

JOSÉ MARIA ALVES GODOI

METODOLOGIA PARA GESTÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS  
INDUSTRIAIS SOB CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS SUSTENTÁVEIS

Monografia para conclusão do Curso de  
Especialização em Gestão Ambiental e  
Negócios no Setor Energético, do Instituto de  
Eletrotécnica e Energia da Universidade de  
São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Silvio de Oliveira Júnior

São Paulo  
2008

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

### **FICHA CATALOGRÁFICA**

Godoi, José Maria Alves.

Metodologia para gestão da eficiência energética de sistemas industriais sob condicionantes socioambientais sustentáveis/

José Maria Alves Godoi; orientador Silvio de Oliveira Júnior. –

São Paulo, 2008.

146p.. il.; 30cm.

Monografia (Curso de Especialização Gestão Ambiental e Negócios no setor energético) Instituto de Eletrotécnica e Energia Universidade de São Paulo.

1. Eficiência energética 2. Desenvolvimento sustentável  
I.Título.



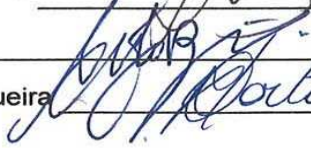
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE  
ELETROTÉCNICA E ENERGIA

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL E NEGÓCIOS NO  
SETOR ENERGÉTICO**

**ATA DE DEFESA – MONOGRAFIA**

**CANDIDATO: José Maria Alves Godoi**

Aos onze dias do mês de dezembro de 2008, às 19h, realizou-se no Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo a defesa de monografia do aluno José Maria Alves Godoi, nível especialização, intitulado: "Metodologia para Gestão da Eficiência Energética de Sistemas Industriais sob Condicionantes Socioambientais Sustentáveis", sendo a banca constituída pelos Professores: Silvio de Oliveira Júnior – Orientador e Presidente da Comissão Examinadora, Célio Bermann – IEE/USP e Luiz Augusto Horta Nogueira – UNIFEI.

Manifestação dos membros da banca:	Assinatura	Conceito
Prof. Dr. Silvio de Oliveira Júnior ×		Aprovado
Prof. Dr. Célio Bermann		Aprovado
Prof Dr. Luiz Augusto Horta Nogueira		Aprovado
Os candidatos foram considerados (Aprovados / Reprovados) ×		Aprovado

## AGRADECIMENTO

Inicialmente, agradeço aos meus familiares, especialmente aos meus filhos André e Bruno, dos quais recebi doses consistentes de incentivo, além de idéias inovadoras e contribuições objetivas nas correções do texto e elaboração de material gráfico. À minha mulher, Auxiliadora, minha maior fã, agradeço pela energia transmitida e pelo amor.

Agradeço a todos os professores do curso, os quais têm um papel decisivo na estrutura de conhecimento alcançado e na motivação necessária ao esforço persistente, denodado, realizado para chegar até aqui. Muito obrigado aos mestres. Devo agradecer a Sandra Apolinário, que, com objetividade e leveza, sempre soube produzir e entregar o material didático e de pesquisa necessários, com manifestações explícitas de boa-fé e interesse em ser útil. Esteve continuamente disponível para remover dúvidas e fornecer respaldo administrativo durante as fases das aulas, da pesquisa e do relato.

Estendo meus agradecimentos aos colegas de turma, como Ricardo Maia Lixa, Rafael Frigerio e Silmara Cristina Ribeiro, com quem, por várias vezes, foram tratados temas de interesse comum, com recomendações mútuas acerca de publicações e bibliografia concernentes a esses temas. Muito aprendemos e desenvolvemos, conjuntamente.

Igualmente, devo agradecer à equipe da Biblioteca do IEE, nas pessoas de Maria de Fátima Mochizuki, Maria Penha Oliveira e Lourdes Montrezol, as quais sempre estiveram a postos e disponibilizaram o conhecimento disponível no acervo, num tratamento de absoluta dedicação e elevado desempenho. Ainda agradeço à equipe da biblioteca do PROCEL, no Rio de Janeiro, pelo atendimento exemplar que recebi, por meio de Sylvia Franca.

Agradeço ao meu orientador, o Prof. Dr. Silvio de Oliveira Júnior. Desde o início do nosso relacionamento, com o objetivo da sua orientação, ele manifestou credibilidade nas minhas idéias; forneceu-me subsídios para a evolução delas; soube liderar a evolução da pesquisa e do relato; transmitiu-me ensinamentos avançados acerca do papel da Termodinâmica na disponibilidade dos depósitos e fluxos energéticos da natureza para o desenvolvimento econômico e o bem-estar do homem, que é o elemento estrutural em que se apóia esta monografia. Muito obrigado ao notável orientador.

## RESUMO

GODOI, J. M. A. **Metodologia para gestão da eficiência energética de sistemas industriais sob condicionantes socioambientais sustentáveis**. 2008. 146 p. Monografia de especialização em Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético – Programa Interunidades do Instituto de Eletrotécnica e Energia, IEE. Universidade de São Paulo.

A partir da evidência de que, nas suas formas de extração de recursos naturais, transformação, transporte, armazenamento e uso da energia, os sistemas energéticos interferem diretamente nos componentes da sustentabilidade socioambiental, este trabalho de pesquisa estabelece a correspondência direta entre as unidades de energia, como kWh ou tep, com as da sustentabilidade, que foram afetadas, medidas em toneladas de emissões de poluentes, como tCO<sub>2</sub>, tNO<sub>x</sub>, ou contingentes humanos que têm de abandonar seu hábitat para dar lugar às hidrelétricas, etc. Aplicando essa irrevogável evidência física à elevada demanda energética dos sistemas industriais, o trabalho demonstra a necessidade crucial destes por programas sistemáticos de eficiência energética. É feita uma síntese da evolução histórica da cultura hídrica e consumista de energia, apoiada na expressão retórica e na visão romântica nacionalista da exuberância dos recursos naturais do Brasil; relatado como se desenvolveram os programas de racionalização de energia no país; demonstrada a justaposição da eficiência energética na cadeia de valores de produção da planta industrial; e concebido um referencial analítico para sua gestão. Também são examinadas a Lei N° 9.991, de 24/07/2000, que dispõe sobre investimentos em pesquisa e desenvolvimento, e em programas de eficiência energética, especificamente, no setor elétrico, e a conhecida Lei de Eficiência Energética, Lei 10.295, de 17/10/2001, além da evolução do Mercado Autônomo de Eficiência Energética (MAUFE), cunhado nesta monografia. Finalmente, o trabalho fundamenta o conceito da eficiência energética de sistemas/subsistemas/equipamentos industriais em termos de racionalização de energia e propõe uma metodologia para a sua gestão.

Palavras-chave: eficiência energética; gestão da eficiência energética; auditoria energética; diagnóstico energético.

## ABSTRACT

GODOI, J. M. A. **Methodology for the energy efficiency management of industrial systems under sustainable socio-environmental constraints**. 2008. 146 p. Specialization monography for the Environmental Management and Energy Sector Businesses Program. Interunits Program of the Instituto de Eletrotécnica e Energia, IEE. Universidade de São Paulo.

Starting from the evidence that energy systems, which consist of natural resources extraction and energy transformation, transportation, storage and use, interfere in socio-environmental sustainability components, this work establishes the correspondence between energy units, like kWh or toe, which affect sustainability dimensions, measured in tons of pollutive agents emissions, like tCO<sub>2</sub>, tNO<sub>x</sub> or human contingents that have to leave their habitat to hydroelectrical plants. Applying this irrevocable physical evidence to the high energy demand of industrial systems, this work demonstrates the crucial necessity of industry for systematic energy efficiency programs. This work synthesizes the historical evolution of brazilian hydric power and energy-consumption culture, which is supported by the rethoric discourse and by the romantic nationalist point of view that Brazil had exuberant natural resources, reports the way energy efficiency programs developed in Brazil, demonstrates how energy efficiency matches with industrial plant's values chain and conceives an analytical framework to manage energy efficiency. It also examines two legal diplomas: law 9991/00 (promulgated on July 24<sup>th</sup> 2000), about energy efficiency's programmes and R&D investments inside the electrical sector and law 10295/01 (promulgated on October 17<sup>th</sup> 2001), known as Energy Efficiency Law. This work proposes the Autonomous Energy Efficiency Market (AEEM). Finally, the work develops the concept of energy efficiency of industrial systems/subsystems/equipment in terms of energy rationalization and proposes a methodology for its management.

Keywords: energy efficiency, energy efficiency management, energy auditing, energy diagnosis.

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 – Inter-relação entre a geração de energia e a natureza .....	21
Figura 1.2 – Variação da produção energética nacional por fonte: 1996-2006 .....	22
Figura 1.3 – Consumo energético dos principais setores: 2006 .....	27
Figura 2.1 – Modelos da ENCE e dos selos PROCEL e CONPET .....	67
Figura 3.1 – Sistema Energético Genérico .....	94
Figura 3.2 – Tempo de retorno por uso final .....	108
Figura 3.3 – Eficiência das máquinas térmicas .....	110
Figura 3.4 – Eficiência das máquinas mecânicas .....	111
Figura 4.1 – Sistema energético genérico adotado para definição da sua eficiência energética .....	116
Figura 5.1 – Visão gerencial multidisciplinar da racionalização de energia .....	128
Figura 5.2 – Abrangência da gestão da eficiência energética .....	129
Figura 5.3 – Metodologia para gestão da eficiência energética .....	130

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 2.1 – Evolução dos investimentos em Eficiência Energética .....	63
Tabela 3.1 – Geração específica de usinas hidrelétricas .....	107



## LISTA DE SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
CICE	Comissão Interna de Conservação de Energia
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CNT	Confederação Nacional dos Transportes
CONPET	Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
CONSERVE	Programa de Conservação de Energia no Setor Industrial
ELETOBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
ESCO	Energy Services Company (Empresa de Serviços de Conservação de Energia)
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GCC	Grupo Coordenador do CONPET
GCCE	Grupo Coordenador de Conservação da Energia Elétrica
GD	Geração Distribuída
GEE	Gás de Efeito Estufa
GEF	Global Environment Facility (Programa Ambiental Global) do Banco Mundial
GERE	Grupo Executivo do Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
MAUFE	Mercado Autônomo de Eficiência Energética

MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MIC	Ministério da Indústria e do Comércio
MME	Ministério de Minas e Energia
MPS	Material Particulado em Suspensão
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PEE	Programa de Eficiência Energética
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S.A.
PIR	Planejamento Integrado de Recursos
PNE 2030	Plano Nacional de Energia 2030
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Alcool
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
RGR	Reserva Global de Reversão
ROL	Receita Operacional Líquida
SIN	Sistema Interligado Nacional
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
USP	Universidade de São Paulo

## LISTA DE SÍMBOLOS

GW	gigawatt
GWh	gigawatt-hora
J	joule
kJ	quilojoule
kV	quilovolt
kW	quilowatt
kWh	quilowatt-hora
MJ	megajoule
MW	megawatt
MWh	megawatt-hora
tep	tonelada equivalente de petróleo
W	watt
Wh	watt-hora

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1. A ubiquidade da energia .....	13
1.2. A entrada do Brasil no século XX e o descortino da hidreletricidade.....	13
1.3. Síntese da evolução das fontes primárias de energia no século XX .....	16
1.4. O paradigma socioambiental e a Eficiência Energética .....	18
1.5. Objetivos da pesquisa .....	29
1.6. Metodologia da pesquisa .....	30
<b>2. EVOLUÇÃO DA RACIONALIZAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL .....</b>	<b>31</b>
2.1. Os dois primeiros choques do petróleo: 1973 e 1979 .....	31
2.2. Programa de Conservação de Energia no Setor Industrial – CONSERVE .....	41
2.3. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL .....	44
2.4. Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET .....	52
2.5. Leis específicas de Eficiência Energética .....	58
2.6. Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE .....	66
2.7. Mercado Autônomo de Eficiência Energética – MAUFE .....	69
2.8. Prolongamento legislativo .....	78
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>85</b>
<b>4. FORMULAÇÃO CONCEITUAL ADOTADA NESTE TRABALHO .....</b>	<b>115</b>
4.1. Eficiência Energética .....	115
4.2. Gestão da Eficiência Energética .....	118
4.3. Auditoria Energética .....	121
4.4. Diagnóstico Energético .....	124
4.5. Referencial Analítico .....	125
<b>5. METODOLOGIA PARA GESTÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....</b>	<b>127</b>
5.1. Visão gerencial .....	127
5.2. Metodologia para gestão da Eficiência Energética .....	129

**6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES ..... 136**

**7. REFERÊNCIAS ..... 142**

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. A ubiqüidade da energia

A ubiqüidade da energia é inexorável. Quem ainda não tiver essa certeza, é só lembrar que, por exemplo, ao ler estas linhas, certamente está utilizando suas reservas de energia química, que foram adquiridas por meio da ingestão de alimentos; para ler, a pessoa também deverá servir-se da energia elétrica de uma lâmpada ou da energia radiante do sol, ou, ainda, da energia química da combustão, por exemplo, de uma fonte não-renovável como o querosene queimado para acender uma lamparina, a qual permite a leitura. Se esse leitor olhar ao seu redor, certamente localizará outros bens, duráveis ou não, como cadeiras, mesas, canetas, computadores e outros objetos de trabalho, que não poderiam ser produzidos sem a utilização de energia. A energia é ubíqua, está presente em toda a matéria. Ainda que a ciência e a tecnologia, continuamente, desenvolvam novas formas de economizar energia, não encontrará opções para substituí-la, nem tampouco métodos de produzi-la sem consumir recursos naturais e interferir nos respectivos ecossistemas. A energia é a essência real que, visível ou não, dar suporte à dinâmica da vida em todas as suas formas.

