

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE PÓS GRADUAÇÃO
MBA EM ENERGIA ELÉTRICA

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

MARIA PAULA DE SOUZA MARTINS

ORIENTADORA: Prof^ª. Carmen Alveal

Outubro de 1999

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE PÓS GRADUAÇÃO
MBA EM ENERGIA ELÉTRICA

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

MARIA PAULA DE SOUZA MARTINS

ORIENTADORA: Prof^ª. Carmen Alveal

Outubro de 1999

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade da autora

Dedico este trabalho à minha filha Lorena e ao meu marido Luiz Salomão, que sempre me incentiva a manter acesa a curiosidade do saber.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PROCEL e à ELETROBRÁS pela oportunidade de aprendizado no dia a dia do trabalho e no presente MBA em Energia Elétrica.

Também agradeço ao amigo Luiz Antonio de Almeida e Silva pela leitura cuidadosa desta monografia bem como por suas contribuições.

Por fim, quero registrar o meu agradecimento à orientadora dessa monografia, Professora Carmen Alveal, por sua dedicada e inestimável orientação e sugestões, que me possibilitaram a conclusão desta tarefa.

SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES

ALURE – Programa América Latina – Utilização Ótima de Recursos Energéticos
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
CAEMA – Companhia de Água e Esgoto do Maranhão
CEB – Companhia Energética de Brasília
CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica
CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica
CELG – Centrais Elétricas de Goiás S.A.
CELPE – Companhia Energética de Pernambuco
CEMIG – Centrais Energética de Minas Gerais
CEPEL – Centro de Pesquisas da ELETROBRÁS
CERJ – Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro
CHESF – Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
COELCE – Companhia Energética do Ceará
COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento
COPEL – Companhia Paranaense de Energia
COPPE – Coordenação de Programas de Pós Graduação em Engenharia
COSAMA – Companhia de Saneamento do Amazonas
CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz
CTEM – Comitê Técnico para Estudos de Mercado
DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
EAE – Programa de Energia Alternativa e Eficientização
EBE – Empresa Bandeirante de Energia S.A.
EFEI – Escola Federal de Engenharia de Itajubá
ELEKTRO – Elektro Eletricidade e Serviços S/A
ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.
ELETROPAULO – Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A
EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento
ENERSUL – Empresa Energética do Mato Grosso do Sul S.A.
ESCELSA – Espírito Santo Centrais Elétricas
ESCO – Energy Service Company ou Empresa de Serviço de Energia
ETAC – Energy Technology Application Center
EUA – Estados Unidos da América
FBI – Federal Building Initiative
GCPS – Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos
GLD – Gerenciamento pelo Lado da Demanda
GWh – gigawatt-hora
IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal
ISE - Indústria do Setor Elétrico
kWh – quilowatt-hora
LAC – Laboratório Central de Pesquisas e Desenvolvimento
LIGHT – LIGHT Serviços de Eletricidade S.A.
NRCAN – Natural Resources Canada
PIB – Produto Interno Bruto

PND – Plano Nacional de Desenvolvimento
PNEPP – Programa Nacional de Eficientização de Prédios Públicos
PROCEL – Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica
PUC-RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
RGR – Reserva Global de Reversão
SANESUL – Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul
SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIE – Sistema de Informações Energéticas
TWh – terawatt-hora
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFPE – Universidade federal de Pernambuco
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UHE – Usina Hidro Elétrica
UNB – Universidade de Brasília
UNICAMP – Universidade de Campinas
USP – Universidade de São Paulo
VCR – Voluntary Challenge and Registry

ÍNDICE

Introdução

- I. A Indústria Elétrica no Brasil e o ingresso da eficiência energética
 - I.1. Breve histórico da Indústria do Setor Elétrico
 - I.2. Crescimento da demanda X crescimento da oferta de energia elétrica
 - I.3. Eficiência Energética
- II. Uma Abordagem Estratégica para o Progresso da Política de Eficiência Energética - Sistemas e Redes de Inovação
 - II.1. O conceito de Inovação
 - II.2. Sistemas e Redes de Inovação
- III. A experiência internacional
 - III.1. A experiência europeia
 - III.2. A experiência canadense
 - III.3. A experiência americana
- IV. A experiência brasileira
- V. Desafios e Obstáculos

Conclusões

INTRODUÇÃO

O presente trabalho pretende tratar a eficiência energética e seus desdobramentos nos diferentes segmentos da economia sob a ótica da inovação tecnológica. As inovações, tanto tecnológicas quanto organizacionais, são objeto de estudo por parte dos economistas, que criaram a especialização Economia da Inovação.

Com esse objetivo, no capítulo I aborda-se o surgimento da Indústria do Setor Elétrico no Brasil, o crescimento da demanda de energia elétrica frente à oferta de energia e o advento da eficiência energética no mercado como solução para atendimento desse crescimento da demanda.

No capítulo II aborda-se o uso e difusão de sistemas e redes de inovação, introduzindo os conceitos de novos paradigmas de inovação tecnológica e sua influência sobre a eficiência energética.

A experiência internacional na busca da eficiência energética é apresentada no capítulo III, com enfoque na evolução do tema na Europa, Canadá e Estados Unidos.

O Brasil é tratado no capítulo IV, levando-se em conta o aprendizado obtido à partir dos países pioneiros na efficientização energética.

Por fim, o capítulo V destaca os desafios e principais obstáculos a serem transpostos no Brasil, tendo em vista a quebra dos paradigmas existentes quanto ao uso desordenado da energia elétrica bem como a aceitação generalizada da efficientização energética como uma das principais inovações tecnológicas do final do século.

CAPÍTULO I

A INDÚSTRIA ELÉTRICA NO BRASIL E O INGRESSO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

I.1. Breve Histórico da Indústria do Setor Elétrico¹

Desde primórdios, quando o homem aprendeu a usar o fogo como fonte de calor e luz a ciência evoluiu muito até chegar na energia elétrica. Durante o século XIX surgiram as lamparinas de azeite e de óleo, que evoluíram para lampiões de acetileno.

Já em 1831, tanto Michael Faraday, no Reino Unido, como Joseph Henry, nos Estados Unidos, demonstraram, cada um a seu modo, mas ao mesmo tempo, a possibilidade de transformar energia mecânica em energia elétrica. O gerador de Faraday produzia corrente contínua, à partir de um disco de cobre, que girava no campo magnético formado pelos pólos de um ímã de ferradura. Henry obteve corrente alternada valendo-se de um gerador com ímãs e enrolamento de fio numa armadura de ferro.

Somente cerca de 50 anos depois das experiências de Faraday e Henry foram obtidos geradores comercialmente aproveitáveis. Tais conquistas devem-se às contribuições de Thomas Edison, Edward Weston, Nikola Tesla, John Hopkinson e Charles Francis Brush. O Trabalho conjunto desses inventores e processos conduziram à invenção da lâmpada elétrica (1870) e a construção da primeira central de energia elétrica com sistema de distribuição (1872), contribuindo para a instalação da Indústria do Setor Elétrico (ISE), no fim do século XIX.

A fase inicial da ISE foi marcada por debates quanto a alternativa tecnológica a ser adotada, a de corrente contínua ou a de corrente alternada.

Thomas Edison defendia a geração em plantas de pequeno porte, voltadas a atender mercados locais, enquanto Westinghouse propunha a construção de centrais de grande porte e o transporte da energia gerada até os mercados locais, utilizando redes de distribuição. O

¹ As fontes de referência para este breve histórico são: ELETROBRÁS . Revista comemorativa dos 30 anos; RODRIGUES, A.P., DIAS, D.S (1994) – Estado e Energia Elétrica – Experiências Internacionais de desregulação e o caso brasileiro

transporte da energia elétrica de então se dava em baixa voltagem, o que provocava elevadas perdas de energia, encarecendo o custo do transporte em função da distância.

A utilização da corrente alternada ofereceu a alternativa tecnológica de elevação da tensão para o transporte e sua posterior redução para o consumo, reduzindo, conseqüentemente, as perdas no transporte bem como maior cobertura geográfica do fornecimento de energia elétrica, incrementando sua demanda e possibilitando economias de escala na geração de energia.

Em termos tecnológicos, a geração de energia a dínamo, que produzia corrente contínua, foi substituída pela corrente alternada gerada à partir de turbinas a vapor, cujas inovações nas áreas de caldeiraria resultaram na elevação da temperatura e da pressão do vapor utilizados nas turbinas, o que gerou ampliação de escala e melhoria no rendimento térmico das centrais elétricas, reduzindo custos de geração.

Desde as primeiras centrais de geração até hoje, muito se evoluiu em termos tecnológicos, adotando-se diversas alternativas de geração de energia: geração térmica a vapor, a gás, a carvão, à óleo combustível, geração hidráulica, geração nuclear e geração eólica, entre outras.

É importante que todo o mercado de energia elétrica esteja interconectado em face dos benefícios econômicos que proporciona, tais como redução da demanda de ponta agregada do sistema; redução nos custos de construção das centrais; economias de escala; redução dos custos operacionais, maior eficiência no consumo de combustível (usinas térmicas); otimização do despacho de energia (conforme as diferentes tecnologias empregadas na geração); melhoria na qualidade do sistema; maior confiabilidade e estabilidade do sistema; e uniformização de normas técnicas.

A trajetória brasileira decorre de iniciativas do meio do século XIX, com o carvão mineral importado se constituindo como fonte de energia para transportes, algumas indústrias e iluminação.

Entre 1879 e 1890, várias instalações de pequeno porte foram feitas para a geração e utilização de energia elétrica, tais como a iluminação pública da cidade de Campos (RJ), a usina hidrelétrica de Marmelos, em Minas Gerais, com a finalidade de suprir a fábrica de tecidos do próprio construtor da usina, Bernardo Mascarenhas, e a iluminação pública da cidade de Juiz de Fora.

No período entre 1890 e 1900 foram instaladas 10 pequenas usinas, com capacidade instalada de 1.200 kW, que visavam, basicamente, atender à demanda representada pela iluminação pública, mineração, beneficiamento de produtos agrícolas, indústria têxtil e serrarias.

Na virada do século XIX para o século XX, o potencial de desenvolvimento das cidades de Rio de Janeiro e São Paulo atraiu o capital estrangeiro para a instalação de companhias de energia elétrica no Brasil, desenvolvendo a geração hidrelétrica brasileira.

Até a década de 30 a presença do Estado no setor elétrico foi bastante limitada, se resumindo a algumas medidas isoladas de regulamentação. Em 1934 foi promulgado o Código de Águas, que atribuiu à União o poder de autorizar ou conceder o aproveitamento de energia hidráulica e estabeleceu a distinção entre a propriedade do solo e a propriedade das quedas d'água e outras fontes de energia hidráulica para efeito de aproveitamento industrial. Todos os recursos hídricos foram incorporados ao patrimônio da União.

A década de 40 se caracterizou pelo choque entre as correntes favoráveis à nacionalização do setor elétrico e aquelas mais liberais, que defendiam o capital estrangeiro.

