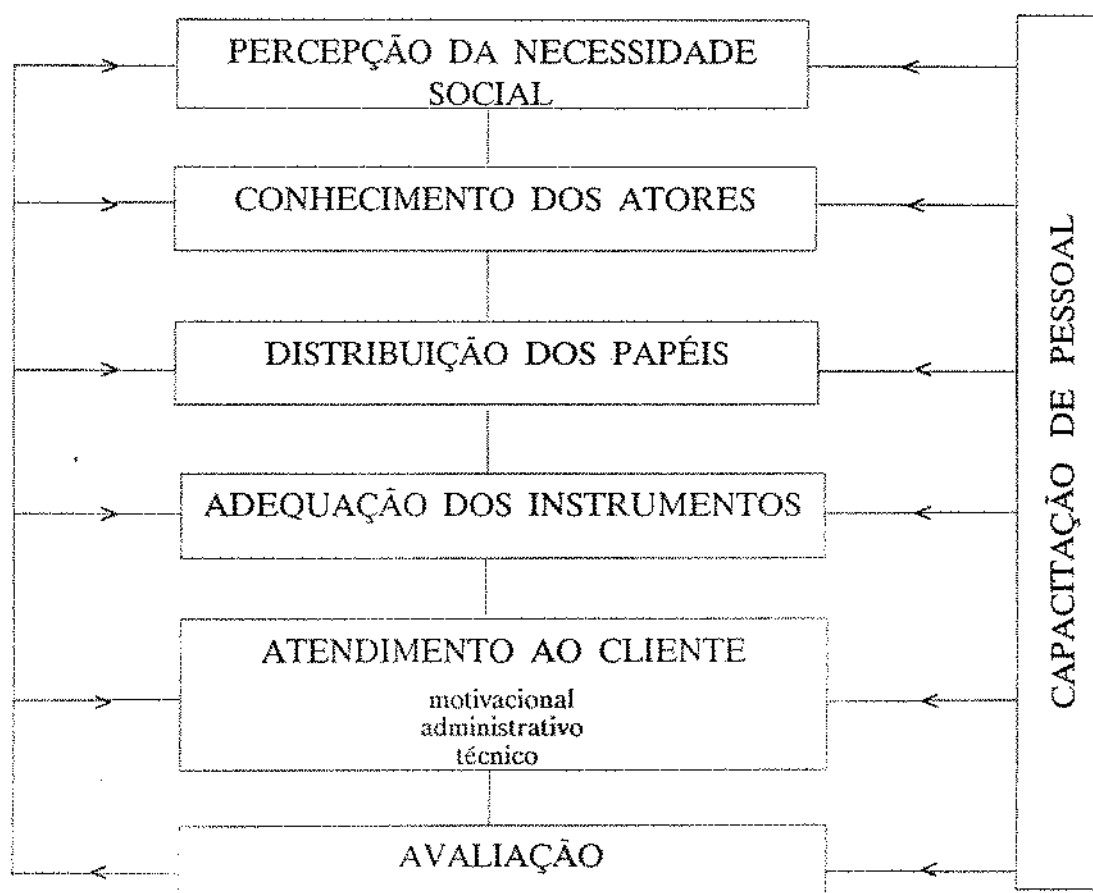
O desenvolvimento de uma metodologia de avaliação é tarefa que está para ser feita ou, pelo menos, as técnicas disponíveis precisam ser plenamente assimiladas pelas concessionárias de energia. Um interessante trabalho nesse sentido apresenta uma metodologia teórica a respeito de melhorias e/ou substituição de equipamentos, compatibilizando seus custos com o custo marginal de expansão do sistema elétrico [FURST e OLIVEIRA, 1990].

O trabalho dirigido a segmentos industriais pode contribuir nessa avaliação à medida que se desenvolve a prática de avaliar consumos específicos por setor. O acompanhamento de ações empreendidas no âmbito de uma subestação de energia elétrica representa uma técnica mais avançada nesse sentido, o que, a propósito, é um dos objetivos do projeto da CPFL descrito no item 3.10.