### 1.2. A entrada do Brasil no século XX e o descortino da hidreletricidade

Após o final tardio da escravidão e subsequente mudança do sistema de poder imperial para o republicano, no último quartel do século XIX, o Brasil adentrou o século XX com 17 milhões de habitantes, com baixo nível educacional e cultural, acreditando e vivendo sob a égide da sua riqueza de recursos e ecossistemas naturais, com clima favorável, regularidade dos ciclos pluviométricos, grandes corpos d'água, orgulhoso de conter o maior rio do mundo e possuidor de um dos maiores biomas florestais do planeta. De acordo com Antonio Candido (CANDIDO, 2000), em 1890, 84% da população brasileira eram compostos de analfabetos, sendo os demais 16%, iletrados; em 1920, eram, respectivamente, 75% e 25%; em 1940, os analfabetos eram 57%.

Segundo Candido, esse pobre status educacional conformaria, ao longo do século XX, a admiração popular pela retórica, iniciada pela audição sistemática de leituras de notícias, sermões e discursos, nos finais de semana, nas feiras e igrejas através do país, numa época em que não havia cinemas, teatros ou qualquer outro tipo de diversão; quanto melhor se

expressava verbalmente ou mais empolado era o leitor dos textos ou o orador, mais ele era admirado pelos ouvintes. Os textos da época, jornais, revistas e livros, existiam para ouvintes, não para leitores. Como expressa Candido:

Verificava-se, pois, que o escritor e o público definiram-se aqui em torno de duas características decisivas para a configuração geral da literatura: retórica e nativismo, fundidos no movimento romântico. A ação dos pregadores, dos conferencistas de academia, dos glosadores de mote, dos oradores nas comemorações, dos recitadores de toda hora, correspondia a uma sociedade de iletrados, analfabetos ou pouco afeitos à leitura [...] Essa tendência recebeu o incremento do nacionalismo, propenso a assumir o tom verbal e mesmo verboso, que desperta a emoção.

Posteriormente, essa situação se foi agravando por meio das revoluções e contra-revoluções políticas, que se repetiam no Brasil, eivadas de oratória (base da retórica); ensino superior, que se iniciou pelas faculdades de Direito (com a figura do bacharel), com obscuridade quanto às ciências técnicas; população que se reproduzia em grande escala, com sua maioria vivendo a serviço, e sob a proteção, de empreendedores e líderes políticos, mantendo relações de dependência e fidelidade, estritas; disseminação do rádio; surgimento dos movimentos e discursos sindicais; politização e retórica sindical; disseminação de interesses puramente políticos nas instituições em geral, com aumento da inflamação discursiva, intensificando a admiração pela retórica; indolência das políticas públicas dedicadas à educação; etc., resultando, finalmente, num imenso apego popular ao som das palavras, sem atenção nem capacidade para interpretá-las ou apreender seus significados, produzindo, na prática, uma cultura, nacional em geral e política em particular, de grande sensibilidade, e valorização, à retórica. Candido lembra a historicamente respeitada figura de Rui Barbosa, que se destacava pela imensa oratória (base da retórica).

No campo das crenças e valores políticos, decisivo para o êxito ou o fracasso de qualquer nação, a instituição da retórica fundou uma expressão verbosa, ou demagógica, sistemática e realimentadora desse complexo cenário sociocultural descrito, que se transformou num túnel obscuro, o qual, por sua vez, encapsulou e subjugou o país, até hoje.

Nesse ritmo, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (CENSOS 2007), em 1970, o Brasil tinha 33% de analfabetos; em 1980, eram 25%; em 2000, 13%. Hoje, o país ainda detém mais de 10% de analfabetos e estima-se que cerca de 67% da população economicamente ativa sejam analfabetos funcionais; isto é, sabem ler, mas não interpretam textos com períodos de mais de seis linhas.

Sob essa cena, as instituições governamentais se organizaram primeiro que a nação. Esse fato histórico gerou, como resultante, um sistema de governo cujo espírito é mais de mandar na nação (no povo), do que servir a ela. A nação tornou-se, então, uma massa submissa à pseudobeza da retórica e, por conseguinte, a incessantes manobras casuísticas, podendo ser levada ora a ufânias, ora à depressão empreendedora e à desconfiança em si mesma.

No que se refere à energia, objeto de interesse deste trabalho, o país mantém um espírito de ufania relativo a suas riquezas naturais, abundância de matérias-primas e à prodigalidade energética, que o leva a negligenciar, ainda em significativa monta, programas ou projetos de eficiência energética, ficando cada vez mais submetido às incertezas e ameaças de racionamento de energia.

Dessa forma, naquele início do século XX, a principal fonte primária de energia era a lenha, a qual era livremente recolhida no campo e sistematicamente produzida a partir da derrubada descontrolada e exaustiva da mata Atlântica, que se estendia ao longo do Leste e Centro dos estados do Sul/Sudeste até os mais setentrionais do Nordeste do país, e a mata de araucárias, que se estendia através do Centro e do Oeste dos estados do Paraná e de Santa Catarina, no Sul do território nacional. A coleta e uso da lenha ocorriam de acordo com procedimentos caracterizadores da biomassa antiga, isto é, não envolviam quaisquer tecnologias de manejo ou sustentabilidade.

A madeira resultante da devastação dos biomas florestais mencionados era utilizada para movimentar as caldeiras das locomotivas a vapor, as primeiras e incipientes siderúrgicas e o pequeno e rudimentar parque industrial do país. A economia baseava-se no modelo agroindustrial primário, sem agregação de valor industrial relevante, onde prevalecia a agricultura de sobrevivência. As principais cidades da época, como Rio de Janeiro, São Paulo, Recife e Salvador, e as demais, tinham os seus sistemas de iluminação dependentes da queima de querosene importado.

Assim, no limiar do século XX, com essa visão intensamente marcada pela exuberância de recursos e ecossistemas naturais, transmitida em elevada e repetitiva pluviosidade, com imensos corpos d'água distribuídos através do território e um relevo rico em vales encaixados no entorno dos grandes rios (principalmente, nas regiões Sul e Sudeste), descortinava-se, então, no horizonte simbólico, intangível, da consciência dos escassos empreendedores



capitalizados da época a hidreletricidade como a principal, e mais rentável, matriz para produção de energia no Brasil.

Segundo D. Magnoli e R. Araújo (MAGNOLI; ARAÚJO, 2007), nesse cenário, a produção de energia sob matriz hídrica começava a dar seus primeiros passos. As usinas de Marmelos, no rio Paraibuna, em Minas Gerais, inaugurada em 1889; a de Corumbataí, em Rio Claro, São Paulo, completada em 1900, além da de Parnaíba, no Rio Tietê, também, em São Paulo, que foi inaugurada em 1901 pela empresa canadense São Paulo Railway Light and Power, foram pioneiras. Em 1908, a Rio de Janeiro Tramway Light and Power, do mesmo grupo empresarial, inaugurou a Usina Hidrelétrica de Fontes, no rio Paraíba do Sul. Estava lançado o embrião da matriz energética, que seria a mais utilizada pelo país ao longo de todo o século XX.

### **1.3. Síntese da evolução das fontes primárias de energia no século XX**

D. Magnoli e R. Araújo também relatam que, na década de 1940, quando foi feito o primeiro estudo completo do suprimento global de energia primária no Brasil, a lenha contribuía com 70% do consumo energético nacional, em que grande parte dela era usada na cocção de alimentos no interior das residências. Em seguida, com a emergência do modelo industrial concentrado na região sudeste, uma industrialização periférica no sul e nordeste, e o surgimento de enclaves industriais na região amazônica, acrescido do acelerado processo de urbanização desencadeado a partir do início da segunda metade do século XX, houve um grande aumento da produção de energia de fonte hidráulica e do consumo energético no país. Entre as décadas de 1940 e 1980, o consumo de energia cresceu na média de 7% ao ano, dobrando, portanto, a cada 10 anos, arrefecendo, apenas, na última década mencionada, por decorrência do processo de estagnação, nela, ocorrido. Segundo esses autores, na década de 1980, 80% da energia produzida no Brasil era de matriz hídrica.

No bojo das políticas de incentivo ao desenvolvimento industrial do país, que foram implementadas a partir do início da década de 1960, estava a implementação dos grandes empreendimentos hidrelétricos, que viriam em seguida, e a oferta subsidiada dessa energia para alavancagem do parque industrial brasileiro. Ainda que os custos dessa geração energética fossem altos, com influência, inclusive, do serviço da elevada dívida externa

contraída ao longo da década de 1970, essas políticas sustentavam pesados subsídios para a energia vendida aos diversos setores industriais.

Com a adoção da estratégia de um país de modal rodoviário, em detrimento dos ferroviário, hidroviário e marítimo, ocorreu o crescimento da dependência externa do petróleo, a qual permaneceu significativa até meados da década de 1990, quando a Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS) passou a obter retorno satisfatório dos seus investimentos em prospecção/produção/refino/transporte, realizados nas décadas de 1970/80, intensificando estes, até alcançar relativa, e insustentável, auto-suficiência, em 2005. Os investimentos, que levaram a essa auto-suficiência também envolveram os da iniciativa privada na tecnologia de produção de álcool combustível para aplicação direta no setor de transportes, cujas decisões foram tomadas a partir do primeiro choque do petróleo, ocorrido em 1973 e reproduzido em 1979.

Até o final da década de 1990 permaneceu uma forte dependência externa dos combustíveis fósseis, principalmente petróleo e um dos seus derivados, o óleo diesel, que são essenciais para os setores de transporte, industrial e para a geração térmica presente em regiões remotas do Centro-Oeste e da Amazônia Legal, isoladas do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Fundado sobre a fartura da hidreletricidade, o Brasil, com suas políticas de incentivo à industrialização, sempre usou essa matriz energética a custos subsidiados. Desde a fundação da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS) em 1962, o setor elétrico sempre foi prodigamente financiado pelo Tesouro Nacional, especialmente a partir da década de 1970, quando houve abundância de empréstimos externos ao país e a construção das grandes hidrelétricas, como as de Itaipu e Tucuruí. Dessa forma, produzindo energia com custos elevados e vendendo aos setores industriais em geral a preços subsidiados, os quais chegaram a ser metade dos internacionais, ao mesmo tempo em que também pagava altas taxas de juros pelos capitais transnacionais tomados de empréstimo, a ELETROBRAS chegou à década de 1990 em uma situação praticamente falimentar. A partir desse momento, ocorreu a ruptura desse sistema secular de liberalidade energética pela deflagração do processo de desestatização e a entrada dos investidores privados nos setores elétrico e de petróleo e gás do país.

Esse conjunto de fatores de natureza técnico-econômica, associados à certeza da posse de recursos naturais praticamente inesgotáveis, à retórica política em uso no país de que crescimento do consumo de energia é sinal de desenvolvimento e a um processo educacional elaborado sobre modelos mentais em que as ciências técnicas não se conectam com as sociais, modelo este no qual os engenheiros e tomadores de decisão do setor elétrico, de uma forma geral, são negligentes quanto às agressões sociais e ambientais produzidas pelos grandes projetos hidrelétricos, criou uma cultura de estímulo ao aumento de consumo de energia, virando as costas ao conceito e aos programas de eficiência energética. Esses fatores derivam diretamente da existência de riquezas efetivas de ecossistemas naturais e do cenário de formação cultural do país, abarcando princípios da retórica de ufania quanto à prodigalidade energética nacional, que foram descritos no item 1.2.