Após a Segunda guerra mundial, a demanda começou a ultrapassar a oferta de energia elétrica, em decorrência do crescimento da população urbana e do conseqüente avanço da indústria, do comércio e dos serviços, iniciando um período de racionamento de energia nas principais capitais brasileiras.

Neste período, os governos federal e estaduais se aliaram na reorganização do sistema elétrico em bases estatais. Foram criadas a Comissão Estadual de Energia Elétrica (CEEE), no Rio Grande do Sul em 1943, a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF, em Pernambuco, no ano de 1946 e as Centrais Elétricas de Minas Gerais – CEMIG, em Minas Gerais, em 1952, marcando o início de um novo estágio no desenvolvimento do setor elétrico brasileiro.

Ao longo da década de 50, praticamente todos os estados da federação constituíram empresas estatais de energia elétrica, a partir da absorção das empresas estrangeiras.

Com a constituição das Centrais Elétricas Brasileiras S.A – ELETROBRÁS, em 1961 foi delineada a estrutura do setor elétrico brasileiro, que vigorou até meados da década de 90, quando se deu início à reestruturação do setor.

Enfim, fruto dessa longa construção, o parque gerador do setor elétrico brasileiro, hoje é composto por 91% de geração hidrelétrica e 9% de geração térmica².

I.2. Crescimento da Demanda x Crescimento da Oferta de Energia Elétrica³

A partir do período conhecido como milagre brasileiro (1968-1973), ocorreu expressiva expansão da economia, com conseqüente aumento da renda per capita nacional bem como do consumo per capita de energia elétrica. Ao longo da década de 70, o consumo de energia elétrica por unidade do produto evoluiu de 0,162 kWh/US\$ para 0,215 kWh/US\$ e o consumo per capita de 430 kWh/hab. para 1.025 kWh/hab.

Como conseqüência, a participação da eletricidade no balanço energético nacional saltou de 17% para 28% e a elasticidade-renda média dessa década foi de 1,37.

Nos anos 80, o consumo de energia elétrica foi impulsionado pela maturação dos projetos industriais previstos no II PND-Plano Nacional de Desenvolvimento, implantados à partir do final dos anos 70 bem como pela queda constante do nível tarifário.

Em 1990, o consumo de energia elétrica por unidade do PIB atingiu 0,326 kWh/US\$ e o consumo per capita de energia elétrica chegou a 1.510 kWh/hab., com 37% de participação da energia elétrica no balanço energético nacional e elasticidade-renda de 3,71.

No período 1990/1994, o crescimento médio anual do consumo total de energia elétrica foi de 3,7%, situando-se acima do PIB, de 2,3% ao ano. Já no período 1994/1997, o consumo cresceu 5,3% ao ano e o PIB 3,6% ao ano.

No ano de 1998, em conseqüência das medidas econômicas adotadas pelo Governo Federal, o PIB cresceu apenas 0,2% ao passo que o mercado de energia elétrica cresceu 4,3% ao ano e o consumo percapita atingiu 1.889 kWh/hab. e a participação da eletricidade no balanço energético se situou em torno de 38%.

Três aspectos são dignos de destaque na evolução recente do comportamento da demanda da eletricidade. Por um lado, a elasticidade-renda do consumo de energia elétrica, que após

² ELETROBRÁS (1999). Plano Decenal de Expansão 1999/2008 (Rio de Janeiro-RJ, ELETROBRÁS)

³ Esse item foi totalmente baseado no Plano Decenal de Expansão 1999/2008 publicado pela ELETROBRÁS em 1999.

registrar índices elevados na década de 80 (3,71), caiu para 1,80 no período 1990/1998, sugerindo mudanças estruturais no crescimento da demanda elétrica associadas à modernização da estrutura sócio-produtiva do país e ao uso mais eficiente da eletricidade.

Por outro lado, o comportamento da demanda de energia elétrica mostra a existência de um componente inercial na dinâmica do mercado de energia elétrica, que induz seu crescimento mesmo com a economia em crise. Esse componente inercial foi sustentado pelo desempenho das classes residencial e comercial, visto que a classe industrial foi impactada pelas medidas de ajuste econômico adotadas para enfrentar a crise econômica internacional.

Enfim, a evolução do mercado nas últimas décadas mostra, também, que as regiões menos desenvolvidas têm apresentado taxas de crescimento maiores no consumo de energia elétrica. Entretanto, as disparidades regionais ainda são expressivas, o que indica a existência de um mercado potencial suficiente para sustentar taxas de expansão relativamente elevadas. Assim, espera-se que ocorra um decréscimo da participação relativa das regiões Sul/Sudeste no consumo nacional de eletricidade, por serem de maior desenvolvimento sócio-econômico ao mesmo tempo em que ocorra uma elevação da participação relativa das demais regiões do país.

A sustentação da demanda em condições econômico-financeiras difíceis, em consequência da compressão tarifária ocorrida, principalmente, no período 1979-1993, implicou numa apreciável deterioração do desempenho técnico do suprimento e do fornecimento do serviço elétrico. A evolução da produção, do consumo e das perdas de energia elétrica no Brasil, no período 1970/1998 pode ser visualizada na tabela a seguir, onde as perdas representam a diferença entre a produção e o consumo. Essas perdas correspondem ao somatório das perdas técnicas em transmissão, subtransmissão e distribuição urbana e rural e das denominadas perdas comerciais.

TABELA 1
Evolução da produção, do consumo e das perdas de energia
(1970-1998)

ANO	PRODUÇÃO (TWh)	CONSUMO (TWh)	PERDAS(%)
1970	43	36	16,3
1980	131	114	13,0
1990	236	205	13,1
1997	330	276	16,4
1998	340	288	15,3

Fonte: ELETROBRÁS – Plano Decenal de Expansão 1999/2008

Os índices de perdas observados no Brasil são considerados muito elevados quando comparados aos padrões internacionais. Entretanto, ademais da relação entre uma política tarifária insuficiente para recuperar o custo dos pesados investimentos na operação e transmissão, as perdas podem ser justificadas pelas características do sistema elétrico nacional, em particular pela dimensão continental do país associada a predominância de geração hidrelétrica, que resulta em extensos sistemas de transmissão e elevados fluxos energéticos entre as diferentes regiões brasileiras.

Com relação às perdas comerciais, tem-se observado um crescimento atípico, o que distorce a série elétrica faturada, dificultando sua análise no contexto da economia. Na realidade, o consumo nacional é superior ao indicado, pois existe um número significativo de ligações clandestinas e ligações elétricas sem medidores, essas últimas faturadas pelo consumo mínimo, o que na maioria das regiões, não reflete a realidade.

A evolução da demanda máxima dos Sistemas Interligados Sul/Sudeste/Centro-Oeste e Norte/Nordeste, no nível da produção e, os respectivos fatores de carga no período 1970/1998 são apresentados na tabela abaixo.

TABELA 2
Evolução da demanda máxima x fatores de carga
(1970-1998)

ANO	NORTE/NORDESTE		SUL/SUDESTE/CENTRO-OESTE	
	MW	%	MW	%
1970	825	56	6.638	59
1980	3.165	64	18.692	66
1990	6.835	72	29.619	70
1997	9.966	73	41.492	70
1998	10.520	74	43.116	69

Fonte: ELETROBRÁS – Plano Decenal de Expansão 1999/2008

Tendo em vista o atendimento da demanda de energia é absolutamente necessária a existência de projeções do mercado de energia elétrica abrangentes o suficiente para considerar o país como um todo bem como respeitar suas diversidades regionais.

Entre os elementos que continuarão a influenciar o comportamento do mercado de energia elétrica, destacam-se o crescimento populacional, a evolução da economia, a perspectiva de expansão e diversificação da produção, a evolução da auto-produção e a evolução da conservação de energia.

Do ponto de vista da eficiência energética, ressalta-se que o planejamento setorial de oferta de energia considera como uma de suas premissas básicas a evolução da conservação de energia, visto que uma parcela do crescimento do mercado pode ser atendida mais rapidamente através de ações de eficiência energética do que com a implantação de usinas geradoras, mesmo que sejam térmicas. A esse respeito, três aspectos merecem destaque.

Em primeiro lugar, o prazo de maturação da construção/implantação de uma usina (hidrelétrica, térmica ou nuclear) é superior ao prazo de execução de ações de eficiência

energética. Em segundo lugar, de modo geral, o custo marginal de expansão do sistema elétrico é superior ao custo da grande maioria das ações de eficiência energética.

Finalmente, há que se considerar o avanço tecnológico que tem proporcionado a penetração de equipamentos elétricos mais eficientes bem como a otimização de processos produtivos.

I.3. Eficiência Energética

De acordo com a Primeira Lei da Termodinâmica, a energia total num sistema isolado é constante e, conforme a Segunda Lei, a entropia de um sistema isolado tende a um máximo. A eficiência energética de um processo pode ser medida em termos da Primeira ou da Segunda Lei⁴.

Pela Primeira Lei, a eficiência é a razão entre a energia que sai do processo e a energia que entra nele. Já pela Segunda Lei, o quadro é diferente e a eficiência pode ser definida como a razão entre a energia mínima teoricamente necessária para a realização de um processo e a energia efetivamente usada no processo.

Neste caso, os processos de transformação têm a energia como principal insumo e seu produto também é medido em termos de energia. Esta é a abordagem termodinâmica, que é, a rigor, a única definição precisa de eficiência energética. Entretanto, em termos econômicos, os produtos são medidos em valores ou unidades físicas de massa. Exemplificando: em determinado processo tem-se a energia como insumo e seu produto medido por dólares ou toneladas.

O inverso da eficiência energética, tal como definida acima, é a intensidade energética de um produto ou processo. Esta pode ser expressa como a quantidade de energia por unidade de produto, sendo os indicadores mais utilizados “kWh/US\$” e “kWh/ton.”. No Brasil, assim como nos EUA, Canadá, Reino Unido, França, Japão, Coréia do Sul e México, utiliza-se principalmente os indicadores de intensidade energética para medir a eficiência energética/conservação de energia.

⁴ MACHADO, A. C.(1998), Pensando a Energia (Rio de Janeiro-RJ, ELETROBRÁS)

Na realidade, entende-se por eficiência energética o conjunto de práticas e políticas, que reduza os custos com energia e/ou aumente a quantidade de energia oferecida sem alteração da geração, que podem ser resumidas a seguir:

- a) Planejamento integrado dos recursos – são práticas que subsidiam os planejadores e reguladores de energia a avaliar os custos e benefícios sob as óticas da oferta (geração) e demanda (consumidor final), de forma a que a energia utilizada pelo sistema seja a de menor custo financeiro e ambiental;
- b) Eficiência na Geração, Transmissão e Distribuição – são práticas e tecnologias que estimulam a eficiência em toda a eletricidade que é gerada e entregue aos consumidores finais. Esta categoria inclui co-geração e turbinas de queima de gás natural, além de outras tecnologias capazes de disponibilizar maior quantidade de energia elétrica em plantas já existentes.
- c) Gerenciamento pelo lado da Demanda – são práticas e políticas adotadas pelos planejadores de energia, que encorajam os consumidores a usar a energia de uma forma mais eficiente, além de permitir a administração da curva de carga das concessionárias;
- d) Eficiência no Uso Final – são tecnologias e práticas que estimulam a eficiência energética no nível do consumidor final. Essa categoria inclui praticamente todos os empregos de eletricidade e tecnologias caloríficas existentes, tais como motores, iluminação, aquecimento, ventilação, condicionamento de ar, entre outros. Também inclui tecnologias que propiciem a conservação e o melhor uso da energia, tais como geradores de energia solar e aparelhos de controle do consumo de energia.