A nível global o fator de carga do sistema elétrico pode ser um indicador útil no desempenho do sistema elétrico como um todo. O mais importante é poder contar com profissionais qualificados para o desenvolvimento desta tarefa.

### 5.18 Resumo Esquemático

Os itens apresentados neste capítulo podem, de forma genérica, ser agregados numa seqüência de procedimentos, dando uma visão das etapas consistentes de um programa nacional de conservação de energia, conforme resumo esquemático a seguir.



## 6. DA RACIONALIDADE À CONSCIÊNCIA ENERGÉTICA TOTAL

Retomo a primeira pessoa do singular, que usei no capítulo de apresentação, para tecer alguns comentários pessoais sobre o trabalho e sobre o que penso a respeito da energia.

Este é um trabalho diferente de tantos outros que estamos acostumados a ver como tese de pós-graduação, onde predominam fórmulas, gráficos, tabelas, programas computacionais e onde, sobretudo, faz-se um esforço para lhe conferir uma coerência interna pela criteriosa definição de suas condições de contorno.

Aquí ocorre o contrário. A minha vocação generalista, que se amplia exponencialmente com a idade, cada vez me torna mais convicto de que qualquer ação, por menor que seja, só faz sentido se fundamentada numa visão de conjunto da realidade. O lema dos ecologistas sérios é “pensar globalmente e agir localmente”. Esta simples frase traduz de forma inequívoca a capacidade integral do ser humano, quando lhe é permitido exercer todo o seu potencial enquanto ser gregário, cooperativo, solidário e universal.

À medida que avançamos no sentido da visão totalizante, podemos dirigir nossos atos com mais objetividade, com mais entusiasmo, com mais esperança, com mais fé. Estas coisas, entretanto, nem sempre são explicadas de forma racional. Elas envolvem valores relacionados aos nossos sentimentos e aos nossos padrões existenciais.

A ciência, depois de penetrar por séculos numa visão estritamente racionalista — e creio que somente assim foi possível atingir o grau de conhecimento que hoje dispomos —, só recentemente retomou o processo de reaproximar-se da arte, da filosofia e da espiritualidade, fusão imprescindível para tentar “juntar os cacos” que essa separação deixou espalhados por todo o planeta. E, assim mesmo, isto só ocorreu porque a própria ciência deparou-se com paradoxos inextrincáveis à luz do arcabouço científico anterior à teoria da relatividade, da mecânica quântica e de outros mais, que desafiam o nosso senso comum de compreensão, como a unidade entre o espaço e o tempo, entre a matéria e a energia, a indissociabilidade entre observador e objeto, o “big-bang”, os buracos negros e as interações não locais que proporcionam a comunicação independentemente da velocidade da luz.

O momento em que vivemos é decisivo para a humanidade. Este fato representa um dos primeiros pontos de concordância entre cientistas, filósofos, poetas e profetas. É o momento de repensar e “re-sentir” todas as coisas. É um momento de grandes transformações. O caos traz em seu bojo o germe da nova ordem. É, portanto, o momento de trabalho árduo, de mentes e corações abertos para conseguir a força e a lucidez de levar adiante as mudanças necessárias à salvação desta pequena nave espacial, que parece perdida na órbita do Sol com alguns de seus sistemas operacionais em pane.

É este o espírito que me move. Foi com tal espírito que desenvolvi este trabalho. E, se inúmeras vezes, durante o texto, fiz afirmações genéricas, incompletas e, às vezes, com alto grau de incerteza, tenho a convicção, por outro lado, de estar manifestando aquilo que consigo captar com o sentimento da minha experiência profissional e de estar contribuindo positivamente para conciliar interesses de todos os que caminham com o mesmo objetivo.