Assim, o processo de desestatização, deflagrado na década de 1990, não rompeu com o paradigma de prodigalidade hidrelétrica, e energética, o qual, de forma oculta e sutil, está incrustado na cultura brasileira. Essa percepção intangível de abundância energética não é apenas uma questão institucional ou mercadológica, e sim, um fundamento cultural profundamente enraizado no horizonte simbólico do povo brasileiro.

#### **1.4. O paradigma socioambiental e a Eficiência Energética**

Assim, contrariamente ao que ocorria nos países desenvolvidos, no Brasil criou-se um ambiente em que a riqueza (no caso, de recursos e ecossistemas naturais), pelo seu uso exaustivo e negligente, a médio/longo prazo, levará o país a sérias dificuldades não só na produção de energia, como, também, no amplo contexto socioambiental de capacidade de suporte à qualidade de vida. Esta é uma apreensão que já se tornou certeza, no país.

Esse conjunto de políticas de favorecimento em termos energéticos, a cultura pseudodesenvolvimentista fundada no aumento do consumo de energia, a crença ufana na exuberância energética nacional e a relativa indiferença aos impactos socioambientais e suas externalidades negativas, que permeiam a estrutura e a dinâmica dessa indústria, e da sociedade em geral, ajudam a explicar esse modelo de elevado consumo energético ainda vigente no Brasil, o qual, dentre várias políticas públicas, privilegia a da produção de commodities; estas, em geral, são energointensivas, como, por exemplo, as indústrias da metalurgia do aço e do alumínio, a de ferroligas, de papel e celulose, e de uma ampla

agroindústria fortemente dependente de defensivos e fertilizantes baseados em derivados do petróleo. Enquanto esse status se intensifica no Brasil, nos países desenvolvidos investe-se, intensivamente, em tecnologia de processos e equipamentos cada vez menos demandantes de energia e na gestão da eficiência energética, no seu sentido mais amplo e comprometido com a redução de custos, aumento da produtividade de planta industrial, e a diminuição da emissão de poluentes.

Essa cultura de consumo elevado de energia, ao longo da década de 1990 e da primeira do século atual, provocou a necessidade do aumento da geração, com a ampliação da matriz termelétrica, baseada em combustíveis fósseis, como o óleo combustível, carvão mineral e gás natural, além da físsil, atômica. A termelétrica fundada na biomassa moderna, de ciclo econômico, como o bagaço de cana e outros dendroenergéticos, envolvendo os bioóleos, mesmo que acrescida de outras fontes incluídas no Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA): além da biomassa citada, a energia produzida pelas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e de fonte eólica, continuam desconectadas dos princípios da eficiência energética. O PROINFA, por falta de desempenho nos programas de financiamento, alterações sucessivas na legislação e outros fatores desfavoráveis relacionados à tecnologia, ao licenciamento ambiental e à segurança jurídica, apresenta significativas dificuldades de progresso na velocidade que o país precisa.

No âmbito do PROINFA, apenas a biomassa oriunda da cana-de-açúcar, pelos fatores de clima e solo favoráveis, trazendo grande produtividade a essa gramínea no Brasil, disponibilidade de água, tradição do setor sucroalcooleiro a partir da sua matriz açucareira e pela presença de grupos produtores de elevado poder econômico, esse setor tem tido um alto desempenho na geração de energia: bioetanol, e a combinada de eletricidade e calor (cogeração). Entretanto, face aos modelos tradicionais de gestão desse setor e seus vínculos com grande parte do patriarcado da época colonial, ainda não há conhecimento ou esforço relevantes em direção a programas sistemáticos, ininterruptos, de eficiência energética.

Globalmente, a energia é o principal forçamento antropogênico das mudanças climáticas. Ante a dependência de recursos geo e bioecológicos para sua produção, os sistemas energéticos interferem decisivamente nos ecossistemas naturais, nos quais vão buscar matérias-primas de baixa entropia, devolvendo à natureza, produtos finais e rejeitos de alta entropia. Contidos neste ciclo, os sistemas energéticos, incluindo as suas formas e intensidade

de uso, provocam uma espécie de determinismo entrópico, que atua sobre o planeta: como, na prática, os processos encerrados nos sistemas energéticos nunca são reversíveis e, por conseguinte, esses sistemas e o seu meio nunca retornam às condições originais, então, a variação líquida da entropia total correspondente é sempre crescente. Por não haver alternativa de reversibilidade, todos os processos ocorrem num sentido único: o do aumento da entropia. Assim, esses processos e sistemas energéticos levam ao aumento sistemático, incessante, da entropia do planeta. Não há como evitar, ou revogar, as leis da Termodinâmica.

Até quando se recicla, os ganhos energéticos obtidos num compartimento do sistema total implicam em perdas maiores em outro, com geração adicional de entropia. Fisicamente, a reciclagem completa, de 100%, não é possível. Definitivamente, os sistemas energéticos, com seus diversificados processos, sempre utilizam recursos de baixa entropia, devolvendo aos ecossistemas naturais e sociais produtos e rejeitos de alta entropia, resultando no acima mencionado determinismo entrópico. É a flecha entrópica do tempo.

O pleno funcionamento dos sistemas energéticos estabelece interfaces naturais entre os componentes principais da biosfera: litosfera, hidrosfera e atmosfera. Por exemplo, a geração termelétrica utiliza recursos fósseis e minerais (não-renováveis), ou dendroenergéticos (renováveis), retirados desses componentes, combinados, devolvendo-lhes rejeitos poluentes, que os degrada, reduzindo, ou eliminando, por conseguinte, a capacidade deles em prestar serviços ambientais.

No caso da geração hidrelétrica, fundada em recurso renovável (água), ao utilizá-lo, além de consumi-lo, também o eutrofiza e degrada, limitando-o quanto aos seus demais usos, igualmente fundamentais para todas as espécies de vida circundante.

Quanto aos poluentes ou rejeitos, e produtos finais, todos de alta entropia, ao serem disponibilizados à sociedade e ao meio ambiente, conforme detalhado adiante, trazem, em consequência, danos socioambientais de elevada grandeza. A Figura 1.1 a seguir, reproduzida de ELETROBRAS/PROCEL (BRASIL. MME, 2006) permite melhor visualização acerca, especificamente, da inter-relação entre a componente de geração dos sistemas energéticos e a natureza (biosfera).

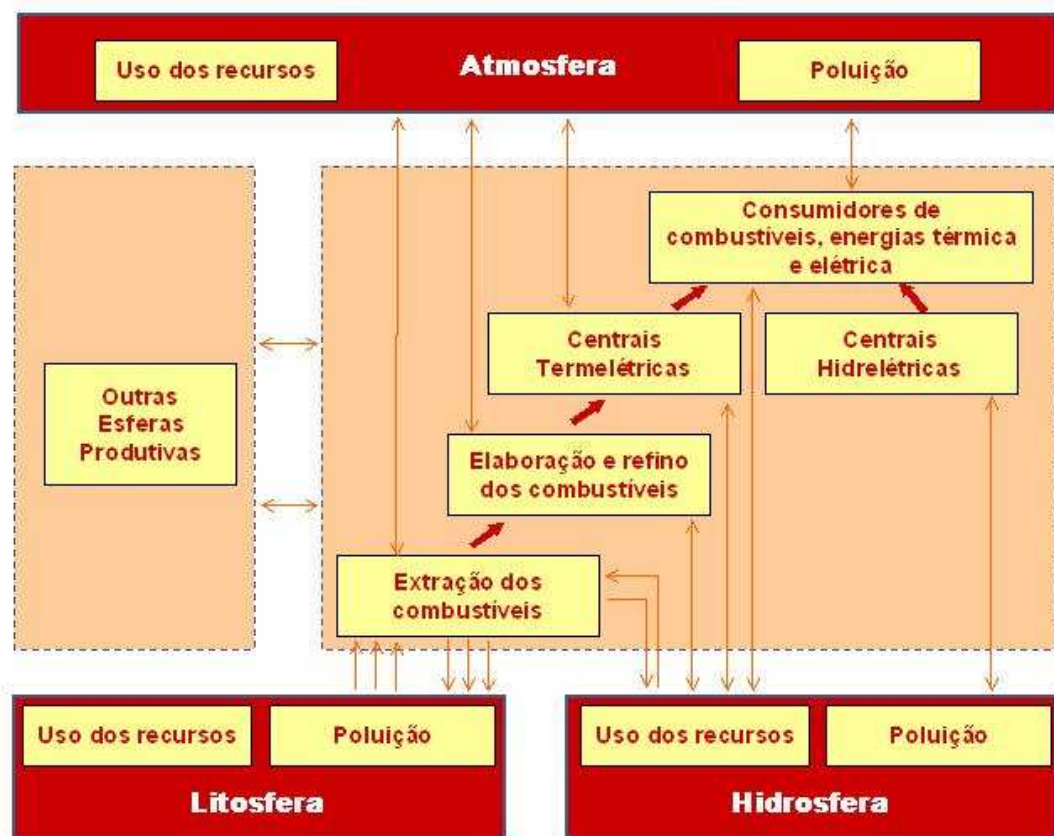


Figura 1.1 – Inter-relação entre a geração de energia e a natureza

Fonte: (LORA, 2002 apud BRASIL. MME, 2006)

Em decorrência do crescimento da matriz termelétrica de fontes fósseis em relação à hidrelétrica, acima mencionado, no Brasil, os problemas socioambientais estão sendo agravados. As emissões de óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, gás carbônico e metano têm crescido significativamente nos últimos anos.

Para aclarar a ampliação da termelétricidade na matriz energética brasileira, com seus efeitos de aumento das emissões prejudiciais aos ecossistemas naturais e sociais acima expostos, o mais recente Balanço Energético Nacional (BEN-2007), com ano-base 2006, publicou dados oficiais, que permitem comparar, dentre uma série de fatores, o cenário da produção energética de vários anos, desde 1970 até 2007. Tomando o último ano-base, 2006, e comparando-o analiticamente com 10 anos atrás, 1996, constatamos o seguinte: em 1996, a produção total das fontes primárias, consolidada no BEN, foi de  $122.789 \times 10^3$  toneladas equivalentes de petróleo (tep), em relação às quais, a contribuição da fonte hídrica foi de 18,6% ( $22.847 \times 10^3$  tep); as fontes fósseis, incluindo petróleo, gás natural e carvão mineral,

alcançou 41,9% ( $51.486 \times 10^3$  tep); a dendroenergia, incluindo a biomassa moderna, teve a participação de 36,9% ( $45.366 \times 10^3$  tep); e as demais fontes como o urânio, a solar, etc., completam a totalidade produzida. Em 2006, a produção de energia primária consolidada foi de  $211.541 \times 10^3$  tep, com crescimento de 72,3% sobre 1996; para a quantidade produzida em 2006, a contribuição da fonte hídrica caiu para 14,2% ( $29.997 \times 10^3$  tep); as fontes fósseis, incluindo petróleo, gás natural e carvão mineral, aumentaram significativamente, atingindo 51,4% ( $108.823 \times 10^3$  tep); a contribuição da dendroenergia, incluindo a biomassa moderna, mesmo aumentando em valores absolutos, caiu para 30% ( $63.629 \times 10^3$  tep); e as demais fontes (outras) como o urânio, a solar, a eólica, as PCHs, etc., completam a totalidade produzida. Ver a Figura 1.2 abaixo.

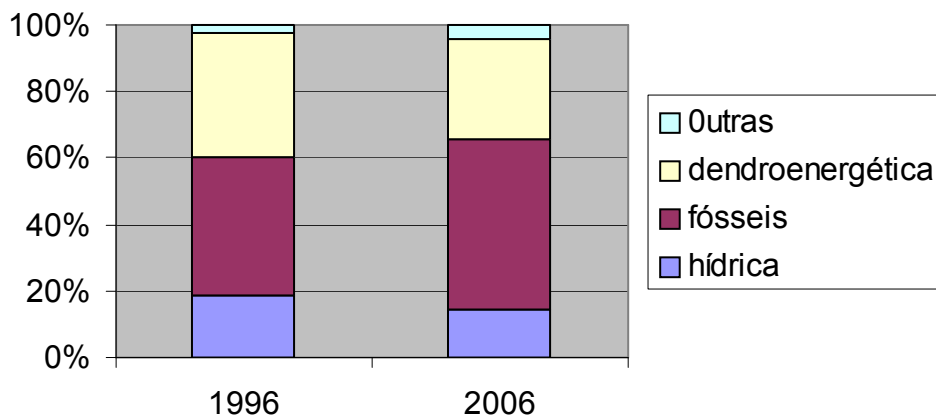


Figura 1.2 – Variação da produção energética nacional por fonte: 1996-2006

Fonte: Autor. Baseado no BEN-2007

A Figura 1.2 demonstra, visualmente, o crescimento das fontes fósseis e o encolhimento relativo da produção de fonte hídrica. Também se observa o crescimento das fontes complementares (outras), envolvendo as solar, eólica, PCHs, etc., no período considerado.