A mais convincente vantagem da eficiência energética é a de que ela é quase sempre mais barata que a produção de energia. É claro que o investimento em tecnologia eficiente para vários usos-finais requererá também maiores gastos de capital e que sistemas e equipamentos eficientes são, geralmente, mais caros que as tecnologias que substituem. Entretanto, o custo de conservar 1kWh é, de modo geral, mais barato que sua produção. Além disso, em muitas aplicações, o custo da eficiência energética corresponde a apenas uma pequena parcela dos custos da produção de energia. Tradicionalmente, esses custos são contabilizados por agentes diferentes, sendo ora debitados ao consumidor, à companhia de energia ou ao próprio governo.

Investimentos em eficiência energética tendem a ser incrementais e modulares, com pequeno prazo de retorno, possibilitando a implementação de medidas que representem economia de energia e de recursos em período inferior ao de construção de uma usina. Entretanto, uma barreira à implantação de medidas de eficiência energética é a dificuldade de acesso a financiamentos, em relação aos empreendimentos de energia convencional. Tal constatação é reforçada pelo fato de ações de eficiência energética poderem ser feitas no lado da oferta de energia como também no lado do seu uso final. A maioria dos agentes, usuários de eletricidade, nem sempre têm capacidade financeira para arcar com o investimento necessário nem tampouco conseguem atender aos requisitos mínimos requeridos para obtenção de financiamentos bancários, como a garantia por exemplo.

Essas características sugerem a necessidade da existência de políticas de governo capazes de regulamentar o mercado de eficiência energética; induzir o desenvolvimento tecnológico; efetuar demonstrações da tecnologia de eficiência energética e suas aplicações; induzir a transformação do mercado de produtos eletro-eletrônicos; adotar padrões de eficiência energética para produtos eletro-eletrônicos e instalações elétricas em construções civis e unidades fabris; estimular a implantação de programas de gerenciamento pelo lado da demanda; formar uma cultura nacional de eficiência energética; implementar programas educativos de eficiência energética; divulgar os resultados obtidos com ações de eficiência energética.

Em suma, a necessidade de políticas de eficiência energética para a realização, no longo prazo, de seus atributos positivos remetem o tema para o âmbito da inovação tecnológica.

CAPÍTULO II

UMA ABORDAGEM ESTRATÉGICA PARA O PROGRESSO DA POLÍTICA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMAS E REDES DE INOVAÇÃO

II.1. O Conceito de Inovação

Conceitualmente, a Inovação Tecnológica tem sido abordada sob duas óticas distintas. A primeira enfatiza a inovação tecnológica decorrente das forças de demanda ou mercado, influenciadas pelo comportamento dos consumidores. A outra abordagem privilegia o processo técnico de pesquisa e desenvolvimento, que contribui, fundamentalmente, com conhecimentos específicos para o processo de inovação. Recentemente, essas abordagens foram circunscritas pelos conceitos de paradigmas tecnológicos e paradigmas tecno-econômicos⁵.

Os paradigmas tecnológicos destacam mudanças fundamentais na tecnologia de determinado setor, envolvendo modos específicos de pesquisas, bases de conhecimento e combinações entre diferentes formas de propriedade do conhecimento tecnológico, com variáveis endógenas e exógenas ao processo competitivo e de acumulação tecnológica de setores e de empresas.

Já os paradigmas técnico-econômicos, estão relacionados a gama de combinações possíveis entre inovações tecnológicas, organizacionais e institucionais, que podem levar a transformações capazes de permear a economia como um todo, exercendo influencia no seu comportamento. Ou seja, cada novo paradigma técnico-econômico traduz uma nova combinação de vantagens técnicas, econômicas e sociais, capaz de se tornar no parâmetro de uma determinada fase de crescimento econômico.

Nas novas abordagens, as inovações podem ser incrementais, isto é, como resultado de pesquisas e aprimoramentos sugeridos por pessoas diretamente envolvidas no processo produtivo ou por iniciativas e propostas dos usuários. O incrementalismo das inovações estão, normalmente, associadas à implantação, operação e otimização de unidades fabris e

⁵ LASTRES, H.(1998). Globalização, tecnologia e competitividade. Mimeo (Rio de Janeiro-RJ, UFRJ)

equipamentos e à melhoria de qualidade de produtos e serviços para uma variedade de aplicações específicas.

Alternativamente, as inovações podem ser radicais, ou seja, são indutoras de uma quebra na estrutura passada de produção de bens e serviços. São resultado de atividades de Pesquisa e Desenvolvimento efetuadas por empresas, universidades e/ou institutos de pesquisa e constituem a base para novas plantas, fábricas e mercados bem como melhoria no custo e qualidade de produtos existentes, envolvendo um processo combinado de inovações técnicas e organizacionais.

Combinações de inovações incrementais e radicais, somadas a inovações organizacionais resultam em mudanças de sistema tecnológico, podendo afetar uma ou mais empresas, um ou mais setores ou até mesmo estimular a criação de setores inteiramente novos.

Algumas combinações de inovações incrementais e radicais podem englobar vários novos sistemas tecnológicos e impulsionar o desenvolvimento de um novo paradigma técnico-econômico, como resultado de pressões competitivas persistentes que objetivem a sustentação da lucratividade e produtividade bem como a superação de limites de um paradigma já estabelecido. Tais mudanças exigem um período muito longo e envolvem complexa interação entre forças tecnológicas, econômicas, sociais e políticas bem como um processo de aprendizado, adaptação, inovação incremental e mudança institucional correlatos.

Dentro desse complexo ambiente, podemos afirmar que a eficiência energética surge como exemplo de paradigma técnico-econômico, por estar relacionada, por um lado, por fatores tecnológicos envolvendo novas pesquisas e inovação incremental e, por outro lado, pelos fatores sócio econômicos decorrentes da implantação da nova tecnologia.

II.2. Sistemas e Redes de Inovação⁶

Uma nova abordagem no estudo das inovações na economia surgiu na última década, sendo conhecida como Sistemas de Inovação. As inovações são novas criações com significado econômico, que podem ser totalmente novas ou, como ocorre mais freqüentemente, ser resultado da combinação de elementos já existentes.

⁶ EDQUIST, C (1997), *Systems of Innovation – Technologies, Institutions and Organizations* (Londres-UK, PINTER)

Os processos nos quais emergem as inovações tecnológicas são extremamente complexos, devendo ser acompanhados não apenas da descoberta e difusão dos conhecimentos científicos, mas também da capacidade de transformação dessas descobertas em novos produtos ou processos produtivos, demonstrando a importância de mecanismos de interação e comunicação entre as partes interessadas, envolvendo ciência, tecnologia, aprendizado, produção, políticas e demanda.

Devido a sua complexidade, as firmas quase nunca inovam isoladamente. No processo de inovação, há interação entre diversas organizações, de modo a obter, desenvolver e trocar conhecimentos, informações e pesquisas. Essas organizações podem ser empresas, universidades, institutos de pesquisa, bancos de investimentos, escolas, agências governamentais, entre outras.

Os estudos sobre sistemas de inovação são relativamente recentes e muitos autores têm discutido sobre seu entendimento e definições a serem adotadas. Nos estudos iniciais realizados por Christopher Freeman (1987) surgiu a definição de sistema nacional de inovação como sendo uma rede de instituições oriundas dos setores público e privado, cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias.

Já B. Carlsson e R. Stankiewicz, em 1995 defendem os sistemas de inovação tecnológica distanciados da abordagem nacional e sim como uma rede de agentes interagindo em setores específicos da economia/indústria inseridos numa infra-estrutura institucional particular ou num conjunto de infra-estruturas abrangendo geração, difusão e utilização de tecnologias.

Existem, ainda, discussões acerca da dimensão dos sistemas de inovação. Sistemas de inovação podem assumir abrangência supranacional, nacional, regional ou até mesmo setorial com demarcação geográfica. Existem muitas possibilidades de combinação de sistemas de inovação. A decisão de delimitação espacial ou setorial irá depender do objeto de estudo. Em alguns casos a abordagem setorial é mais adequada enquanto em outros casos a abordagem geográfica será mais útil. Na verdade, essas duas abordagens são complementares.

De modo geral, o conceito de inovação pretende abranger todas as dimensões de análise que influenciam o desenvolvimento, a difusão e o uso das inovações tecnológicas, ou seja, os aspectos econômicos, sociais, político-institucionais, organizacionais e até culturais que condicionam os processos inovativos.

Independentemente das diferentes linhas de pensamento, todos os estudos sobre sistemas de inovação se baseiam nas inovações e seu aprendizado. Não apenas a criação do novo conhecimento é crucial, mas também a sua acessibilidade, isto é, sua distribuição e utilização como sistema de inovação.

Nessa perspectiva, é importante destacar que a característica decisiva dos sistemas de inovação é o desenvolvimento de inovações através do “ aprender fazendo, aprender usando e aprender interagindo”. Nesse sentido, as instituições exercem papel fundamental no processo de inovação, promovendo novos padrões de interação social, estimulando e regulando o processo de inovação e difusão tecnológica, elaborando políticas, sistemas educacionais, legislação sobre patentes bem como todas as atividades que influenciem a geração, desenvolvimento, transferência e utilização de tecnologias.

O desenvolvimento e a disseminação da eficiência energética podem ser abordados sob a ótica de sistemas de inovação tecnológica. Esse intuito é observado nos capítulos III e IV deste trabalho que tratam da experiência internacional e brasileira.

CAPÍTULO III

A EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

III.1. Experiência Européia⁷

Os programas e medidas implementados pelos países da União Européia e outros países da OCDE, nos últimos 15-20 anos podem ser classificados em sete categorias gerais, a saber: medidas institucionais e organizacionais; informação, treinamento e promoção de gerenciamento de energia; pesquisa, desenvolvimento e demonstração; regulação e acordos voluntários; políticas tarifária e fiscal; incentivos econômico e financeiros; e programas de gerenciamento pelo lado da demanda.

No desenvolvimento e aplicação dessas políticas e medidas, os países da União Européia e OCDE escolheram diferentes abordagens, com ênfase variada no consumidor final e opções de políticas, o que dificulta o estabelecimento de taxas de sucesso das medidas realizadas, uma vez que estão relacionadas a questões geográficas, históricas, econômicas, políticas e sociais dos diferentes países, regiões ou até mesmo cidades.

Na maioria desses países, **o primeiro passo** se deu no estabelecimento de uma política ou programa de conservação de energia, visando formar uma instituição/organismo encarregada de coordenar e motivar a sociedade – consumidores, concessionárias de energia, parlamentares, membros do poder executivo, industriais, arquitetos, construtores, prestadores de serviços, etc. - para desenvolver ações de eficiência energética nas esferas nacional, regional e local, **de forma descentralizada**.