A questão energética me fascina. A energia é uma fantástica lente através da qual posso enxergar a realidade tangível e a intangível. Através dela posso ver a história, a ciência, a tecnologia, a arte, a sociedade, com todas suas maravilhas e suas desigualdades; posso ver o deslumbramento daqueles que ousaram perscrutar os domínios da Natureza, posso ver a

tristeza e o desespero dos muitos que sucumbem pelo mau uso que dela é feito. Posso ver os desafios enfrentados e a coragem de romper com estruturas estabelecidas, como foi o caso, à época da invenção da máquina a vapor, quando muitos acreditavam ser impossível extrair energia do “nada”.

Fazendo um paralelo com o momento que vivemos, será lícito perguntar se não estamos na iminência de uma nova revolução energética? Fala-se muito de energia vital, energia interior, energia sutil e tantas outras designações para expressar formas de energia que animam os seres vivos. Será esta apenas uma linguagem metafórica, ou, tal como a energia térmica que foi convertida em trabalho mecânico pela máquina a vapor, esta “nova” energia também é passível de controle e aproveitamento? Que papel desempenha aí a capacidade mental subaproveitada do ser humano? Até que ponto pode estar aí a elucidação de tantos fenômenos até então inexplicáveis pela ciência oficial, como a telepatia, premonição, telecinesia e outros mais englobados pela denominação genérica de fenômenos paranormais? Se há possibilidade de que assim seja, quais são os caminhos que nos conduzem até lá?

Quando afirmo que a principal conclusão deste trabalho é a importância da conscientização para a conservação de energia, de alguma maneira eu sei — mas não sei explicar exatamente como — que a evolução do ser humano dá-se pela elevação do seu nível de consciência em relação ao universo e, principalmente, em relação a si próprio. Ou de ambos ao mesmo tempo, se aceitamos que o Universo contém o indivíduo e o indivíduo traz em si todo o Universo, como evidencia o princípio holográfico.

Portanto, conquistar a consciência de preservar um recurso natural é reconquistar o conhecimento de o homem ser parte integrante da Natureza e não um agente externo a explorá-la. Outros temas podem servir à tomada de consciência. A vantagem da energia é a sua marcante e indelével presença em qualquer manifestação da Natureza, com ou sem a intermediação humana.

E se a energia é um caminho para alcançarmos níveis superiores de consciência, quem sabe não é também o caminho que nos coloca em contato com o nosso deus interior, com o universo multidimensional presente em cada um de nós. Talvez seja por essa razão (razão!?) que dizem que Deus é energia. E, se igualmente dizem que Deus é amor, poderíamos concluir que amor é energia?

Se pensarmos no desperdício energético decorrente da falta de amor, veremos que tudo o que foi escrito ao longo do texto sobre o uso racional de energia é apenas a ponta de um “iceberg”, assim como a própria razão também é ponta do “iceberg” onde está mergulhada a totalidade de nosso ser. Mas é na imensidão submersa e quase desconhecida desses “icebergs” que reside a fantástica oportunidade de economia de energia. É de uma obviedade cristalina o desperdício gerado pela desconfiança, pela possessividade, pelo apego, pela submissão das pessoas, pelo desejo de poder e por todos os sentimentos que promovem a destruição, levantam os muros, fazem as guerras, disseminam as doenças, causam a poluição e provocam a desesperança.

Da mesma forma que a falta de amor é um incomensurável desperdício, a sua abundância nos faz transbordar de alegria, de felicidade e nos fornece uma energia incrível para desafiar o inalcançável, almejar o inalcunçável, projetar o inconcebível, construir o impossível, transcender o espaço e o tempo, identificarmo-nos com o Universo e ultrapassar os limites estreitos do uso racional de energia para chegar ao uso consciente de energia e, portanto, mais perto da resposta à questão de saber quem somos, o que estamos fazendo aqui e de que recursos necessitamos para viver.

Mas tudo isso é tema para outro trabalho, que talvez ocupe toda a minha, ou a nossa, existência...

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA PARA APLICAÇÃO DE ENERGIA. *Auto-avaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica na indústria*. São Paulo : CESP, 1986.

\_\_\_\_\_. *Manual de economia de energia na indústria : usos clássicos*. São Paulo : CESP, 1987.