A geração termelétrica, utilizando fontes fósseis ou dendroenergética, envolvendo os diversos sistemas energéticos, incluídos os motores de combustão interna, incorre na emissão de poluentes gasosos, primários e secundários, resultando em múltiplos danos socioambientais.

Os poluentes primários são o metano ( $\text{CH}_4$ ), o monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), os óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ) e de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), além de material particulado, dentre outros; os secundários são os produtos das reações fotoquímicas ocorridas na atmosfera entre os poluentes primários, produzindo o ozônio troposférico, alterações no ozônio estratosférico,

e a presença do peroxiacetilnitrato, como resultado da reação dos óxidos de nitrogênio com os hidrocarbonetos na atmosfera. Estes, juntamente aos perfluor e hidrofluorcarbonos, formam os gases de efeito estufa (GEE). Na atmosfera, o CO<sub>2</sub> absorve grande parte da radiação de longo comprimento de onda, livremente refletida pela superfície da terra para o espaço, provocando, em consequência, o aquecimento dela, isto é, o efeito estufa. De acordo com José Goldemberg e Dondero Villanueva (GOLDEMBERG; VILLANUEVA, 2003), dentre os GEE, o CO<sub>2</sub> contribui com o maior volume: cerca de 60%.

No caso da eletricidade de fonte hídrica, de acordo com Célio Bermann (BERMANN, 2007), não obstante seja divulgado haver estrita consideração quanto aos componentes da sustentabilidade, os empreendimentos hidrelétricos têm-se revelado insustentáveis, no cenário internacional e particularmente no Brasil. Esse caráter insustentável pode ser estabelecido a partir de critérios que identificam os problemas físico-químico-biológicos decorrentes da implantação e da operação de uma usina hidrelétrica, e da sua interação com o meio ambiente, diretamente no local da sua construção. Dentre os principais problemas ambientais em usinas hidrelétricas, pode-se destacar:

- alteração do regime hidrológico, comprometendo as atividades a jusante do reservatório;
- comprometimento da qualidade das águas, em razão do caráter lântico do reservatório, dificultando a decomposição dos rejeitos e efluentes, provocando a sua eutrofização acelerada, com emissões de GEE e odores desagradáveis;
- assoreamento dos reservatórios, em virtude do descontrole no padrão de ocupação territorial nas suas cabeceiras, submetidas a processos de desmatamento e retirada da mata ciliar;
- emissões de GEE, particularmente o metano (CH<sub>4</sub>), decorrente da decomposição da cobertura vegetal submersa definitivamente nos reservatórios. Por exemplo, a represa de Balbina afogou uma floresta que ocupa 92% do seu reservatório, em que o processamento da respectiva matéria orgânica, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) – a represa fica no rio Uatumã, próxima a Manaus – a emissão de metano é 10 vezes superior a de uma termelétrica a carvão;
- aumento do volume de água no reservatório formado, com consequente sobrepressão sobre o solo e subsolo pelo peso da massa de água represada, em áreas com condições



geológicas desfavoráveis (por exemplo, terrenos cársticos), provocando sismos induzidos;

- problemas de saúde pública, pela formação de remansos nos reservatórios e a decorrente proliferação de vetores transmissores de doenças endêmicas, como a febre amarela, doença de Chagas, esquistossomose, etc.;
- dificuldades para assegurar o uso múltiplo das águas, em razão do caráter histórico de priorização da geração elétrica em detrimento dos outros usos, como irrigação, lazer, transporte, piscicultura, entre outros;

Segundo Bermann, quanto aos aspectos sociais, particularmente em relação às comunidades que sofrem a influência (impacto) das obras, pesquisas realizadas indicam que até hoje, no Brasil, os empreendimentos hidrelétricos implicaram em mais de 34.000 km<sup>2</sup> de terras inundadas para a formação dos reservatórios, com o chamado "deslocamento compulsório" de cerca de 200 mil famílias, todas elas populações ribeirinhas diretamente atingidas pelos projetos. Sobre os impactos sociais causados, cabe registrar:

- irregularidades na valoração e no processo de desapropriação das terras em que essas famílias viviam e produziam;
- insuficiência de requisitos sociais nos instrumentos regulatórios, como nos estudos de impacto ambiental, e ausência de informações consistentes às populações atingidas, com a disseminação de insegurança patrimonial e graves tensões sociais;
- implementação, no âmbito do empreendimento, de vetores sociopolíticos suscitadores do deslocamento forçado dessas populações, com compensações financeiras irrisórias ou inexistentes;
- processo aleatório de reassentamento, sendo que, quando houve, não assegurou a manutenção das condições de vida anteriormente existentes;
- durante as obras, essas populações recebem os impactos produzidos pelos deslocamentos de equipamentos pesados, aumento do volume do tráfego de materiais e operários na região de construção da usina, com invariável degradação social produzida por esses trabalhadores, longe das suas famílias, os quais se deslocam para as vilas e cidades vizinhas, produzindo aumento da prostituição, propagação de doenças, etc.;

- aumento dos riscos de inundações de forma intermitente e insuficiência de fluxo de água para o saneamento básico de cidades a jusante dos reservatórios;
- inundação de terras cultiváveis, as quais muitas das famílias não mais tiveram condições de possuir em outras regiões para onde foram deslocadas.

Assim, faz-se necessário esclarecer que, mesmo sendo fundada em recurso natural renovável – água –, a geração hidrelétrica também produz impactos socioambientais de grande monta. O romantismo nacionalista da era colonial brasileira não mais produz fundamentos racionais suficientes para sustentar a cultura tradicional de prodigalidade hidrelétrica do país, referida ao longo deste Capítulo. Realmente, os impactos socioambientais desses empreendimentos, principalmente os de grande porte, são imensos e inexoráveis.

A esses esclarecimentos, também se acresce que, no caso da energia de fonte hídrica, se os recursos renováveis utilizados, que são os corpos d'água, não forem resguardados de danos, como por exemplo, se as suas matas ciliares não forem conservadas, as nascentes não forem preservadas, se houver elevado assoreamento e degradação descontrolada ao longo do seu curso, etc., eles, os rios, os tais recursos renováveis, tornam-se, irremediavelmente, não-renováveis.

De acordo com F. Almeida (ALMEIDA, 2007), recursos renováveis não toleram negligência sistemática por tempo indeterminado; ao se romper o equilíbrio dinâmico respectivo e suas faixas de resiliência, os ecossistemas naturais se transformam, a vida de base anaeróbia se estabelece e as doenças invadem o espaço geo e bioecológico onde se assentam os ecossistemas sociais; e, na continuidade desse estresse, morrem; é uma lei natural; ainda que a tecnologia arrefeça ou adie a efetividade dos efeitos patológicos, a qualidade de vida se deprime e a sustentabilidade socioambiental se evola.

No âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU), esse autor participou da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (AEM), que é o maior inventário mundial já realizado acerca do estado do uso da natureza, iniciado em 2000 e publicado naquela organização em 2005, sob o título: “Nós, os povos: O papel das Nações Unidas no Século XXI”.

Essa avaliação consolidou e produziu a circulação mundial do conceito de serviços ambientais, ou seja, os benefícios que os seres humanos recebem da natureza e que são

produzidos pelas interações que ocorrem no interior dos ecossistemas. Foram analisadas 24 unidades de serviços, divididas em 03 categorias principais e uma quarta que fornece suporte às primeiras. Os serviços de suporte incluem a ciclagem de nutrientes, a produção de oxigênio, o seqüestro de carbono e a formação dos solos.

Quanto às 03 categorias principais, a primeira é a dos serviços de provisão, que inclui a produção de alimentos, água doce, madeira, fibras e combustível; em seguida, vem a categoria dos serviços reguladores, que é responsável pela regulação do clima, pelo controle de enchentes, pela qualidade da água e controle das doenças; e, finalmente, a categoria dos serviços culturais, que inclui os valores estéticos, culturais, religiosos, educacionais e de lazer, incluído o ecoturismo. Na concepção da Avaliação Ecosistêmica do Milênio, são esses serviços prestados pelos ecossistemas que, em conjunto, compõem o capital natural do planeta, disponível e a serviço do homem.

Aqui, então, reforça-se a preocupação com a análise preventiva das externalidades negativas decorrentes dos sistemas energéticos, que interferem diretamente no capital natural. Nessa direção e estendendo-se na linha da ética, e da moral, atinente à valorização da qualidade de vida sustentável, Almeida explora a reconhecida limitação da tecnologia, as atitudes e ações negligentes para com a sustentabilidade, e manifesta a necessidade de uma nova matriz de pensamento, um novo modelo mental, que entenda a falência dos ecossistemas planetários equivalente à falência do lucro e dos negócios, e que o empreendimento fundado na ética traz ganhos econômicos.

Portanto, não é mais possível desviar-se da evidência de que os sistemas energéticos, além de consumirem grandes quantidades de recursos econômicos e naturais, e intervirem agressivamente nos respectivos ecossistemas, a cada dia que passa terão de agregar os custos socioambientais provocados, conforme acima referido. Dia a dia, testemunha-se que os empreendimentos energéticos carecem de esforços cada vez maiores para se tornarem viáveis: além do crescimento elevado dos custos reais, adicionalmente, e de forma progressiva, eles pelejam para conquistar sua aceitação pelas comunidades atingidas e pela sociedade em geral. Estes também são fatores absolutamente motivadores de programas ou projetos de eficiência energética nas empresas.

Penetra-se, assim, numa nova economia na qual a energia não é mais medida apenas em quilowatt-hora (kWh), mas em recursos naturais requeridos e grau de impactos produzidos sobre os ecossistemas naturais e sociais afetados, o nível de excedentes econômicos trazidos para a sociedade que a utilizará, abrangendo satisfação de necessidades e qualidade de vida. É uma nova economia, multidisciplinar, que abrange as ciências naturais, a engenharia, a administração, a psicologia e a sociologia, e que não é mais baseada unicamente na Ciência Econômica Neoclássica.

De acordo com o BEN-2007, o setor industrial consumiu 38% da produção total da energia mencionada acima, enquanto o percentual do setor de transporte foi de 26% sobre aquele valor; em terceiro lugar no consumo energético vem o setor residencial, com 11%. Esses três principais setores de atividades abarcaram 75% do consumo final de energia em 2006. Ver a Figura 1.3 a seguir.

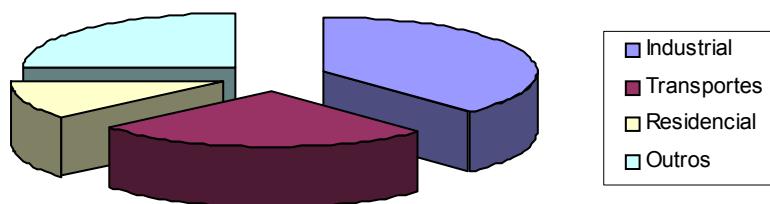


Figura 1.3 – Consumo energético dos principais setores: 2006

Fonte: Autor. Baseado no BEN-2007

Como se vê na matriz de consumo, a proeminência do setor industrial é inquestionável (38%), caracterizando a natureza energointensiva e a cultura de que o aumento do consumo de energia, linearmente, significa crescimento e desenvolvimento do país, o que, como hoje sabido, é uma falácia.

Em conformidade com aquela mesma publicação, ao ser analisada a matriz de consumo, não quanto à energia em geral, mas, especificamente, em relação à energia elétrica, o consumo do setor industrial continua em primeiro lugar como o mais intensivo e aumenta para 47% do total. Diante de tempos cada vez mais árduos para a produção de energia, com a inclusão de custos socioambientais crescentes, certamente, aumenta a necessidade da implementação de programas sistemáticos de eficiência energética no setor industrial brasileiro.