Essas instituições promovem a integração das políticas de eficiência energética com as atividades econômicas e sociais, elaborando programas nacionais ou regionais de eficiência energética; assessorando tecnicamente os formuladores de política quanto a regulação e padrões técnicos; incentivando e coordenando programas de inovação, pesquisa e desenvolvimento; organizando e promovendo projetos; organizando e coordenando ajudas e incentivos financeiros; e participando em cooperações internacionais.

⁷ THERMIE (1996). Identification and analysis of legal and regulatory instruments for the promotion and development of energy efficiency programmes (Brussels – Belgium, European Commission/THERMIE).

Em alguns países, foram criadas agências públicas de eficiência energética, tais como ADEME (França), NOVEM (Holanda), STEM (Suécia) e IDAE (Espanha), também encarregadas da proteção ambiental e desenvolvimento de energias renováveis. Em outros foram criados departamentos de administração de energia encarregados da eficiência energética na Dinamarca (DEA), na França (SERURE) e no Reino Unido (EEO).

A Itália transformou sua agência de energia nuclear numa agência responsável também pela eficiência energética, a ENEA, tal como a ETSU inglesa. Alternativamente, Portugal e Alemanha criaram empresas públicas ou privadas através de “joint-ventures” com concessionárias de energia, agências estatais nacionais ou regionais e associações industriais. Além disso, foram criadas equipes especiais para promover investimentos de conservação de energia na Dinamarca (Danish Fund for Electricity Savings) e no Reino Unido (Energy Savings Trust – EST).

Com o crescimento dessas agências européias, foi criada uma rede de agências ou organizacionais composta por 15 membros, chamada de EnR Club. Essa rede permite o trabalho conjunto bem como o compartilhamento de experiências no campo da formulação, pesquisa e desenvolvimento, programas de demonstração e disseminação de técnicas e métodos de eficiência energética.

Outras redes foram criadas, de forma a permitir trocas de experiências no campo da eficiência energética, tais como a Rede Cidades-Eficientes, que se preocupa com assuntos ligados a energia na esfera municipal (O Brasil tem alguns municípios que fazem parte dessa rede); FEDARENE, rede formada apenas por agências regionais de eficiência energética; Islenet, rede voltada especificamente para questões energéticas associadas à ilhas.

O segundo passo importante foi dado com a adoção de uma nova forma de organização do setor de energia, incluindo outras fontes de energia, que se generalizou pela Europa. Um conjunto de medidas foi elaborado para promover a produção independente de energia, inclusive visando fontes renováveis de energia, tais como a geração de pequenas centrais hidrelétricas e usinas eólicas, definindo as condições comerciais entre as concessionárias de energia e os auto-produtores. Portugal foi o primeiro país a criar esse tipo de legislação em 1988, seguido pela Alemanha, Reino Unido, Noruega e Holanda.

A Comunidade Européia intervém no setor elétrico através de resoluções elaboradas pelo Conselho de Ministros, as quais são persuasivas do ponto de vista político, mas não possuem

força legal nos países membros. Seus três principais objetivos são disseminar a competitividade e a eficiência, garantir o fornecimento de energia e a proteção ambiental. Suas atividades pretendem complementar e coordenar as atividades dos países membros. Desta forma, a Comissão Européia concentra-se nas áreas onde suas contribuições podem ser somadas aos esforços dos países membros, bem como onde exista carência de standardização. Sua tarefa inclui ajudar os países membros a desenvolver infra-estrutura de eficiência energética, trocando informações e desenvolvendo legislação básica onde for necessário.

O terceiro fator importante a destacar na progressão das atividades de eficiência energética na experiência européia se refere à formação de redes de inovação. A Comissão Européia tem alguns programas e organizações, que operam numa estrutura de rede de inovação, que dissemina informações, assistência técnica, desenvolvimento tecnológico e comercialização de tecnologias, tais como SAVE Programme, THERMIE, JOULE e OPET (Organization for the promotion of Energy technologies).

O Programa JOULE está encarregado da pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias de energia. O programa THERMIE trata da aplicação das tecnologias emergentes em escala de demonstração, acelerando sua absorção pelo mercado, sendo sua área de atuação a eficiência energética, energias renováveis, combustíveis sólidos e hidrocarbonetos. A OPET é o principal veículo de aceleração da comercialização das tecnologias providas pelo THERMIE e outros programas dos países membro.

Através do programa SAVE, a Comissão iniciou um processo de promoção de projetos de gerenciamento pelo lado da demanda no setor indústrias com diferentes concessionárias de energia da União Européia, obtendo ganhos de energia, desenvolvendo a eficiência energética e colaborando com a redução da emissão de CO₂.

Fruto do avanço político institucional e organizacional, notadamente no campo da pesquisa e desenvolvimento da inovação tecnológica, a Comissão Européia publicou uma série de documentos sobre eficiência energética, aplicáveis aos setores residencial (eficiência de aquecedores elétricos, normas técnicas para edificações eficientes) e industrial (diretrizes de auditorias energéticas), bem como normas técnicas para etiquetagem de aparelhos eletrodomésticos e índices mínimos de eficiência energética dos mesmos.

O conjunto de atividades referidas e sua orientação se insere no âmbito maior da política de médio e longo prazos da União Européia (EU), que visa a redução das diferenças de

desenvolvimento sócio-econômico e da qualidade de vidas entre as diferentes regiões que a constituem. Nesse contexto, cabe registrar o suporte financeiro que a EU estabelece para adoção de políticas energéticas, cujos principais objetivos são:

- a) capacitar as regiões com informações sobre energia (oferta e demanda) e desenvolver atividades/programas descentralizados, especialmente no campo da eficiência energética do consumidor final, conservação de energia e desenvolvimento de fontes renováveis de energia;
- b) chamar a atenção das autoridades sobre a relevância das análises e ações de controle da demanda de energia;
- c) colaborar, através da construção de ferramentas metodológicas com empresas consultoras e equipes locais a efetuar análise entre vários temas, tais como energia e meio ambiente, energia e desenvolvimento local, etc.;
- d) promover a troca de experiência entre as regiões, cidades e vários países membro, de modo a encorajar as equipes existentes naqueles países a trabalhar juntas, trocar informações e desenvolver métodos e experiências.

Finalmente, no objetivo de estreitar os laços com a região latino-americana, cabe destacar que a Comunidade Européia possui um programa de apoio ao desenvolvimento econômico e social sustentável direcionado para América Latina, em cujo bojo está inserido o Projeto BRACEL – Cooperação Euro-Brasileira de Combate ao Desperdício de Energia.

III. 2. A Experiência Canadense⁸

A política de eficiência energética canadense está vinculada formalmente à política nacional de combate ao efeito estufa, que tem como principal instrumento o cadastro de adesão voluntária denominado “Voluntary Challenge and Registry – VCR”, cujo objetivo principal é registrar os compromissos assumidos pelas organizações públicas e privadas em reduzir voluntariamente suas emissões atmosféricas geradoras do efeito estufa.

⁸ Todas as informações contidas neste item são oriundas da experiência da autora obtida em viagem ao Canadá realizada em 1997, no bojo de acordo de transferência de tecnologia firmado entre os governos brasileiro e canadense.

No âmbito do VCR funciona o Programa de Energia Alternativa e Eficientização – EAE, promovido pelo “Natural Resources Canada – NRCan”, que promove a eficientização energética em todos os setores de uso final de energia: equipamentos, edificações, indústria e transportes. O programa adota como instrumentos a iniciativa voluntária, a informação, a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico e a regulação.

A vertente mais desenvolvida do Programa EAE é denominada “Federal Building Initiative – FBI”, cujo objetivo é incentivar e apoiar departamentos e agências federais na implementação de medidas de eficientização energética em suas instalações.

Com a crise energética da década de 70, desencadeada com o choque do petróleo, o governo canadense deu início a uma grande variedade de programas, cuja finalidade inicial era racionalizar os gastos públicos, mas serviram para desenvolver inúmeras técnicas de conservação de energia, as quais vêm sendo praticadas há mais de duas décadas no Canadá.

A principal novidade da trajetória empregada no Canadá está relacionada com a forma de financiamento dos investimentos necessários a eficientização a ser efetuada. Inicialmente, as empresas de serviços de energia (Energy Service Companies – ESCO’s) financiavam o investimento e após a implantação das medidas se ressarciam do montante investido em proporção previamente acordada com o contratante. Ocorre que, após um curto período de tempo, a capacidade de endividamento das ESCO’s canadenses junto aos bancos se esgotou.

Tendo em vista a superação dessa carência, um novo arranjo institucional foi elaborado, que pode ser resumido a seguir. Os bancos de Investimento financiam o projeto a ser implementado, liberando os recursos para as ESCO’s, que por sua vez pagam um seguro a um pool de empresas seguradoras, que dão a garantia do pagamento do financiamento obtido junto aos bancos.

Do ponto de vista institucional, as medidas de eficiência energética identificadas são implantadas através da adoção de contratos firmados entre as ESCO’s e a empresa ou órgão público a ser eficientizado, estabelecendo os direitos e obrigações do contratante e contratado. Os contratos mais utilizados são o Contrato de Economias Compartilhadas e o Contrato de Gerenciamento de Energia, sendo também chamados de Contratos por Resultados, os quais são fundamentados no risco.

No Contrato de Economias Compartilhadas, a ESCO fornece um pacote de serviços englobando engenharia, instalação de equipamentos, operação, manutenção e monitoramento dos ganhos obtidos pela redução no consumo de energia, sendo remunerada por uma parcela diferencial entre a fatura de energia antes e depois do projeto. Outro tipo utilizado é o Contrato de Gerenciamento de Energia, onde a ESCO assume o controle do consumo de todas as formas de energia utilizadas pelo cliente, inclusive o gás utilizado nos sistemas de aquecimento, elabora e implanta um projeto de efficientização energética, sendo remunerada por uma parte do valor de redução das contas de energia. Outra parte será usada para pagar o investimento e o restante será o lucro do cliente. Esse arranjo dependerá de acordo entre as partes.

Normalmente, esses projetos são de longo prazo – 5 a 10 anos – extrapolando, inclusive, o prazo de pay-back, o que pressupõe uma relação de parceria entre o cliente e a ESCO para que tenham êxito.

Atualmente, a NRCan vem trabalhando na replicação do projeto de edificações para grupos de clientes dos setores provincial, municipal e privado, através da divulgação de vantagens e técnicas de eficiência energética e suprimento por fontes alternativas. O NRCan também está criando parcerias com a indústria, o comércio e outros setores institucionais, de modo a expandir a filosofia do FBI por todo o Canadá, além de promover eventos de divulgação de resultados alcançados tanto por programas efetuados pelo FBI como pelos programas replicados à partir dele.

Enfim, de modo similar à orientação da EU, cabe destacar que o NRCan também vem atuando em outros países através de acordos de transferência de tecnologia, tais como o existente com o governo brasileiro, que vem sendo efetuado junto à ELETROBRÁS/PROCEL.