\_\_\_\_\_. *Auto-avaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica nos setores comercial e de serviços*. São Paulo : 1988a.

\_\_\_\_\_. *Como economizar energia elétrica em estabelecimentos comerciais e de serviços*. São Paulo : 1988b.

\_\_\_\_\_. *Auto-avaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica no setor público*. São Paulo : CESP, 1989a.

\_\_\_\_\_. *Consumo de energia nas indústrias do Estado de São Paulo : relatório final*. São Paulo, 1989b.

\_\_\_\_\_. *Relatório de atividades 1987/1990*. São Paulo : 1991.

\_\_\_\_\_. *Manual de uso racional de energia em edificações : isolamento térmico*. São Paulo.

BARRIOS, Enrique. *Ami el niño de las estrellas*. Buenos Aires : Errepar, 1990. p. 30.

BELTRAN, Jorge I. Llagostera, OLIVA, George Andrew e SALAZAR, Sérgio. Aplicação do método da exergia à análise termodinâmica de sistemas de cogeração em usinas de açúcar e álcool. In: ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIAS TÉRMICAS, 2, 1988, Águas de Lindóia. *Anais...* Águas de Lindóia : ABCM, 1988. p. 277-280.

BOLETIM DO BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Brasília : Secretaria Nacional de Energia, abr. 1991.

CEMIG. *Estudo de racionalização energética setorial : panificadoras*. Belo Horizonte : 1987.

\_\_\_\_\_. *Estudo de otimização energética*. Belo Horizonte : 1988. (Relatório 02.111- DT-5195).

\_\_\_\_\_. *Estudo de otimização energética setorial : laticínios*. Belo Horizonte : 1989a.

\_\_\_\_\_. *Estudo de otimização energética setorial : têxtil*. Belo Horizonte : 1989b.

- \_\_\_\_\_. *Estudo de otimização energética dos setores laticínios e têxtil* : relatório de avaliação. Belo Horizonte : 1991.
- \_\_\_\_\_. *Projeto estudo de otimização energética* : seqüência de procedimentos a ser adotada na elaboração de Estudos de Otimização Energética. Belo Horizonte.
- CESP. *Catálogo MAXIWATT*. São Paulo.
- CODI. *Tarifas horo-sazonais* : manual de orientação ao consumidor. Rio de Janeiro : 1988.
- CPFL. *Projeto Diagnóstico Energético* : relatório de avaliação. Campinas : 1989.
- DICKINSON, H.W. A máquina a vapor em 1830. In: Katinsky, J.R. et al. *A invenção da máquina a vapor*. São Paulo : FAU-USP, 1976. p. 114.
- DUARTE, Norberto N. *Conservação de energia na indústria*. São Paulo : fev. 1991. (Entrevista ao autor)
- ELETROBRÁS. *Plano nacional de energia elétrica 1987/2010*. Rio de Janeiro : 1988.
- FURST, G. & OLIVEIRA, L.M.N. Metas de conservação de energia elétrica : uma abordagem metodológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 5, Rio de Janeiro, 1990. *Anais...* Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ, 1990. p. 1016-1024.
- GAGGIOLI, R.A. *Second law analysis for process and energy engineering*. Washington : American Chemical Society, 1983. (ACS symposium series 235)
- GARCEZ, Nelson. *Conservação de energia na indústria*. São Paulo : fev. 1991. (Entrevista ao autor)
- IDAE. *Técnicas de conservación energética en la industria*. Madrid : Ministerio de Industria y Energía, 1982. (2 vol.)
- IPT. *Manual de recomendações para um programa de redução do consumo de energia na indústria de cimento*. São Paulo : 1978.
- \_\_\_\_\_. *Conservação de energia na indústria cerâmica* : manual de recomendações. São Paulo : 1980.
- \_\_\_\_\_. *Conservação de energia na indústria da fundição* : manual de recomendações. São Paulo : 1981.
- \_\_\_\_\_. *Conservação de energia na indústria têxtil* : manual de recomendações. São Paulo : 1982.