Ao consumirem a maior parcela de energia para a execução dos seus processos, todas as plantas industriais contribuem com a emissão de grandes volumes de poluentes, favorecendo o processo de mudança climática inatural hoje vivido, com conseqüências danosas e diretas sobre as condições de vida e de equilíbrio dinâmico dos ecossistemas naturais, e sociais, que habitam a terra, independentemente das variáveis de custo, produtividade de planta e disponibilidade de energia, propriamente ditas, as quais são decisivas para a remuneração do capital investido e o lucro, dimensões indispensáveis a qualquer empresa ou setor industrial.

Ainda que o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), que é executado pela ELETROBRAS, esteja em vigor, sabe-se que, como sugere o próprio nome, houve maior concentração deste, especificamente, em energia elétrica, abrangendo iluminação, ar-condicionado, eliminação de perdas por energias reativas (fator de potência), tendo só mais recentemente penetrado em projetos diretamente relacionados ao consumo pesado dos sistemas industriais mais complexos. Quanto ao Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), sob encargo da PETROBRAS, suas iniciativas e resultados têm sofrido de pouca disponibilidade de recursos e alcance. Ao tratar da evolução da racionalização de energia no Brasil, o Capítulo 2 discorre mais detalhadamente acerca desses dois programas, dentre outros.

Os processos industriais, juntamente com a produção de energia por meio de combustíveis fósseis e os modais de transporte, são considerados as principais fontes antropogênicas de poluição, resultando numa contribuição efetiva para os custos socioambientais. A preocupação com a “eficiência energética de sistemas industriais”, portanto, é uma prioridade de amplo alcance, que se impõe à indústria em geral, na atualidade e para o futuro. De acordo com ELETROBRAS/PROCEL (BRASIL. MME, 2006), as vantagens desse conceito de eficiência energética (racionalização de energia) são imensuráveis: por exemplo, o volume de investimentos necessário para liberar (economizar) 1,0 kWh de energia elétrica por redução de desperdício é quatro vezes menor (25%) do que o exigido para gerar a mesma quantidade de energia nova a partir dos sistemas convencionais do Sistema Elétrico.

Assim, os programas de eficiência energética emergem vigorosamente no mercado; e, por decorrência natural, a “Gestão da Eficiência Energética de Sistemas Industriais sob Condicionantes Socioambientais Sustentáveis”. Esses programas têm a finalidade de controlar e reduzir o consumo energético e a emissão de poluentes, produzindo efeitos positivos,

mensuráveis, sobre os custos operacionais, a competitividade da indústria e a qualidade de vida.

Como se pode depreender da argumentação estabelecida nessa apresentação, a “gestão da eficiência energética”, no âmbito dos sistemas industriais, não procede, única e essencialmente, de fatores econômicos, mas, também, de uma nova dimensão, que é emergente e tem natureza moral, ética, de compromisso com a vida, e vida com qualidade: a dimensão socioambiental.

Portanto, a pesquisa e a implementação de programas ou projetos dedicados à Gestão da Eficiência Energética nos sistemas industriais é uma iniciativa crescentemente indispensável, inexorável. Urge avançar.

### **1.5. Objetivos da pesquisa**

Ante os novos requisitos, econômico, social e de ecoeficiência, o presente trabalho de pesquisa objetiva desenvolver uma metodologia para gestão da eficiência energética, fundamentada sobre argumentos de naturezas cultural e tecnológica, focalizada em processos e sistemas de processos industriais.

O espectro legal respeitante à eficiência energética, envolvendo a Lei N° 9.991, de 24/07/2000, e a conhecida “Lei de Eficiência Energética”, Lei N° 10.295, de 17/10/2001, com seus desdobramentos, será criteriosamente estudado e incorporado ao contexto dos sistemas industriais, objeto deste trabalho.

Quanto às realizações em nível gerencial e seus efeitos no desenvolvimento da “eficiência energética”, a metodologia de gestão a ser construída por este trabalho focalizará os fatores determinantes da racionalização do uso da energia com programas de melhorias incrementais; e a evolução de planta, pela substituição de sistemas/subsistemas/equipamentos e atualização tecnológica, cujas ações e desdobramentos, diferentemente das melhorias incrementais, caracterizarão as alterações disruptivas do desempenho energético dos sistemas industriais em causa.

Ainda no campo gerencial, o trabalho tem por objetivo criar ferramentas para a realização da auditoria energética como elemento basilar da gestão da energia, mensuração dos indicadores de eficiência alcançados, análise do desempenho e dos desvios vis-à-vis às metas econômico-financeiras e socioambientais preestabelecidas, emissão de relatórios, definição e implementação das ações corretivas cabíveis, motivação e treinamento de pessoal, e retroalimentação do modelo energético adotado.

## **1.6. Metodologia da pesquisa**

A metodologia adotada neste trabalho seguirá os passos descritos a seguir:

- realização de pesquisa bibliográfica sobre os principais autores dessa área do conhecimento, registros históricos de programas e projetos de instituições reconhecidas, como por exemplo, os do PROCEL, CONPET, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), etc.;
- pesquisa e análise do marco regulatório respeitante, considerando a evidência objetiva da preferência brasileira pela estatização dos seus programas institucionais de eficiência energética, como o PROCEL e o CONPET, com envolvimento de Ministérios, e outros órgãos e empresas da Administração Pública;
- exame de resultados de programas de eficiência energética já praticados e publicados no mercado, incluindo os realizados no âmbito do Mercado Autônomo de Eficiência Energética (MAUFE), o qual, com essa designação, é cunhado neste trabalho de monografia e detalhado no Capítulo 2.

Os estudos e análises feitos por meio dessa pesquisa produzirão uma síntese sobre o assunto, a qual se estenderá em busca da sistematização, alcançando, no seu final, a formulação de uma metodologia para gestão da eficiência energética com foco em sistemas industriais.

Finalmente, os dados, informações e demais elementos do conhecimento demonstrativo dimanados da referida síntese, serão coligidos e sistematizados, permitindo, assim, a elaboração do diagrama demarcador e a exposição literal, formal, da “metodologia para gestão da eficiência energética de sistemas industriais sob condicionantes socioambientais sustentáveis”, que caracteriza o objeto central desta monografia.

## 2. EVOLUÇÃO DA RACIONALIZAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL

### 2.1. Os dois primeiros choques do petróleo: 1973 e 1979

Mesmo que as iniciativas e programas institucionais de racionalização de energia, tanto os de governo como os da iniciativa privada, tenham-se desencadeado de forma sistemática a partir da década de 1980, não se deve deixar de reconhecer o papel que o primeiro choque do petróleo, deflagrado na segunda metade de 1973 e o segundo choque, a partir de 1979, tiveram como eventos precursores da racionalização de energia no país. Este item também discorrerá a respeito do ambiente político, social e econômico corrente.

Segundo Thomas Skidmore (SKIDMORE, 2000), à época, o Brasil importava 80% do petróleo que necessitava. Desde o final da década de 1950, o governo do presidente Kubitschek optara por desenvolver o sistema de transporte desse país continental por modal rodoviário, apesar da melhoria das ferrovias existentes ser considerada prioritária. A causa era bem determinada: não havia recursos suficientes para modernização ou ampliação da malha ferroviária do país, cuja geografia determinava um custo por quilômetro bem maior do que o de construir rodovias de chão, sem asfalto. De tal modo que o Brasil, nas suas regiões mais habitadas e próximas à marinha, foi traçado por estradas de terra; e assim, ele avançou ao longo dos anos. Adotava-se a premissa de que, à medida que houvesse crescimento e disponibilidade econômico-financeira, os governos da União e dos Estados asfaltariam as rodovias existentes, ao mesmo tempo em que abririam novas em terra batida, e as vicinais. Em contraste, a locomotiva, altamente eficiente quando colocada sobre trilhos, para cobrir o território brasileiro requeria um volume inicial de investimentos muito elevado, o que, até então, não era viável. Assim, com a concepção do modal rodoviário, o país permaneceu por décadas e tornou praticamente irreversível o Brasil caminhoneiro, onde imperava (e, em grande monta, ainda impera – o bioetanol alterou o setor de transporte) a matriz energética do petróleo.

Portanto, com esse grau de dependência de importação, o Brasil foi atingido pelo primeiro choque do petróleo. O preço médio do barril pago pelo país, em termos de *Cost Insurance and Freight (CIF)*, passou de US\$3,86, em 1973, para US\$12,55 em 1974. Ainda que devam ser considerados outros fatores determinantes da pauta de importação nacional e do início do desajuste econômico interno, o qual, naquele momento, prenunciava o fim da fase do



“milagre brasileiro”, e que iria desaguar na crise da dívida externa da década de 1980, a importância do volume e do grau de dependência da importação de petróleo foi decisiva para o desequilíbrio da balança comercial do Brasil, pois, de acordo com Helena Santos (SANTOS, 1993), já em 1974, só o valor pago por esse combustível ocupava 32% da receita de exportação do país; a inflação, por sua vez, que, em 1973, foi de 15,5%, em 1974 mais que dobrou, alcançando o patamar de 34,5%. Ainda segundo Thomas Skidmore, acima citado, ao longo do ano de 1974, a dívida externa do Brasil aumentou de US\$6,2 bilhões para US\$11,9 bilhões.

O modelo de desenvolvimento da época, decorrente do período conhecido como o do “milagre brasileiro”, que perdurou mais intensamente de 1968-1973, foi apoiado sobre igualmente intenso processo de importação de matérias-primas e equipamentos para a emergente indústria nacional, o que resultou, subseqüentemente, nas estratégias de “substituição de importações” e da Lei de Informática, dentre outras. Esse panorama de importações, acrescido do consumo de divisas de exportação pela despesa com o petróleo como acima revelado, conduzia, inexoravelmente, ao desequilíbrio das contas externas do país.

Oficialmente criada em 02/04/1954, a PETROBRAS encampou todas as atividades do petróleo no país, as quais haviam sido iniciadas com a descoberta do primeiro poço, em 1939, em Lobato, seguida da do campo de produção de Candeias, em 1941, ambos terrestres e no Estado da Bahia, quando ainda sob a jurisdição do então Conselho Nacional do Petróleo (CNP). Ante o contexto setorial da época, a PETROBRAS sempre foi ativa em projetos de exploração e produção de petróleo em terra; essa postura estratégica promanava dos seguintes fatores: contida disponibilidade de recursos econômico-financeiros para investimentos na exploração marítima (Plataforma Continental), nível satisfatório dos preços internacionais do petróleo de então e facilidade de importação; assim, a empresa aplicava os recursos disponíveis principalmente em refino, terminais, dutos e transporte do óleo bruto e seus derivados. Só em 1968, a PETROBRAS iniciou suas atividades de prospecção no mar, dispondo de apenas uma sonda (*Vinnegaroon*), quando descobriu o campo *offshore* de Guaricema, no litoral de Sergipe.

O General Ernesto Geisel, que, em março de 1974, assumiu a Presidência do Brasil, havia sido presidente da PETROBRAS, exatamente, no período 1968-1973, quando restringiu os

investimentos da empresa em prospecção e produção, tendo incentivado aqueles que já eram dirigidos ao transporte marítimo, ao refino, aos terminais, etc., acima alistados. Essa estratégia era sobremaneira vantajosa por duas razões fundamentais: implicava em menor volume de investimentos, além de permitir retorno e lucro mais rápidos (no curto prazo); em segundo lugar, desviava a empresa da aplicação de avantajado volume de recursos em operações de alto risco e de retorno a longo prazo, típicos dos investimentos em prospecção e produção no mar.

Por conseguinte, assumindo os destinos do país no auge do primeiro choque do petróleo, o General Geisel, quando presidente da PETROBRAS, não havia preparado esta para enfrentar o novo cenário em termos de produção desse combustível ou dar algum tipo de resposta eficaz à convulsão generalizada provocada pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), não só no Brasil como nos mercados internacionais de forma global. Nesse ambiente, além dos vastos problemas socioeconômicos a serem equacionados, como os do desequilíbrio das contas nacionais, da inflação, do processo de urbanização acelerada e insustentável que então prorrompia, das carências de infra-estrutura, etc., os quais reforçavam as tendências ao declínio da fase do “milagre”, o governo brasileiro precisava, com urgência, racionalizar, revitalizar e distender os sistemas energéticos do país.