III.3. A Experiência Americana⁹

A preocupação norte-americana com a eficiência energética começou com o choque do petróleo ocorrido em 1973, que afetou fortemente sua geração de energia elétrica. Uma série de políticas e tecnologias adotadas, desde aquela data, contribuíram para que as tarifas de energia americanas se situem, hoje, em patamares inferiores àqueles de 25 anos atrás. O foco

⁹ As informações relativas à este item foram obtidas via internet, através das home-pages da ACEEE (<http://www.aceee.org>) e do DOE (<http://www.doe.gov>)

de atenção da política norte-americana de eficiência energética deslocou-se para questões ambientais, devido ao temor de o aumento do consumo de energia provocar um acréscimo do grau de poluição local, contribuindo para mudanças climáticas globais.

A preços baixos, existem tecnologias correntes disponíveis no mercado capazes de estimular a eficiência energética de novos refrigeradores em cerca de 20%, condicionadores centrais de ar em 30%, condicionadores de ar de janela em 40% e lavadoras de roupas em 50%; reduzir a média de consumo de combustíveis de carros novos e pequenos caminhões em cerca de 40% sem comprometer suas segurança e performance; reduzir o consumo da energia de “standby” de televisores, aparelhos de videocassete e outros produtos eletrônicos a uma pequena fração de seu consumo atual.

O desafio maior é elaborar estratégias energéticas que possibilitem que os EUA alcancem suas metas de proteção ambiental, saúde pública e segurança nacional, como resultado de economias de energia, com práticas racionais de economia a preços reduzidos, mantendo a conservação de energia como um anteparo de proteção para a maioria dos consumidores americanos.

As políticas públicas mais oportunas nos Estados Unidos hoje são: i) fortalecer os padrões de eficiência energética para novos aplicativos e intensificar os códigos para novas construções; ii) eliminar subsídios públicos para o consumo de combustíveis fósseis; e iii) restabelecer os investimentos das concessionárias de energia elétrica em programas de eficiência energética, especialmente em programas direcionados para o setor residencial de pequenos negócios.

CAPÍTULO IV

A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA

Em 1985 surgiu, por parte do Poder Executivo Federal brasileiro, a preocupação com a conservação de eletricidade no país, sendo instituído, então o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, hoje Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PROCEL.

Apesar da conjuntura crítica em que se encontrava o setor elétrico brasileiro, o programa foi mantido em função da adesão crescente de sua importância junto aos decisores públicos, proporcionando um aprendizado que foi aproveitado posteriormente.

A partir de 1994, o Programa passou por um processo de revitalização, inclusive procurando aproveitar os avanços das experiências internacionais, obtidas através de convênios com a Comunidade Européia, Estados Unidos e Canadá.

Observou-se que os programas de eficiência energética adotados nesses países tinham, além de uma sólida base tecnológica, uma forte orientação para o mercado, o que significou uma alteração na abordagem impositiva, adotada até então, cedendo espaço para o conhecimento das necessidades e expectativas e forma de agir dos consumidores, antes da elaboração de projetos a eles destinados.

Ao considerar-se a experiência estrangeira e as dimensões continentais do Brasil, constatou-se que seria preciso inovar na forma de atuação dos programas conhecidos de eficiência energética para que fosse viável efetuar-lo no nosso país. Desta forma, o PROCEL começou, por um lado, a estabelecer convênios variados, com concessionárias, prefeituras, governos estaduais, agências de fomento, agências de regulação e associações de classe entre outros, de modo a criar uma rede de parcerias por todo o Brasil. Através dessa rede, o PROCEL vem efetuando um grande esforço de desenvolvimento tecnológico, regulatório e educacional para implementação.

As linhas de atuação adotadas pelo Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica podem ser vislumbradas a seguir:

Iluminação Pública¹⁰

A iluminação pública é responsável por aproximadamente 3,5% do consumo total de energia elétrica no Brasil, abrangendo todo o horário de demanda máxima do sistema elétrico. Estima-se que as redes de iluminação pública atendam a cerca de 12,3 milhões de pontos e totalizem uma potência instalada da ordem de 2.470 MW, equivalente ao consumo de 10.670 GWh/ano.

Na última década cerca de 400.000 lâmpadas foram substituídas, através de programas de incentivos às concessionárias, o que resultou em substancial declínio no uso de lâmpadas incandescentes e mistas. No entanto, o setor de iluminação pública apresenta, ainda, elevado grau de desperdício energético, atribuído à instalação de equipamentos ineficientes e à ausência de gestão eficiente desses serviços.

Entre 1995 e 1998, a ELETROBRÁS/PROCEL aprovou financiamento da ordem de R\$ 134 milhões, para substituição de 2,85 milhões de pontos de iluminação pública. Este empreendimento envolveu 25 concessionárias e supridoras de energia elétrica e atende a cerca de 640 municípios. Esses projetos representam uma economia de energia de 1.100 GWh/ano. Essa energia é suficiente para abastecer 522 mil consumidores residenciais por 1 ano.

Recentemente, o PROCEL elaborou um novo plano de ação para iluminação pública, abrangendo o período 1998-1999, que prevê a substituição de 3 milhões de pontos de luz, com ênfase na aplicação das lâmpadas de vapor de sódio alta pressão. Esta meta equivale a uma redução de demanda da ordem de 350 MW e de consumo correspondente a 1.533 GWh/ano. Além destas medidas, outras ações como incentivo ao desenvolvimento tecnológico de equipamentos, capacitação de pessoal para projetos eficientes e a divulgação junto aos municípios (responsáveis pela iluminação pública) integram o escopo do Programa de Iluminação Pública do PROCEL.

Setor Residencial¹¹

As ações do PROCEL e das concessionárias junto ao mercado residencial referem-se, basicamente, às atividades de etiquetagem/certificação de eletrodomésticos e projetos-piloto, visando testar a receptividade e operacionalidade de alguns incentivos financeiros

¹⁰ ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98* – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Iluminação pública

(desconto/financiamento/instalação direta) de aparelhos eficientes. Há também alguns projetos de maior escala que fazem parte dos programas de Gerenciamento pelo lado da demanda – GLD como o do Vale do Jequitinhonha (CEMIG) e Fortaleza (COELCE).

Este viés tecnológico, necessário e fundamental para a estratégia de transformação do mercado, mostrou-se insuficiente perante às metas pretendidas pelo programa. Desta forma, desde 1995, tem-se buscado uma compreensão mais sistêmica e objetiva através de uma abordagem mercadológica, valendo-se de ferramentas de marketing para o desenvolvimento de estratégias de transformação de mercado.

Convênios de cooperação estabelecidos com algumas universidades, tais como, COPPE/UFRJ, UNICAMP, PUC-RJ, contribuem na elaboração e compreensão de pesquisas de mercado, possibilitando:

1. Identificar as principais regiões/localidades críticas, no que se refere ao atendimento à demanda de energia elétrica, cuja solução poderá ser alvo total ou parcial de ações de combate ao desperdício;
2. Analisar o mercado consumidor segundo os setores de consumo e usos finais, construindo as respectivas curvas de carga e identificando as principais oportunidades de atuação junto aos públicos-alvo claramente definidos;
3. Conhecer as necessidades, atitudes e comportamentos dos consumidores, expressas através dos hábitos de uso da eletricidade, compra de eletrodomésticos e do processo de decisão associado a estas categorias (uso e compra);
4. Conhecer os produtos comercializados, em especial aqueles energeticamente eficientes, suas participações e posicionamentos, assim como as tendências de mercado;
5. Entender a estrutura do mercado: quais os principais fabricantes ou fornecedores, sua forma de atuação, os canais de distribuição e seu funcionamento.

Com relação ao potencial de conservação de energia elétrica, tem-se três potenciais distintos: Técnico, Econômico e de Mercado. O potencial técnico é aquele resultante do pleno uso de tecnologias mais avançadas e eficientes, tecnicamente disponíveis no mercado, não

¹¹ ELETROBRÁS (1998). Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Setor Residencial

necessariamente viáveis economicamente. O potencial econômico é resultante da aplicação de medidas de eficiência energética atraentes para o usuário final, sob o ponto de vista econômico, com benefícios superiores aos custos decorrentes do uso de tecnologias que proporcionem tal eficiência. Já o potencial de mercado seria a economia de energia decorrente da aplicação de tecnologias mais eficientes por parte dos usuários finais, na proporção de sua atratividade econômica.

O potencial técnico de conservação representa cerca de 23% de todo o consumo no setor residencial, ao passo que o potencial econômico é de aproximadamente 11%. Mantidas as atuais condições tarifárias e de estabilidade econômica, o potencial de mercado dependerá de campanhas de informação e incentivos, disposição e interesse dos consumidores na aquisição dos produtos eficientes e da oferta de produtos eficientes no mercado.

Um dos instrumentos de eficiência energética mais utilizados é a política tarifária, que tem capacidade para otimizar a expansão e a operação do sistema. As tarifas residenciais praticadas no Brasil são comparáveis com aquelas aplicadas na maioria dos países desenvolvidos. Consumidores de baixa renda são subsidiados e recebem um desconto conforme o nível de consumo. Entretanto, a sinalização tarifária pura e simples não é suficiente para sensibilizar o usuário na contenção do consumo. Ademais, a estrutura tarifária residencial limita-se à cobrança do consumo, não considerando a parcela relativa à demanda. Além disso, o subsídio social aos consumidores de baixa renda ressalta a pouca importância imputada ao custo da energia elétrica.

Para a obtenção de resultados eletro-eficientes efetivos, uma política tarifária deve ser combinada com campanhas de sensibilização, conscientização, informação e incentivo à aquisição e ao uso de equipamentos eficientes. No Brasil, algumas experiências neste sentido vêm sendo desenvolvidas pela CEMIG e COPEL, notadamente pela aplicação da Tarifa Amarela, que diferencia o custo da energia conforme o horário de utilização diária.

Gerenciamento pelo Lado da Demanda¹²

O Gerenciamento pelo Lado da Demanda – GLD é um conjunto de ações planejadas, voltadas para administrar a demanda de energia elétrica no interesse da concessionária de distribuição. Isto é feito através do deslocamento de cargas de consumidores dentro do período diário de

¹² ELETROBRÁS (1998). Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Gerenciamento pelo lado da demanda - GLD

consumo. Normalmente o GLD tem como objetivo reduzir a demanda máxima de determinada região, trazendo como consequência alívio nos circuitos e transformadores de transmissão, com imediata redução de perdas no suprimento e economia na geração de energia.

Um projeto de GLD pode constituir-se em alternativa à expansão do sistema elétrico à partir da análise de um plano integrado de ações, que contempla opções no lado da oferta de energia e no lado da demanda. Essa análise exige a integração das equipes de uma concessionária, o que possibilita a discussão de estratégias de interesse da empresa. De modo geral, as opções do lado da demanda se apresentam economicamente mais atraentes que aquelas do lado da oferta.