- \_\_\_\_\_. *Conservação de energia na indústria do vidro* : manual de recomendações. São Paulo : 1983.
- \_\_\_\_\_. *Conservação de energia na indústria de celulose e papel* : manual de recomendações. São Paulo : 1985a.
- \_\_\_\_\_. *Conservação de energia na indústria de fertilizantes* : manual de recomendações. São Paulo : 1985b.
- \_\_\_\_\_. *Conservação de energia na indústria metalúrgica* : manual de recomendações. São Paulo : 1990a.
- \_\_\_\_\_. *Manual de recomendações* : conservação de energia na indústria do açúcar e do álcool. São Paulo : 1990b.
- LEONELLI, Paulo A. Diagnóstico energético em empresas : avaliação das metodologias patrocinadas pelo PROCEL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO. Campinas, 1989. *Anais...* Campinas : UNICAMP, 1989.
- LIMA, Luiz E. *Estudos de otimização energética*. São Paulo : jan. 1991. (Entrevista ao autor)
- MME. *Conservação de Energia* : ênfase nos derivados de petróleo. Brasília : MME, 1984.
- MORAIS, P.B. & DONATELLI, M.A. Aspectos da política energética americana. *São Paulo Energia*, São Paulo, n. 60, p. 14-19, jan. 1990.
- NOGUEIRA, Luiz A. H. *Auditoria energética* : metodologia. Itajubá : EFEI, 1990. (Apostila do Curso de Planejamento Energético AIE/COPPE/UFRJ)
- NOGUEIRA, Luiz A. H. *Conservação de energia na indústria*. Itajubá : set. 1991. (Entrevista ao autor)
- POPPE, Marcelo K. & AGUIAR, Sergio C. *Financiamento por terceiros* : uma fórmula contratual auto-sustentável para a conservação de energia e uma oportunidade de negócios para as consultoras e empreiteiras. Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ, 1990. (Contribuição para o V Congresso Brasileiro de Energia)
- PROCEL. *Documentação básica*. Rio de Janeiro : 1988.
- \_\_\_\_\_. *Panorama da Eletrotermia*. Rio de Janeiro : CNBE, 1989a.
- \_\_\_\_\_. *Manual de conservação de energia elétrica* : fornos elétricos a resistência. Rio de Janeiro : 1989b.
- \_\_\_\_\_. *Manual de conservação de energia elétrica* : fornos elétricos a arco direto. Rio de Janeiro : 1989c.

- \_\_\_\_\_. *Manual de conservação de energia elétrica : fornos elétricos a arco submerso*. Rio de Janeiro : 1989d.
- \_\_\_\_\_. *Manual de conservação de energia elétrica : fornos elétricos a indução*. Rio de Janeiro : 1989e.
- \_\_\_\_\_. *Projeto Diagnóstico do Potencial para Auditoria Energética : relatório de avaliação*. Belo Horizonte : CEMIG, fev. 1990.
- \_\_\_\_\_. *Manual de conservação de energia elétrica na indústria : alta tensão*. CODI a.
- \_\_\_\_\_. *Manual de conservação de energia elétrica na indústria : baixa tensão*. CODI b.
- RAMOS, Fernando. Administração industrial e conservação de energia. *Eletricidade Moderna*, São Paulo, p. 42-47, dez. 1989.
- SALAZAR, Sérgio e outros. Programa de capacitação de pessoal em conservação de energia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 5, Rio de Janeiro, 1990. *Anais...* Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ, 1990. p. 1331-1340.
- SIMÕES, N.W. Beirão & LATORRE, Cláudio. *Conservação de energia na indústria*. Belo Horizonte : nov. 1990. (Entrevista ao autor)
- TERADA, Akihiko. *Conservação de energia na indústria*. São Paulo : abr. 1991. (Entrevista ao autor)
- TULKU, Tarthang. *O Caminho da habilidade : formas suaves para um trabalho bem sucedido*. São Paulo : Cultrix, 1978. p. 5.
- WALL, Göran. *Exergy : A useful concept*. Göteborg : Physical Resource Theory Group, 1986.