Subjacente a essa problemática de amplo e complexo espectro, havia o sentimento de afirmação da natureza militar e de exceção do regime político ora no poder, de tal forma que era contraproducente estabelecer políticas de contenção e austeridade, reduzir a inflação e recompor o balanço de pagamentos do país, pois essas medidas iriam restringir os índices de crescimento, os quais, no período 1968-1973 acima expresso, apresentaram a média de cerca de 10% ao ano. Diminuir esse ritmo, certamente, implicaria em comprometer a necessidade de asseveração daquele poder vigente. Assim, em setembro de 1974, o governo, por meio do seu Ministro do Planejamento, João Paulo dos Reis Veloso, apresentou o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), que vigoraria no período 1975-1979 e tinha como principal objetivo superar a crise sem sacrificar o crescimento. Era a vitória desse ministro sobre o seu equivalente da Fazenda, Mario Henrique Simonsen, que visava a alternativas mais ortodoxas.

Segundo Fiori (FIORI, 1990 apud GREMAUD et al, 1997), o modelo adotado para enfrentar as contradições políticas da época foi a “fuga para frente”. Na visão das autoridades governamentais, a economia brasileira era “uma ilha de prosperidade em meio a um mar

revolto”, que deveria responder à crise através da continuidade do crescimento acelerado, resguardando um relativo controle sobre a inflação e o balanço de pagamentos.

Esse Plano Nacional de Desenvolvimento identificava uma ampla liquidez internacional, na qual se baseava a possibilidade do país continuar aquele patamar de crescimento sem a necessidade de ter que gerar, no curto prazo, os excedentes necessários para remunerar os países da OPEP. Então, o financiamento externo seria intensificado para a obtenção dos recursos necessários ao equacionamento do balanço de pagamentos, enquanto que, os investimentos realizados para completar o grande e multissetorial parque industrial brasileiro iriam estruturar a capacidade de exportação próxima futura da economia, permitindo, assim, nos médio e longo prazos, a realização das transferências externas, isto é, o pagamento da dívida. Sob esse apanágio, foram abertas as comportas do endividamento do país e da conseqüente crise da dívida na década seguinte, de 1980.

Os principais setores contemplados no Plano Nacional de Desenvolvimento mencionado eram:

- insumos básicos, metais não ferrosos, exploração de minérios, petroquímica, fertilizantes e defensivos agrícolas, e papel e celulose;
- infra-estrutura e energia, abarcando a ampliação massiva da prospecção e produção de petróleo, energia nuclear, ampliação da geração hidrelétrica (usina de Itaipu), substituição de derivados do petróleo por energia elétrica, programa do bioetanol em substituição à gasolina (Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL), expansão do transporte ferroviário (Ferrovia do Aço), e a ampliação da exploração e utilização do carvão;
- bens de capital, com o fornecimento de garantias de demanda, incentivos fiscais e creditícios, reserva de mercado (substituição de importações e Lei da Informática) e asseguramento de política de preços para o setor privado (fatores estes que, como constatado após, foram decisivos para eliminar aspectos fundamentais do desenvolvimento industrial do país, como o espírito de competição, a inovação contínua, a busca de rupturas tecnológicas, a independência da indústria em relação ao Estado, etc.).

Corroborando esse quadro, Helena Santos (SANTOS, 1993) relata que, sobre as diretrizes expressas no item “infra-estrutura e energia”, somavam-se a limitação máxima do consumo de petróleo, sobretudo no setor de transportes; a implementação de uma política de preços reais da gasolina; a redução da velocidade nas rodovias; a ênfase em sistemas de transporte de massa; a eletrificação de ferrovias; o revigoramento do programa de adição de álcool à gasolina; os programas de redução de desperdícios de derivados do petróleo; etc.

Quanto a novas alternativas de fontes energéticas, Helena Santos esclarece que houve ênfase apenas na intensificação do programa do xisto e na ampliação da pesquisa, produção e uso do carvão, principalmente para substituição do óleo combustível nos processos industriais. Segundo essa pesquisadora, até 1974, o uso do álcool como combustível era tratado meramente como uma das várias outras formas de economizar derivados do petróleo. Na realidade, nesse ano, além do programa do xisto, gestava-se o acordo nuclear Brasil – Alemanha, o qual foi assinado em 12/06/1975, prevendo a construção de dois, com opção para mais oito, reatores term nucleares de 1300 MW cada um, até o ano de 1985, com a utilização do urânio enriquecido pelo processo alemão de *jet-nozzle*. O papel do álcool como substituto (parcial) da gasolina só iria ganhar relevância a partir do final de 1975.

De acordo com o ex-ministro de Minas e Energia, Dias Leite (LEITE, 2007), no ambiente do primeiro choque do petróleo, em 1973, finalmente, a PETROBRAS avançou decididamente para a prospecção no mar. Após o campo de Guaricema, já reportado acima, teve início uma sucessão de descobertas marítimas de significativa monta, como as do campo de Garoupa, em 1974, Namorado, em 1975, Cherne e Enchova, em 1976, etc., resultando na grande bacia petrolífera do litoral do Estado do Rio de Janeiro, a Bacia de Campos. Em seguida, as pesquisas deslocaram para os litorais dos Estados do Ceará, Espírito Santo e São Paulo, prosseguindo para o grande êxito das descobertas *offshore* do Brasil, que se verifica até os dias de hoje.

Dias Leite expõe que na esteira da problemática política e econômica percorrida ao longo dessa evolução, em 1975, o governo do General Geisel tomou duas iniciativas determinantes para o desenvolvimento da indústria do petróleo no Brasil: procedeu a primeira abertura do monopólio da PETROBRAS, com o lançamento dos contratos de risco para a prospecção e produção de óleo no mar territorial (181.000 Km<sup>2</sup>, em 59 blocos) e em terra (503.000 Km<sup>2</sup>, em 44 blocos), para os quais, segundo Leite, foram assinados cento e três contratos, com trinta

e duas empresas estatais e privadas, sendo trinta delas, estrangeiras; a segunda iniciativa foi o lançamento da PETROBRAS INTERNACIONAL S.A. (BRASPETRO) para a pesquisa e produção de petróleo no exterior, a qual iniciou suas atividades pelo Iraque, Egito, Argélia e Líbia, dentre outros países.

A insustentabilidade inserida no próprio conceito do modelo de desenvolvimento adotado pelo Brasil naquela oportunidade, com o surgimento da inflação galopante, o inevitável aumento do desequilíbrio do balanço de pagamentos, a decorrente desconfiança e posterior indisponibilidade dos capitais internacionais, e os desdobramentos políticos internos de agravamento e irreversibilidade da contestação quanto à legitimidade da natureza militar e excepcional do poder em vigor, conduziram, inexoravelmente, ao isolamento do Estado, o qual, para consolidar aquele Plano de Desenvolvimento, centrou-se em si mesmo, elegendo as empresas estatais como agentes de mudanças e de progresso.

Segundo Dias Leite, enquanto os países industrializados fizeram a adaptação recessiva das suas economias; elaboraram nova estrutura de preços relativos, objetivando a absorção, em tempo hábil, do impacto da elevação dos preços do petróleo; adotaram programas estruturados de eficiência energética com ênfase no lado da demanda e visão de longo prazo, ou intensificaram os já existentes (incluindo a geração, transmissão e distribuição de energia); implementaram exigências legais e políticas públicas de incentivos à racionalização de energia; adotaram programas de educação do consumidor; incentivaram os sistemas de cogeração e a inovação tecnológica no setor energético; etc., o Brasil, ao contrário, buscou sustentar a continuidade dos elevados índices de crescimento correntes na fase conhecida como a do “milagre”, não visualizando e, portanto, não optando por medidas de conteúdo mais restritivo e realista, nem por um planejamento energético estruturalmente formulado sobre uma concepção de racionalização (eficiência) energética.

Com essa “fuga para frente”, o país não fez os ajustes necessários e lançou, simultaneamente, empreendimentos hidrelétricos dentre os maiores do mundo, como as usinas de Itaipu e Tucuruí, além de gigantesco programa de geração termonuclear; em paralelo, outros projetos bilionários, igualmente dependentes do capital público, também foram lançados, como por exemplo, a Ferrovia do Aço, a Açominas e a usina siderúrgica de Tubarão. Todas essas iniciativas eram estatais e implementadas em concomitância com enormes empreendimentos levados a cabo pela iniciativa privada, tanto nacional como estrangeira, objetivando construir

um grande e diversificado parque industrial no país; esses projetos privados, por sua vez, além de serem beneficiados com elevada carga de incentivos e subsídios, também dependiam, e dispunham, de financiamentos públicos fornecidos pelo, à época, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE).

Nesse ponto do relato, é importante frisar que o presente trabalho tem por objetivo a análise mais aprofundada, especificamente das componentes relacionadas à energia e seus desdobramentos, as quais sejam resultantes do modelo de desenvolvimento adotado para o Brasil, aqui discorrido. Entretanto, considera-se que as demais conseqüências políticas, sociais e econômicas, de maior extensão e mais complicada trama, que se propagaram pelo país, também devem ser registradas neste texto, ainda que genericamente; foram elas:

- grandes e variadas obras de infra-estrutura, inacabadas;
- programa nuclear inexecutável;
- formidável dívida externa;
- resultado negativamente elevado no balanço das transações correntes com o exterior;
- ascensão exponencial da inflação interna (uma das maiores do mundo nas duas décadas que se seguiram ao primeiro choque do petróleo, ao lado da Argentina, do Iraque e de outros países da América Latina);
- estagnação com elevados níveis de inflação;
- empresas estatais de grande porte, montadas para dirigir o processo de desenvolvimento do país, as quais contratavam e apoiavam as da iniciativa privada, numa estrutura de mercado em que estas dependiam daquelas;
- crise da dívida ao longo de toda a década de 1980;
- emergência e estruturação de instituições governamentais compondo um grande e emaranhado sistema de governo que, nos seus três níveis, não foi estruturado para servir à nação e sim para orientá-la e comandá-la, o qual persiste até hoje.

Quanto às componentes respeitantes à energia e seus desdobramentos, além dos eventos relativos à produção de petróleo, a iniciativa do álcool, etc., acima referidos, faz-se necessário registrar as seguintes evidências:

- obscuridade e dispersão no planejamento energético;

- substituição, onde possível, do petróleo por energia elétrica, o que levaria ao programa brasileiro de Eletrotermia mencionado a seguir;
- exposição da ponta do “iceberg” da visão focada na energia elétrica (tanto pelo seu uso em substituição ao petróleo como pela aceleração das obras das grandes hidrelétricas e a introdução da matriz termonuclear), a qual se superpõe e compatibiliza à cultura nacional de tradição hídrica aludida no Capítulo 1 deste trabalho;
- programas e investimentos concentrados em buscar e garantir mais energia (o que era imprescindível), entretanto, com absoluta vagueza acerca da sua racionalização – eficiência energética;
- ausência de instituições públicas ou privadas que lobrigassem a importância da implementação de políticas voltadas à eficiência energética;
- inexistência de visão no que se refere às implicações socioambientais da energia.

Inspirado na substituição do petróleo por energia elétrica, objetivando que esta fosse aplicada com finalidade térmica (sistemas térmicos), surgiu o Programa de Eletrotermia, o qual, dependia da existência de excedentes de eletricidade e de uma intensa política de subsídios aos preços desse tipo de energia. Diante da estagnação acima reportada, os excedentes passaram a existir e os subsídios tarifários foram implantados, fato este que, como referido no Capítulo 1, redundou, praticamente, na insolvência da ELETROBRAS no início da década de 1990.

Dias Leite (LEITE, 2007) também registra que, no bojo dessa política de subsídios, a partir de 1979, foram introduzidas várias tarifas profundamente favoráveis ao uso da eletricidade, dentre as quais havia a de Energia Garantida por Tempo Determinado (EGTD), com vigência até 1986, e a de Energia Elétrica Excedente para Substituição em Baixa Tensão (ESBT), que deveria vigorar até 1985. Esses períodos de vigência foram reduzidos porque, em 1982, o então Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) criou uma comissão especial para estudar com mais agudeza a substituição de energéticos importados por eletricidade. Como resultado dessa iniciativa, foram instituídas duas tarifas específicas: a de Energia Firme para Substituição (EFST) e a de Energia Temporária para Substituição (ETST), as quais começaram a ser comercializadas em 1985, beneficiando o programa de Eletrotermia.