Estima-se que o potencial de redução da ponta de consumo nas regiões Sul/Sudeste/Centro-Oeste, com a instalação de controladores de demanda (equipamentos que inibem o uso do chuveiro no horário de ponta) seja da ordem de 2.000 MW, o que proporcionaria um ganho líquido para as concessionárias da ordem de R\$ 250 milhões e taxas de rentabilidade superiores a 20%.

Vários projetos-piloto já foram desenvolvidos, destacando-se: CEMIG: 3.200 limitadores de demanda no Vale do Jequitinhonha; CELG: 4.200 limitadores de demanda em Luiziânia; LIGHT: 500 limitadores no Bairro de Padre Miguel no Rio de Janeiro; CEB: controladores de geladeiras em Santa Maria - DF; COPEL: Tarifa Amarela

Estão em desenvolvimento diversos projetos de tarifas diferenciadas nas concessionárias ESCELSA, CELG, LIGHT, ENERSUL, CPFL e CEMIG; e de limitadores de demanda em larga escala nas concessionárias CEEE, ELEKTRO, EBE, ELETROPAULO-METROPOLITANA, CELPE, CEMIG, CELG, LIGHT, CPFL e CEB.

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL estima, para o ano de 1999, a aplicação de R\$ 40 milhões em projetos de controle da demanda, o que significa a implantação de cerca de 200.000 controladores de demanda (limitadores e medidores de tarifa diferenciada), o que se traduz na redução de 80 MW na ponta. Considerando um custo médio de expansão de capacidade (Geração/Transmissão/Distribuição) da ordem, de R\$ 2 mil/kW, tais projetos permitirão uma economia global de R\$ 120 milhões.

Prédios Públicos¹³

A classe de consumo Poderes Públicos responde por cerca de 4% do consumo total de energia elétrica no país, sendo estimado que 80% do total consumido por esta classe seja relativo aos prédios públicos. Somente no ano de 1997, este número corresponde a 5.500 GWh, considerando os níveis federal, estadual e municipal.

O potencial de efficientização dessas instalações com adoção de medidas técnicas e gerenciais de baixo custo é de redução de 15 a 20% de consumo e demanda. No universo dos 900 principais prédios públicos no país, essa redução representaria uma economia entre 825 e 1.100 GWh/ano.

Consciente da importância desse segmento no contexto da conservação de energia e da viabilidade das ações necessárias para sua efficientização, o PROCEL vem desenvolvendo, desde 1994, ações experimentais na área de prédios públicos. Em função dos resultados obtidos, o PROCEL decidiu congrega estas ações num programa único, de âmbito nacional, o Programa Nacional de Efficientização de Prédios Públicos – PNEPP.

Este programa tem como meta a ampla redução do desperdício de energia elétrica nos prédios públicos, de todos os níveis de governo, com a implantação de projetos-piloto e o estabelecimento de políticas e estratégias unificadas voltadas para replicação em larga escala dos projetos, utilizando o sistema de parcerias com os estados e municípios.

O PNEPP engloba apoio aos diversos agentes envolvidos, tais como ESCO's e Concessionárias, projetos-demonstração, ampliação de fontes de financiamento, e ações normativas e de infra-estrutura.

Educação¹⁴

A vertente de educação do PROCEL tem como objetivo o desenvolvimento de metodologia e material didático-pedagógico para a capacitação de professores e alunos de nível fundamental e médio do país, incluindo os professores e alunos do SENAI e SENAC, bem como o envolvimento de alunos das Escolas técnicas de nível médio e das Instituições de Ensino

¹³ ELETROBRÁS (1998). Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Prédios Públicos

¹⁴ ELETROBRÁS (1998). Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Educação

Superior, na utilização de recursos tecnológicos de combate ao desperdício de energia e mudança de hábito na sua utilização.

O aspecto comportamental no combate ao desperdício de energia é de suma importância, bem como a sensibilização dos 42 milhões de alunos dos três níveis de ensino do país, o que poderá significar que os recursos humanos do futuro estarão exercendo sua profissão e sua cidadania com uma nova mentalidade, que terá peso fundamental na manutenção e/ou na melhoria da qualidade de vida das gerações futuras.

Realiza-se, no momento, a expansão da metodologia “A Natureza da Paisagem – Energia”, do PROCEL nas Escolas, para todo o país, através de cursos de capacitação para professores, com carga horária de 12 horas, que são ministrados pelos multiplicadores lotados nas concessionárias de energia elétrica. O envolvimento das escolas particulares será feito através de acordo de cooperação técnica entre a ELETROBRÁS/PROCEL e a Federação Interestadual de Escolas Particulares. A capacitação dos multiplicadores é feita pela ELETROBRÁS, através de um curso de 32 horas de carga horária, onde se apropria o novo vocabulário e sistemática da metodologia.

Uma vez iniciado o projeto junto às escolas, imprime-se o caráter permanente da metodologia através de reuniões periódicas de acompanhamento, que os multiplicadores realizam com os professores capacitados e, em atividades nas salas de aula.

No caso das escolas técnicas de nível médio, foi criado um material de apoio para cada área de ensino específica e organizado o conteúdo de disciplina a ser ministrada denominada “Meio Ambiente e o Desperdício de Energia”, cujo projeto piloto ocorreu no CEFET/RJ em 1998 e encontra-se em fase de replicação e expansão em outras escolas técnicas do país.

Nas instituições de nível superior, a atuação do PROCEL começou na UFRJ, no 2º semestre de 1995, quando foi oferecida a disciplina “ Conservação e Uso Eficiente de Energia”, com carga horária de 60 horas, aos alunos de graduação dos cursos de engenharia elétrica, eletrônica, mecânica e de produção. Na graduação de Arquitetura, o PROCEL tem distribuído um livro texto, de seu patrocínio, com conteúdo de eficiência energética para adoção na disciplina “Conforto Ambiental”. Essas experiências vêm sendo analisadas e replicadas por outras instituições de ensino superior, tais como EFEI, UNB, USP, UFSC, UFES, UFMG e UFPE.

*Perdas no Sistema Elétrico*¹⁵

Os dados divulgados pelo Comitê Técnico para Estudos de Mercado – CTEM/GCPS apontam crescimento no consumo total, nível Brasil, de 10,7% no período 1994/96, influenciado pela evolução do consumo da classe residencial, que apresentou a surpreendente taxa de crescimento de 23,4% no mesmo período, alavancada pelos primeiros anos do Plano Real.

Em decorrência do crescimento acelerado do consumo, em níveis localizados, e de situações técnico-operativas críticas, tais como carregamento excessivos em circuitos e transformadores, elevados níveis de queda de tensão e ligações clandestinas e sem medição, verificou-se em 1996 um valor total de perdas de energia igual a 52.039 GWh e um índice de perdas de 16,6%.

Cabe ressaltar que o segmento de distribuição é responsável por 2/3 das perdas verificadas no sistema, sendo a transmissão responsável pelo 1/3 restante. Além disso, verifica-se que as perdas na transmissão são predominantemente perdas técnicas enquanto na distribuição encontra-se 1/3 de perdas comerciais. Esses valores, traduzidos em termos de energia de 1996, atingem 16.824 GWh para a transmissão e 33.647 GWh para a distribuição, sendo este último composto por parcelas de 11.216 GWh de perdas comerciais e 22.431 GWh de perdas técnicas.

O potencial de redução de perdas, previsto pelo PROCEL, é de 55 TWh (6 TWh na geração/transmissão e 49 TWh na distribuição), valor este que traduz uma diminuição do índice de perdas, nível Brasil, para o patamar de 10% no ano 2015. Desta forma, o PROCEL tem buscado direcionar ações de combate às perdas de energia e de aumento da eficiência energética do sistema elétrico em áreas que possuam potencial significativo de ganhos.

Estudos efetuados em usinas hidrelétricas apontam elevado índice de perdas na geração associados aos sistemas de resfriamento, que acarretam pausas freqüentes. A solução encontrada foi o tratamento químico, intermitente, da água do sistema de resfriamento, de modo a manter a capacidade de resfriamento e, ao mesmo tempo, reduzir as taxas de corrosão. À partir da implementação do projeto-piloto da UHE Balbina, outras usinas vem sendo alvo de estudos e implementações, tais como a UHE Samuel e UHE Tucuruí (ambas da

¹⁵ ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Perdas no Sistema Elétrico*

ELETRONORTE), a UHE Emborcação (da CEMIG), o Complexo da CHESF no Rio São Francisco e a UHE Itaipu.

No segmento de distribuição tem sido possível a obtenção de resultados no curto prazo relacionados com a redução de perdas comerciais, através da adoção de projetos de aquisição e instalação de medidores em unidades consumidoras que não possuem tais equipamentos. O PROCEL também tem envidado esforços na consolidação do desenvolvimento tecnológico e aplicação do medidor Ampère-hora pelo CEPEL para utilização em cargas rurais de pequeno porte, iluminação pública e no combate à fraude.

Enfim, está sendo desenvolvido projeto de ensaios de medição de perdas em transformadores novos e recuperados, sob a responsabilidade do Laboratório Central de Pesquisa e Desenvolvimento – LAC, mantido pela UFPR e COPEL, com o objetivo de introduzir aperfeiçoamentos tecnológicos nos transformadores de distribuição, tanto em nível de projeto para novos transformadores quanto para a fase de recuperação destes, de forma a se obter sensíveis reduções na componente de perdas inerente a esses equipamentos.

Gestão Energética Municipal¹⁶

A atuação dos municípios brasileiros, em termos de planejamento energético, tem se restringido a ser consumidores de energia, em decorrência da falta de experiência na gestão da energia e, principalmente, no desconhecimento do potencial de economia da eficiência energética. Apesar de não serem responsáveis pela geração e distribuição de energia, os municípios brasileiros têm diversas possibilidades de atuação relativas à gestão própria da energia elétrica.

A ampliação da atuação dos municípios com relação à energia é favorecida pelo cenário criado pela Constituição de 1988, que fortaleceu o papel dos municípios no contexto nacional, que passaram a ter atribuições e responsabilidades de competência exclusiva, até então, dos governos estaduais e federal. Neste sentido, a gestão energética municipal apresenta-se como um campo promissor de atuação no país, onde os administradores municipais uma vez sensibilizados para a conservação de energia, podem obter benefícios tais como redução na conta de energia com a concessionária, além de possibilitarem dividendos políticos por seus reflexos na questão de proteção ambiental.

Destaca-se, ainda, que a implantação de projetos de eficiência energética nos municípios pode gerar um efeito multiplicador significativo. Os setores residencial, comercial e industrial, particularmente as pequenas e médias empresas, poderão ter acesso a informações e se sensibilizarem para a importância eficiência energética.

O tratamento da questão de eficiência energética nos municípios brasileiros remete a uma investigação tanto de planejamento como operacional. Com relação à etapa de planejamento, o PROCEL vem desenvolvendo, em parceria com a Comissão Européia e o Consórcio Eurobrasileiro, o Programa “América Latina – utilização Ótima de recursos Energéticos - ALURE”, cuja meta é a avaliação da situação atual dos municípios brasileiros em relação à gestão energética e a elaboração de instrumentos de gestão energética municipal, tais como Sistema de Informações Energéticas Municipal – SIEM, Guia Técnico de Uso Eficiente de Energia nos Municípios e Autodiagnóstico.