Ainda que a condição da transitoriedade estivesse presente nesse Programa, muitos equipamentos e sistemas industriais consumidores de derivados do petróleo, como, por exemplo, caldeiras a óleo, foram trocados por outros com base em energia elétrica. Entretanto, ao se alterarem novamente os preços relativos, o programa trouxe a desativação de inúmeras instalações, e frustrações quanto à confiabilidade e à perenidade das medidas de planejamento energético, que eram sugeridas ou prescritas pelas políticas públicas.

No trabalho científico feito em conjunto com Marcos Antonio Danella e Silvio Scucuglia Silva, Gilberto Jannuzzi (JANNUZZI; DANELLA; SILVA, 2004) relata que, como resultado da expansão das grandes hidrelétricas na década de 1970, seguida da intensa recessão econômica da década de 1980, houve, então, no início desta, elevados excedentes de energia elétrica, de tal maneira que a tarifa de Energia Garantida por Tempo Determinado (EGTD), aludida acima, que dava suporte ao programa de Eletrotermia, recebia subsídio de 30% sobre o preço normal.

Em ELETROBRAS/PROCEL (BRASIL. MME, 2006) está explícito que, como esses excedentes de energia elétrica não eram perenes, o valor irreal, rebaixado, das tarifas não resistiu à retomada do crescimento econômico, mesmo que modesto, ocorrido a partir da primeira metade da década de 1990, prefigurando, desde então, a crise energética, com racionamento, que eclodiria em 2001.

Sobre a trilha desses acontecimentos, Helena Santos (SANTOS, 1993) descreve que, dentre várias críticas feitas pelos especialistas da época, alistavam-se: a falta de visão e de políticas mais amplas e de longo prazo para a energia, as dificuldades crescentes na substituição do petróleo pela eletricidade, os elevados custos para eletrificação das ferrovias e a inviabilidade da substituição dos derivados de petróleo por energia elétrica nos processos industriais que demandassem energia térmica; na aplicação industrial, essa substituição só seria economicamente viável naqueles processos que utilizavam energia mecânica (acionamento de sistemas mecânicos por motores elétricos).

A partir daqui, esse relato acerca da evolução da racionalização de energia no Brasil despegasse das componentes políticas, sociais e econômicas, tratadas de forma integrada com as da energia e seus desdobramentos acima referidas, passando a focalizar, especificamente, as últimas.



Sob essas circunstâncias traçadas, o Brasil avançou ao longo da década de 1970. Em 1979 foi deflagrada a revolução iraniana, com a deposição do xá Reza Pahlevi e assunção ao poder do Ayatolá Khomeini, implantando um poder de natureza xiita no Irã, o qual rejeitava os valores políticos, sociais e econômicos do Ocidente. O governo revolucionário do Ayatolá Khomeini rapidamente destacou-se por suas posições de confronto com os países ocidentais e pelo agravamento das tensões políticas tradicionais que permeavam (e permeiam) os países da sua região (Oriente Médio), resultando na guerra entre o Irã e o Iraque. Nesse ambiente de conseqüências graves e imprevisíveis, na primeira metade de 1979 prorrompeu o segundo choque do petróleo, reavivando as convulsões política e econômica nos mercados internacionais, os quais, com os ajustes feitos a partir de 1973, começavam a se recompor das perdas e gerenciar as conseqüências do primeiro choque.

De acordo com Dias Leite (LEITE, 2007), para que se consiga visualizar a dimensão do problema energético brasileiro, em 1982, na esteira do segundo choque, a conta petróleo, isoladamente, ocupava 47% de todas as receitas de exportação e equivalia a 49% do total das importações do país; isto é, aproximadamente 50% de todas as divisas de exportação do Brasil eram utilizadas para pagar a importação desse energético.

Nesse cenário de incertezas, o Brasil, que, em novembro de 1975 havia criado o PROÁLCOOL (Decreto N° 76.593) focado na mistura do álcool anidro à gasolina, por meio do Decreto N° 83.700, de 05/07/1979, cria a Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL) no âmbito do Ministério da Indústria e do Comércio (MIC) da época, e dá nova e mais elevada dimensão àquele programa, exigindo, a partir desse momento, que os motores automotivos passem por adaptações e inovações tecnológicas que lhes permitam a utilização do bioetanol (etanol de cana-de-açúcar) hidratado como combustível pleno – e não mais como simples mistura – para substituição da gasolina, contando, adicionalmente, com a estratégia de financiamento e implantação de grandes destilarias, que não mais seriam instalações industriais secundárias anexas às usinas unicamente produtoras de açúcar; esta ficou reconhecida como a segunda fase do PROÁLCOOL (1979) e a terceira do álcool. A primeira fase, posta em marcha em novembro de 1975, foi caracterizada pela intensificação do programa de mistura do álcool anidro à gasolina, que já era modestamente praticada desde 1934 (marco temporal mais antigo dos programas do álcool no Brasil), acrescida da utilização do álcool hidratado como substituto da gasolina, mas com objetivos todavia moderados, em

que as destilarias responsáveis pelo suprimento ainda se constituíam em meros apensos às respectivas usinas produtoras de açúcar (LEITE, 2007).

Desse modo, no final dos anos de 1970, após várias iniciativas como acima descritas, destinadas a equacionar os dois choques do petróleo, o Brasil começava a visualizar o alto nível de desperdício de energia existente, em relação ao qual havia significativas economias a serem alcançadas. Esse fato foi ressaltado quando uma medida governamental drástica da época obrigou as indústrias a uma redução de 10% no uso do óleo combustível em seus sistemas produtivos, sem prejuízo da quantidade nem da qualidade dos bens e serviços produzidos. Mesmo sendo uma medida de “acionamento” e não de “racionalização” de energia, como a meta foi atingida, despertou-se, finalmente, para a viabilidade de programas sistemáticos de redução do consumo de energia, isto é, de racionalização de energia do lado da demanda, que, na época, foram cunhados de “programas de conservação de energia”. Assim, na transição da década de 1970 para a de 1980, abria-se o caminho para o primeiro programa institucional de conservação de energia do país, criado por portaria do então MIC, que seria dedicado ao setor industrial, o “Conserve”.

Na seqüência deste relato, o presente trabalho acompanhará duas distorções marcantes nos programas de racionalização de energia, até hoje, desenvolvidos no Brasil: a primeira é a inadequação da terminologia, que seguirá a denominação de “conservação” (e não de “racionalização”) de energia; a segunda distorção é o foco específico em energia elétrica. Essas distorções serão adequadamente esclarecidas e resolvidas ao longo desta monografia.

## **2.2. Programa de Conservação de Energia no Setor Industrial – CONSERVE**

No início da década de 1980, por meio da sua Portaria N° 46, de 23/02/1981, o MIC lança o Programa de Conservação de Energia no Setor Industrial (CONSERVE). Com essa diretriz da época, o MIC planejava:

- coordenar as ações de transformação do parque industrial do país, no que se refere a diminuir a demanda de petróleo;
- contribuir para a redução do consumo de energia e a substituição de combustíveis importados;

- atuar sobre as metas acima, principalmente nas indústrias (setores) energointensivas de cimento, siderurgia, e do papel e celulose.

Dentro desse amplo escopo, o CONSERVE deveria atingir objetivos bem determinados, como promover a redução de qualquer tipo de energia no setor industrial; fomentar a substituição dos combustíveis importados na indústria por fontes alternativas nacionais; e estimular o desenvolvimento de novos processos e produtos industriais, que proporcionassem maior eficiência energética. O programa também contemplava a aprovação de recursos financeiros para projetos e estudos que visassem a reduzir o consumo de combustíveis e substituir os importados no âmbito industrial.

O CONSERVE era conduzido pela Câmara de Integração do Planejamento da Área Industrial (CIPAI), a qual contava com grupo técnico composto pela Secretaria Geral do MIC, Secretaria de Tecnologia Industrial (STI), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) da época e do então existente Conselho de Não-Ferrosos e de Siderurgia (CONSIDER). A CIPAI era responsável pela análise dos projetos apresentados pela indústria, que demandavam recursos financeiros, quanto à compatibilidade deles com as grandes metas e os objetivos específicos do CONSERVE; fixar os procedimentos de trabalho; promover estudos; organizar e gerenciar bancos de dados; e coordenar as atividades do programa como um todo. Por exemplo, no Art. 6º da Portaria constava que “todos os projetos industriais que demandarem apoio financeiro e/ou incentivos, que em seu processo produtivo utilizarem insumos energéticos importados, deverão ser previamente encaminhados à CIPAI, que se pronunciará quanto a sua eficiência energética”.

No seu Art. 7º, a Portaria estabelecia que, nas suas ações de apoio a novos empreendimentos industriais, os órgãos e entidades do MIC deveriam observar os princípios de racionalização do consumo de energia e redução do uso de energéticos importados.

Realmente, o CONSERVE foi o primeiro programa (e esforço) institucional do Brasil dedicado à eficiência energética de sistemas industriais, especialmente focalizado nos setores de cimento, siderurgia, e papel e celulose; a sua concepção deu-se em termos de “conservação” de energia e visão centrada na substituição de combustíveis importados. O tempo: início da década de 1980.

Segundo Gilberto Jannuzzi, Marcos Antonio Danella e Silvio Scucuglia Silva (JANNUZZI; DANELLA; SILVA, 2004), ao longo do seu curso, o CONSERVE foi desviado da sua diretriz principal de conservação de energia para a simples substituição de combustíveis importados por energia elétrica, resultando na perda do foco em eficiência energética. Segundo esses autores, entre 1981 e 1985, 79% das operações aprovadas pelo, agora, BNDES, especificamente para projetos enquadrados no CONSERVE, foram aplicadas na substituição energética, com intensificação do uso da eletricidade; enquanto que, o volume de operações destinadas à conservação de energia no período considerado alcançou apenas 21%. Ainda que ganhos tenham ocorrido, porém a crescente utilização da eletricidade para fins térmicos no setor industrial, promovida, parte pelo CONSERVE e parte pelo Programa de Eletrotermia, resultou, em conclusão, numa transferência de responsabilidade pela conservação de energia para o setor elétrico. Dessa forma, o crescimento da demanda de energia elétrica com finalidade térmica nos processos industriais, acrescida ao consumo global do país, passou a pressionar a oferta do setor de geração desse tipo de energia, o qual, a partir da segunda metade da década de 1980 mergulha em profunda crise financeira e compromete todas as metas de planejamento energético sob encargo da ELETROBRAS.

Agora, já se pode perceber não só a ponta, mas todo aquele “iceberg” da visão concentrada em energia elétrica, aludido acima, pois, a partir desse desfecho do CONSERVE, e o papel de destaque que a energia elétrica passa a desempenhar no país como um todo, naturalmente, conduziu à implementação de uma política nacional de conservação de energia elétrica, o que levaria, já em 1985, à criação do PROCEL. Finalmente, percebe-se, com clareza, o desenvolvimento dos fatos que levaram às duas distorções apresentadas na conclusão do item anterior deste Capítulo: a denominação de “conservação” (e não “racionalização”) de energia e o foco especificamente centrado em energia elétrica.

Diante do avanço em direção ao estrangulamento da capacidade de fornecimento de energia elétrica e as reiteradas evidências acerca do elevado potencial de eficiência energética, em 11/07/1985 foi emitida a Portaria Interministerial, do Ministério de Minas e Energia (MME) e do MIC, de Nº 973, que criava um Grupo de Trabalho, denominado “GT – Conservação”, especificamente dedicado a realizar estudos e propor medidas de conservação de energia. O resultado do trabalho desse Grupo foi a criação do PROCEL.

### **2.3. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL**

Nessa seqüência dos fatos, em 30/12/1985, com publicação no Diário Oficial da União (DOU) de 31/03/1986, foi emitida a Portaria Interministerial (MME e MIC) N° 1877, a qual criava o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). Como se pode verificar, no que respeita à racionalização de energia, a partir desse momento, o Brasil não apenas vê, mas está montado sobre o “iceberg” de foco específico na energia elétrica, e com a designação de “conservação” de energia. Quanto ao foco, este se justapõe, com perfeição, à tradição cultural brasileira, fundada na matriz hidrelétrica, geradora de eletricidade, mencionada ao longo deste Capítulo e no anterior.