Outra vertente da etapa de planejamento vem sendo desenvolvida através de convênio firmado entre o PROCEL e o Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, com o objetivo de criar instrumentos que capacitem os municípios a implementar ações de eficiência energética.

Estes instrumentos consistem em diversos manuais de referência e modelos de atos normativos, dos quais destacam-se a efficientização do sistema de iluminação pública nos municípios brasileiros, modelo para elaboração de código de obras e edificações, material didático para capacitação municipal em sistemas eficientes de iluminação pública, efficientização dos sistemas de saneamento, efficientização de prédios públicos, linhas de estudos sobre cidades eficientes e seminários e cursos regionais sobre efficientização de energia elétrica nos municípios.

A etapa operacional refere-se à implementação de projetos-piloto nos municípios do Rio de Janeiro, Salvador, Piracicaba, Governador Valadares, Camaçari, Itabuna, Jequié, Paulo Afonso, Santa Helena, Foz do Iguaçu e Recife. Este trabalho consiste na elaboração, em conjunto com as administrações municipais, de Planos Diretores, que consideram o consumo de energia elétrica da prefeitura (abrangendo iluminação pública, prédios públicos, saneamento, quando for o caso, e outras despesas municipais), a identificação de ações

¹⁶ ELETROBRÁS/IBAM (1998) Guia Técnico – Gestão Energética Municipal – subsídios ao combate do desperdício de energia elétrica; ELETROBRÁS (1998). Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica –Gestão energética Municipal

prioritárias para projetos de eficiência energética e a competência municipal na área de gestão energética.

*Setor de Água e Saneamento*¹⁷

As atividades de captação, tratamento, transporte e distribuição de água, bem como aquelas inerentes ao esgotamento sanitário, têm a energia elétrica como segundo maior insumo. O setor de saneamento tem estruturação regionalizada, com base nas companhias estaduais e serviços municipais, não possuindo suporte institucional/gerencial, em nível nacional, que permita a existência de modelagem técnico-operacional capaz de induzir a disseminação das tecnologias aplicáveis ao segmento. Assim, a eficiência energética no setor de saneamento deve, necessariamente, passar por mudanças estruturais daquele setor, considerando-se o atraso tecnológico decorrente da falta de investimentos.

As empresas de saneamento, de um modo geral, têm ações de conservação de energia aplicadas apenas à correção do fator de potência, que acarreta multas contratuais nas faturas de energia. A meta do PROCEL é reduzir em 15% o desperdício de energia elétrica no setor, com a adoção de ações que visem a modulação de carga em relação à ponta dos sistemas elétricos, controle das vazões de recalque em relação à demanda da rede de distribuição, dimensionamento adequado/retrofit dos equipamentos eletromecânicos e automação operacional de sistemas com gerenciamento e supervisão em tempo real.

O PROCEL vem implantando projetos-piloto, isoladamente ou em parceria com o governo canadense, que sirvam de efeito demonstração como ação de estímulo para a transformação deste mercado com as seguintes empresas: COMPESA – região metropolitana do Recife; COSAMA – cidade de Manaus; EMBASA – Estado da Bahia; CAEMA – cidade de São Luiz; SANESUL – Estado do Mato Grosso do Sul; EFEI – estudo de sistemas de abastecimento de água; CEPTEL – desenvolvimento de software aplicativo em controle de vazões; IBAM – elaboração de manual para implementação de programas de efficientização energética envolvendo sistemas de abastecimento de água, esgoto e resíduos sólidos de municípios.

¹⁷ ELETROBRÁS (1998). Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Setor de Água e Saneamento

Regulação¹⁸

A regulação sobre conservação de energia no Brasil ganhou impulso à partir de 1994, quando foi criada a portaria DNAEE nº 730, de 28.10.94, estabelecendo uma sistemática para registro de gastos das concessionárias do serviço público de energia elétrica no desenvolvimento de programas de eficiência energética.

Na seqüência, foi editada a Lei nº 9.427, instituindo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e disciplinando o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica. Em termos de eficiência energética, essa lei inovou ao destinar, no mínimo, 25% dos recursos da Reserva Global de reversão – RGR para aplicação em programas de eletrificação rural, conservação e uso racional de energia e atendimento a comunidades de baixa renda, nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Outro ponto relevante da citada lei está relacionado à descentralização das atividades complementares de regulação, controle e fiscalização dos serviços e instalações de energia elétrica pela União para os Estados e o Distrito Federal, mediante convênios de cooperação.

Em 12.11.97 foi editada a portaria DNAEE nº 466, que estabelece as disposições relativas às condições gerais de fornecimento a serem observadas na prestação e utilização do serviço público de energia elétrica, tanto pelos concessionários como pelos consumidores. Esta portaria, em seu art. 22, introduz a obrigatoriedade do concessionário renegociar, a qualquer tempo, os contratos de fornecimento de energia elétrica, sempre que solicitados por consumidores que implementarem medidas de conservação, de incremento à eficiência e ao uso racional de energia elétrica, comprováveis pelo concessionário, que resultem em redução de demanda de potência e/ou de consumo de energia elétrica ativa.

Encontra-se em tramitação na Câmara dos Deputados o projeto de Lei nº 3.875/93, do Senado Federal, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia Elétrica, incluindo duas grandes linhas de ação. A primeira voltada para as concessionárias de energia elétrica e a outra relacionada ao desempenho dos equipamentos elétricos.

A ANEEL vem incluindo nos novos contratos de concessão assinados com todas as empresas de energia elétrica uma cláusula regulamentando a necessidade da conservação de energia elétrica. Os três primeiros contratos de concessão assinados, com a ESCELSA, LIGHT e

¹⁸ ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98* – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Regulação

CERJ trazem uma redação diferente dos contratos posteriores, mas já prevêm a elaboração de programas de eficiência energética por parte das concessionárias.

À partir dos contratos assinados pela CEEE, COELBA e CEMIG, a redação da cláusula contratual prevê a obrigatoriedade de aplicação de recursos de no mínimo 1% da receita anual líquida da concessionária, sendo que pelo menos $\frac{1}{4}$ deste montante deverá estar vinculado ao uso final de energia elétrica. Cada concessionária deve apresentar, obrigatoriamente, um Programa de Eficiência Energética Anual a ser submetido à ANEEL, que estabeleceu convênio com a ELETROBRÁS/PROCEL para prestar suporte técnico na análise, avaliação, acompanhamento, controle e verificação dos programas no triênio 1998/2000.

Fruto dessa nova institucionalidade, em alguns estados da federação estão sendo criadas agências regulatórias descentralizadas, que terão repassadas algumas atividades da ANEEL, o que pode servir para criar um ambiente favorável à atração de agentes privados para ações de eficiência energética.

Setor Industrial¹⁹

O consumo do setor industrial em 1998 atingiu 143,4 TWh, o que corresponde a cerca de 43% de toda a energia elétrica consumida no país. A taxa média de crescimento anual do consumo no período 1990/1998 foi de 3,4%. A energia consumida pelo setor industrial está concentrada nos segmentos de alumínio, aço, ferro-ligas, cimento, soda-cloro, papel e celulose e petroquímico, os quais correspondem a cerca de 50% do total consumido pelo setor.

A realização de diagnósticos energéticos em cerca de 1.250 indústrias de diversos segmentos indicou potenciais de conservação de energia de até 15% nos segmentos de minerais não-metálicos, metalurgia, papel e celulose, produtos plásticos, indústria têxtil, produtos alimentícios e bebidas.

As ações desenvolvidas pelo PROCEL incluem iniciativas voltadas para o lado da tecnologia e iniciativas voltadas para o mercado.

As iniciativas de cunho tecnológico são o desenvolvimento de um novo software de diagnóstico energético; desenvolvimento de um programa de comercialização e distribuição de softwares existentes direcionados para motores e acionamentos; elaboração de cadastro e

¹⁹ ELETROBRÁS (1998). Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Setor Industrial

certificação de Empresas de Serviços de Conservação de Energia – ESCO’s; determinação dos potenciais de co-geração para os diversos segmentos industriais; treinamento e capacitação técnica na área industrial, através do ETAC (Edification Technology Application Center) e de acordos com a Comunidade Européia e o Canadá.

Já as iniciativas de cunho mercadológico são a estimativa do potencial de conservação de energia pelo lado da demanda no Brasil (em conjunto com a COPPE/UFRJ), a execução de diagnósticos em diversas unidades industriais dos segmentos de bebidas, eletro-eletrônicos e fundições; e a elaboração de convênios para projetos de efficientização energética nas indústrias com as Federações das Indústrias e associações industriais dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Bahia.

A meta de médio prazo considera que, após a divulgação dos resultados dos projetos de efficientização energética com caráter de demonstração, os mecanismos de mercado possam criar condições que permitam a auto-sustentação do programa, superando suas principais barreiras, principalmente no que diz respeito à identificação de projetos com efetivo potencial de efficientização energética e à agilização de mecanismos de financiamento.

Marketing²⁰

A atuação do marketing divide-se em dois níveis: o primeiro reúne iniciativas de alcance geral, ou seja ações que repercutem sobre o Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica como um todo, servindo de base para o sucesso dos projetos em nível mais específico. Nesse nível, o principal objetivo concentra-se na criação de uma marca que represente o combate ao desperdício de energia elétrica, vendendo a idéia de que o combate ao desperdício é uma boa idéia. O segundo nível contempla os projetos que, por sua natureza, têm seu objetivo dirigido para um determinado fim específico. Podemos citar como exemplo projetos de substituição de sistemas de iluminação residencial e concessão de subsídios para incentivo à compra de geladeiras eficientes.

Com a incorporação do marketing na implementação de seus programas, o PROCEL vem desenvolvendo iniciativas que permitem o conhecimento de seu mercado e instrumentos capazes de dar visibilidade ao público da importância do combate ao desperdício de energia elétrica. Algumas dessas iniciativas são os levantamentos de posse de aparelhos

²⁰ ELETROBRÁS (1998). Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Marketing

eletrodomésticos e hábitos de consumo de energia elétrica dos consumidores residenciais já realizados em 22 cidades, e pesquisas qualitativas realizadas em 6 capitais do país.

Quanto aos instrumentos desenvolvidos, podemos citar, inicialmente, o Selo PROCEL de Economia de Energia concedido anualmente aos equipamentos elétricos, utilizados em larga escala pela população, que apresentem o menor consumo de energia elétrica dentro de suas categorias.

Outro instrumento é o Prêmio Nacional de Combate ao Desperdício de Energia, concedido às empresas que promovam ações que reduzam o desperdício de energia elétrica em suas instalações ou para pessoas que contribuam para o combate ao desperdício, nas seguintes modalidades: órgãos e empresas da administração pública, empresas do setor energético, indústrias, empresas comerciais e de serviços, micro e pequenas empresas, edificações, transporte e imprensa.

No âmbito internacional, o PROCEL se utiliza da experiência de diversos países como Estados Unidos, Grã Bretanha e Canadá em programas de eficiência energética. Em relação à questão de marca e divulgação institucional, tem sido usada a experiência da Power Smart, através de um acordo de cooperação entre o Brasil e o Canadá.

Em síntese, tem sido notável o avanço do PROCEL no modo de condução da política de eficiência energética, em particular desde 1994. Três fatores tem sido importantes nessa trajetória recente do PROCEL: i) abordagem mercado-orientada; ii) estabelecimento de uma rede de parcerias e iii) recursos da RGR. Porém, esse avanço é ainda insuficiente, em função da persistência de barreiras.

CAPÍTULO V

DESAFIOS E OBSTÁCULOS

Os custos crescentes da produção de energia elétrica e a necessidade de atender a demandas cada vez maiores nos países em desenvolvimento formam uma equação de difícil solução. De um lado, verifica-se o acesso cada vez mais limitado a financiamentos e, de outro lado, registram-se crescentes os impactos sócio-ambientais causados pela construção e operação de novos empreendimentos energéticos, gerando fortes pressões para a mudança de ótica no planejamento energético. Assim, o grande desafio no Brasil é tornar a eficiência energética um negócio viável, não apenas do ponto de vista técnico-econômico, mas também pela geração de resultados sócio-ambientais positivos.

Como o Brasil é um país de dimensões continentais, com estágios variados de desenvolvimento tecnológico em suas diferentes regiões, um primeiro desafio é a disseminação das técnicas de efficientização energética, através da estrutura de rede adotada pelo PROCEL, nos diferentes segmentos da sociedade, de modo a torná-la conhecida do público mais amplo.

O reconhecimento e a validação dos resultados físicos (energia conservada/demanda evitada) e econômicos (custo da energia conservada e da demanda evitada) obtidos pelo Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, tanto pelos organismos internacionais como pela concessionárias de energia nacionais se colocam como mais um desafio a ser atingido.

Os principais obstáculos para o combate ao desperdício de energia elétrica são:

1. Tecnologia: ainda que identificadas as tecnologias energeticamente mais eficientes, elas podem não estar disponíveis no mercado;
2. Custo Inicial: a sensibilidade ao custo inicial dos equipamentos eficientes;
3. Informação: Carência de Informações sobre as melhores tecnologias e os custos-benefícios a elas associados;
4. Cultura: Carência de Cultura de combate ao desperdício, de modo geral e, mais especificamente, do desperdício de energia elétrica;

5. Legal/Institucional: Conflito de competência legal na prestação de alguns serviços e inexistência de regulamentação sobre equipamentos eletro-eletrônicos;
6. Financiamento: Dificuldade de obtenção de recursos em condições atrativas (taxas de juros, carência, prazo de amortização, garantias, entre outras);
7. Conflito de Interesses entre concessionárias e consumidores: por desconhecimento, as concessionárias ainda não vêem os projetos de eficiência energética como uma oportunidade de melhorar seu desempenho operacional por um lado e, resistem em renegociar os contratos de energia elétrica após medidas de conservação de energia efetuadas por parte do consumidor, por outro lado;
8. Mercado: Imaturidade no mercado de serviços de eficiência energética e de equipamentos eficientes;
9. Capacitação: Carência de pessoal tecnicamente capacitado para lidar com aspectos energéticos, particularmente, de eficiência energética ;
10. Equipamentos: Resistência dos fabricantes de equipamentos à existência de normas e padrões para produtos energo-eficientes;
11. Descentralização: Inexistência, na maioria dos estados brasileiros, de estrutura para lidar com a área de eficiência energética.

Superados os obstáculos principais, regulação legal/institucional, financiamento e capacitação, é possível a adoção de programas, em larga escala, de efficientização energética, tomando-se por base a experiência obtida através dos numerosos projetos-piloto elaborados pelo PROCEL.

CONCLUSÕES

A análise das experiências internacional e brasileira sobre a eficiência energética, à luz da teoria existente sobre inovação tecnológica e redes e sistemas de inovação, reforça a idéia de que a eficiência energética, do ponto de vista de uma política, pode ser abordada como um conjunto complexo de inovações, considerando-se os paradigmas tecnológicos, organizacionais e institucionais, que vem sendo difundidos através de sistemas e redes de inovação.

No caso específico do Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PROCEL, essa conclusão pode ser visualizada como uma experiência que avança na perspectiva da inovação tecnológica e, mais ainda, sua forma de desenvolvimento e difusão se dá através de sistemas e redes de inovação.

É importante destacar que a trajetória do PROCEL pode ser dividida em duas partes, a primeira abrange o período de 1985 a 1994, quando teve início a preocupação do Governo Federal com a idéia de conservação de energia, inserida num contexto internacional de preocupações ambientalistas. A conservação de energia se apresentava, então, como ação de modernidade, do ponto de vista político. Não havia indícios, neste período, de riscos eminentes de falta de energia para a população como um todo. Os locais onde o problema existia sofriam de falta de novos investimentos em geração, como foi observado na Região Norte do Brasil. Desta forma, a política de conservação de energia, apesar de politicamente correta, não logrou muito sucesso em sua expansão, no período supra citado.

A Segunda parte da trajetória da eficiência energética teve início à partir de 1994, quando ocorreu um processo de revitalização do PROCEL, à partir da preocupação real de risco de oferta insuficiente de energia nos horários de ponta de consumo de energia no período de novembro a fevereiro de cada ano.

Com essa mudança no foco de orientação do Governo Federal, através do PROCEL, tornou-se imprescindível a adoção de novas práticas para sensibilizar a população, como um todo, bem como as concessionárias de energia elétrica para a necessidade de se economizar energia.

Nesse sentido, o PROCEL foi buscar a experiência internacional para viabilizar sua nova forma de atuação, buscando novas tecnologias, adaptando-as à realidade brasileira, trabalhando em parceria com as concessionárias geradoras e distribuidoras de energia elétrica, efetuando pesquisas no campo da ciência e tecnologia através de parcerias com o CEPEL e com universidades, promovendo treinamentos específicos, formulando programas educacionais, conscientizando a população através da mídia e financiando projetos, entre outras atividades.

Note-se, que a adoção de parcerias foi fundamental neste processo, constituindo-se uma rede de inovações tecnológicas, cuja atuação é fortemente caracterizada por “ aprender fazendo, aprender usando e aprender interagindo”²¹, um dos pilares das definições de sistemas e redes de inovações tecnológicas. Essas parcerias tem sido feitas com outros agentes dos níveis de governo federal, estadual e municipal, concessionárias de energia elétrica, empresas de serviços de energia, universidades, escolas de ensino fundamental e profissionalizante, agências reguladoras, centros de pesquisas e programas semelhantes de outros países.

Além desses aspectos, cabe-nos destacar que muitos projetos de eficiência energética podem ser adotados através do emprego de novas tecnologias propriamente ditas, tais como motores mais eficientes, lâmpadas compactas fluorescentes, luminárias eficientes, aparelhos eletrodomésticos eficientes, controladores de demanda e sensores de presença, entre outros. Entretanto, uma grande gama de projetos destacam-se pela implementação de inovações organizacionais e institucionais, tais como mudança no hábitos de consumo de energia, adoção de horário de verão nos períodos do ano de maior consumo de energia, programas educativos na mídia, regulação sobre eficiência energética, combate à fraude e às perdas de energia no sistema elétrico e gestão energética, por exemplo.

Em face do exposto, podemos afirmar que a eficiência energética é uma inovação, que vem sendo desenvolvida no Brasil em seu aspectos tecnológico, organizacional e institucional, com a adoção de sistemas e redes de inovação organizados pelo Governo Federal através do programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica.

²¹ EDQUIST, C (1997), *Systems of Innovation – Technologies, Institutions and Organizations* (Londres-UK, PINTER)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LASTRES, Helena M. M. (1998). *Globalização, tecnologia e competitividade*. Mimeo (Rio de Janeiro - RJ, IE/UFRJ).
- BICALHO, Ronaldo G. (1998). *As mudanças tecnológicas no setor elétrico*. Mimeo (Rio de Janeiro - RJ, IE/UFRJ).
- BICALHO, Ronaldo G. (1998). *Inovação e estrutura de mercado*. Mimeo (Rio de Janeiro - RJ, IE/UFRJ).
- JANUZZI, Gilberto de M., SWISHER, Joel N. P. (1997). *Planejamento integrado de Recursos Energéticos*. (Campinas – SP, Editora Autores Associados).
- GELLER, Howard (1991). *O uso eficiente da eletricidade – Uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil*. (Washington – DC, American Council for na Energy-Efficient Economy -ACEEE).
- ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Iluminação Pública*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS).
- ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Prédios Públicos*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS).
- ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Gerenciamento pelo lado da demanda - GLD*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS).
- ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Perdas no Sistema Elétrico*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS).
- ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Gestão Energética Municipal*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS).
- ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Setor Residencial*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS).
- ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Educação*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS).
- ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Setor de Água e Saneamento*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS).
- ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Regulação*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS).
- ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Setor Industrial*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS).
- ELETROBRÁS (1998). *Efficientia 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Marketing*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS).

- RODRIGUES, Adriano P., DIAS, Danilo de S. (1994). *Estado e Energia Elétrica – Experiências internacionais de desregulamentação e o caso brasileiro*. (Rio de Janeiro – RJ, Instituto Liberal).
- MACHADO, Aluisio C. (1998). *Pensando a Energia* (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS)
- ELETROBRÁS (1999). *Plano Decenal de Expansão 1999/2008* (Rio de Janeiro – RJ, GCPS/ELETROBRÁS).
- THERMIE (1996). *Improving market penetration for new energy technologies: prospects for pre-competitive support* (Brussels – Belgium, European Commission/THERMIE)
- THERMIE (1996). *Identification and analysis of legal and regulatory instruments for the promotion and development of energy efficiency programmes*(Brussels – Belgium, European Commission/THERMIE).
- MARTINS, Maria P.S., MAGALHÃES, Luiz C.(1997) *V Seminário de Planejamento Econômico-Financeiro do Setor Elétrico - USCO – Uma nova oportunidade de negócios* (Florianópolis – SC, ELETROSUL)
- ELETROBRÁS (1998). *Guia Técnico – Eficiência Energética nos Sistemas de Saneamento*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS/IBAM)
- ELETROBRÁS (1998). *Guia Técnico – Gestão Energética Municipal – subsídios ao combate do desperdício de energia elétrica*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS/IBAM)
- ELETROBRÁS (1998). *Guia Técnico - Motor de Alto Rendimento*. (Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS/CEPEL)
- SILVA, Luiz A. de A. e (1998). *Prédios Públicos: Um novo negócio em eficiência energética*. Monografia (Rio de Janeiro – RJ, UFRJ/IE)
- LOPES, Fernando A.(1996). *Gerenciamento pelo Lado da Demanda: Uma nova empresa de energia*. Monografia (Rio de Janeiro – RJ, UFRJ/IE)
- EDQUIST, Charles (1997). *Systems of Innovation – Technologies, Institutions and Organizations*. (Londres e Washington, PINTER)