A criação do PROCEL contemplou vários aspectos estratégicos do planejamento energético do país, como o potencial de conservação de energia mencionado acima, a necessidade de integrar e articular um amplo conjunto de recursos num esforço nacional visando à racionalização de energia elétrica, e a diminuição e o controle do estresse que o consumo crescente provocava no parque gerador. Para implementação e gestão desse Programa, foi criado o Grupo Coordenador de Conservação da Energia Elétrica (GCCE), o qual era formado por vários executivos de órgãos e departamentos dos MME e MIC, da então Secretaria de Planejamento da Presidência da República (SEPLAN), representantes da Confederação Nacional da Indústria (CNI), membros da Confederação Nacional do Comércio (CNC), etc. Pela mesma Portaria, foi instituída a Secretaria Executiva (SE/GCCE) como organismo executivo para realização de todas as atividades de apoio ao GCCE.

Conforme estabelecido na Cláusula VII dessa Portaria, o cargo de Presidente do GCCE era exercido pelo Secretário-Adjunto de Energia do MME, enquanto que, para o de Secretário-Executivo (atinentes à SE/GCCE) foi designado o Diretor de Coordenação da ELETROBRÁS; este também era o Presidente Substituto do primeiro. A ELETROBRÁS recebeu a incumbência de “assegurar o necessário suporte técnico e administrativo à SE/GCCE”. Dessa forma, desde a criação do Programa, até hoje, vemos o profundo entrelaçamento, a relevância e a responsabilidade da ELETROBRÁS para com o PROCEL.

Ao GCCE foram concedidas competências para estabelecer as metas de médio e longo prazos do Programa; apreciar, orientar, acompanhar e articular ações entre os diversos órgãos públicos, e entre estes e a iniciativa privada quanto às metas a serem atingidas; aprovar o

próprio regime de funcionamento e o da SE/GCCE; definir critérios e prioridades para implementação das ações cabíveis, incluídas aquelas concernentes a financiamento e concessão de incentivos; atribuir ou delegar a coordenação setorial ou regional de subprogramas ou projetos; propor ajustes ou adequações necessárias ao longo do tempo; prover aprovações simultâneas ao MME e ao MIC, as que fossem necessárias; e acompanhar, avaliar e gerir o Programa como um todo. À Secretaria-Executiva cabia dar respaldo técnico e administrativo, executar as decisões do GCCE e desenvolver um sistema de informações e documentação.

No objetivo do Programa, apresentado no item 04 do ANEXO I da Portaria Nº 1877, está definido: “racionalizar o uso da energia elétrica e, como decorrência da maior eficiência, propiciar o mesmo produto ou serviço com menor consumo, eliminando desperdícios e assegurando redução global de custos e de investimentos em novas instalações no sistema elétrico”. Ao mesmo tempo, as prioridades foram determinadas em função das atividades ou projetos que atendam às áreas críticas quanto ao fornecimento de energia elétrica e para aqueles que tenham melhor relação custo/benefício.

Desde seu lançamento, o PROCEL estabeleceu diretrizes essenciais e modernas, tanto estratégicas quanto operacionais, as quais, certamente, têm influência na sua longevidade e abrangência. São diretrizes atinentes à educação e difusão, aos aspectos legais e normativos, às tarifas, à pesquisa e desenvolvimento tecnológico, aos recursos e incentivos, à normalização e certificação, aos mercados, à avaliação de projetos, etc.

Na diretriz de promoção, educação e difusão, por exemplo, o Programa prevê ações de assistência, educação e difusão de conhecimento sobre conservação de energia, treinamento e formação de profissionais de diferentes níveis; assistência tecnológica, com a articulação, integração e fortalecimento das instituições de desenvolvimento tecnológico, objetivando a efetiva capacitação nacional na área de conservação de energia elétrica; promoção de assistência tecnológica ao setor empresarial; estímulo à realização de diagnósticos energéticos; funcionamento de Comissões Internas de Conservação de Energia (CICEs) ou estruturas similares nas empresas; etc.

A diretriz de aspectos legais e normativos, por sua vez, já previa linhas de ação em distribuição de energia elétrica, desenvolvimento urbano, edificações, iluminação pública, racionalização horária, etc.

Tomando a diretriz de mercado como outro exemplo, percebemos que o Programa contemplou o setor industrial, abarcando o apoio à otimização de processos industriais e ao desenvolvimento de equipamentos menos consumidores de energia, em especial para fins térmicos; gerenciamento de carga; sistemas motrizes, com incentivos ao aperfeiçoamento tecnológico de sistemas mecânicos acionados por motores elétricos; adequação de sistemas de controle de velocidade; substituição de materiais convencionais para a fabricação dos motores; etc. Essa diretriz de mercado também englobou linhas de ação para os setores de Poderes Públicos, iluminação pública, comércio e serviços, sistemas de refrigeração, normalização e certificação, etc.

A diretriz de avaliação de projeto, aqui também tomada como exemplo, focalizou a análise de subprogramas e projetos a serem desenvolvidos no âmbito do Programa e as metodologias utilizadas, as quais deveriam permitir a efetiva avaliação dos benefícios almejados sob a ótica econômica e social.

No que se refere ao suporte de recursos para sustentação do Programa, como já exposto acima, toda a estrutura técnica e administrativa, e a responsabilidade pela Secretaria Executiva do GCCE, passaram a ser supridas pela ELETROBRAS. Quanto aos subprogramas e projetos atinentes, de acordo com a Cláusula XI da Portaria N° 1877, estes eram atendidos por: dotações do Programa de Mobilização Energética; destaque orçamentário específico do MME e do MIC; financiamentos de instituições financeiras oficiais do país e de Estados da Federação, em linhas de crédito específicas que venham a ser estabelecidas; dotações ou financiamentos de organismos governamentais, concessionárias de energia elétrica ou instituições nacionais e internacionais, negociados no âmbito do Programa; e por incentivos fiscais, financeiros ou outros, que venham a ser especialmente instituídos.

Com essa concepção e estrutura, o PROCEL foi lançado no país. Era o ano de 1986. E, exatamente, a partir dessa altura da década de 1980, deu-se início a fase mais acentuada de redução dos preços internacionais do petróleo, cujo contrachoque se processava desde 1982. Nessas condições, muitas inquietações com a problemática da energia foram arrefecidas,

apesar de que permanecia em destaque o enorme potencial de conservação de energia do Brasil. Mesmo assim, nessa mais lenta marcha de preocupações com a energia, o PROCEL constituiu-se na primeira iniciativa sistemática, institucional, de promoção do uso eficiente de energia elétrica no país. Deve-se observar a focalização específica na “energia elétrica”.

Nesse novo cenário de distresse energético, o Programa prossegue desenvolvendo algumas das suas metodologias essenciais, básicas, como as da Auditoria Energética e do Diagnóstico Energético; as primeiras parcerias com as concessionárias, cujo objetivo era realizar projetos de conservação de energia elétrica nas empresas consumidoras; etc.

No período 1990-1991, por motivo da reforma administrativa instaurada no início do governo Collor e da decorrente descontinuidade dos investimentos, o PROCEL perde prioridade e entra em grave crise de estagnação. Entretanto, a sua história registra que foi, precisamente, nessa fase, em 1991, que ele foi revitalizado e iniciou sua fase definitiva de progresso, a qual se estende até hoje: a emissão do decreto presidencial de 18/07/1991, que o removeu do âmbito dos MME e MIC, transformando-o em programa federal, alargando os seus objetivos e abrangência. Ao distender o campo de ação do Programa, o decreto conferiu nova e mais ampla composição ao seu Grupo Coordenador, de tal modo que, além dos membros constituintes do GCCE original acima mencionado, foram acrescentados outros oriundos do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) e dos Ministérios de Meio Ambiente e da Amazônia Legal, e da Ciência e Tecnologia.

Esse decreto também estabeleceu as relações institucionais do PROCEL com o então novo Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia, que havia sido instituído pelo Decreto Nº 99.250, de 11/05/1990, o qual, por sua vez, foi revogado e substituído pelo Decreto de 21/09/1993. Por exemplo, nas determinações do Decreto de 18/07/1991, o GCCE pertinente à versão original do PROCEL, acima detalhado, passa a ter a obrigação de, periodicamente, informar os resultados dos seus projetos e atividades ao Grupo Executivo do Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia (GERE), o qual, conforme seu decreto ordenador (Decreto de 21/09/1993), é o responsável pela supervisão desse Programa. Também se deve aclarar que esse Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia funciona sob coordenação do MME.



Em outro exemplo concernente àquele decreto de revitalização do PROCEL, a ELETROBRAS, como responsável pela Secretaria Executiva do GCCE, também recebe atividades adicionais às anteriores, passando a abarcar a operacionalização das estratégias, diretrizes e medidas preconizadas pelo GCCE. Nessas novas condições, constata-se o adensamento do papel de elevada grandeza desempenhado pela ELETROBRAS para com o PROCEL, que se verifica até hoje.

Nesse mosaico de acontecimentos, é emitido o decreto presidencial de 08/12/1993, que dispõe sobre a instituição do Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia. No seu Art. 1º, esse decreto, ao instituir o Prêmio, também o declara ser “destinado ao reconhecimento das contribuições em prol da conservação e uso racional de energia no país, e que consistirá em reconhecimento registrado em diploma ou similar”.

No seu Art. 2º, o decreto define que o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia será conferido anualmente nas seguintes categorias: órgãos e empresas da administração pública, empresas do setor energético, indústrias, empresas comerciais e de serviços, micro e pequenas empresas, edificações, transporte e reportagens. Como se verifica, o Prêmio inclui organizações e setores, os quais, para operarem normalmente, além de utilizarem a energia elétrica, também empregam outros energéticos, como os derivados de petróleo e do gás natural; por esse motivo, a abrangência do decreto se estende ao PROCEL e ao CONPET. Como efeito dessa distensão da abrangência, em seu Art. 3º, o decreto confere ao PROCEL e ao CONPET a responsabilidade pela “proposta de regulamentação do Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia, definindo os atributos de referência da excelência da conservação e uso racional de energia, critérios para pontuação, bem como o processo de avaliação e determinação das premiações, ouvindo especialistas da indústria, de consultoria, de associações classistas e do meio acadêmico”.

Portanto, sob tais condicionantes, o PROCEL tem a responsabilidade dessa proposta no que se refere à conservação e racionalização de energia elétrica; enquanto que, como detalhado no item 2.4, ao CONPET cabe providência equivalente no que respeita aos derivados do petróleo e do gás natural. O Art. 3º do Decreto de 08/12/1993 também estabelece que o PROCEL e o CONPET deverão submeter ao GERE a citada proposta.

Nessa concepção, o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia é uma forma de reconhecimento público quanto ao empenho e aos resultados obtidos pelos diversos tipos de organizações e empresas, isto é, pelos agentes, que atuam no combate ao desperdício de energia no país. Desde que, como exposto acima, o Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia funciona sob coordenação do MME, a concessão do Prêmio é da competência desse Ministério.

Como consequência da criação desse Prêmio, foi instituído o Selo PROCEL de Economia de Energia, o conhecido SELO PROCEL. É um produto desenvolvido pelo próprio PROCEL, que tem a finalidade de orientar o consumidor na sua decisão de compra, indicando os bens que apresentam os melhores índices de eficiência energética dentro de cada categoria de produto, proporcionando, assim, economia e redução dos custos de energia elétrica. Nascido no bojo das medidas instituídas pelo Decreto de 08/12/1993, inicialmente o SELO PROCEL atingia diretamente apenas três categorias de produtos da linha de refrigeradores: o de uma porta, o de duas portas ou combinado e o freezer vertical. Atualmente, são alcançadas 20 categorias de produtos, como por exemplo, produtos de iluminação, ar-condicionado, máquinas de lavar roupas, motores elétricos, sistemas de aquecimento solar, etc. Deve-se registrar que os primeiros produtos com este Selo começaram a ser lançados no mercado em 1995.

O SELO PROCEL é concedido pelo PROCEL, sendo que, no seu processo de concessão, o Programa tem a parceria do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), pois há necessidade de submissão dos produtos que concorrem ao Selo a testes e ensaios de desempenho em laboratórios qualificados e certificados por esse organismo de metrologia e qualidade. Os ensaios a que são submetidos os produtos e equipamentos, a serem contemplados com o SELO PROCEL, são fundados em parâmetros de medição e testes, que fazem parte do “Regulamento Selo Procel de Economia” do Programa. A logomarca deste Selo está exposta na Figura 2.1, página 67.

A participação de órgãos e empresas, tanto no Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia quanto no SELO PROCEL, é voluntária. O objetivo desses diplomas é o de alterar a visão e as bases do planejamento estratégico dos provedores de bens e serviços do país, e os hábitos do consumidor, no sentido de desenvolver uma cultura nacional de economia de energia, reconhecê-la e prestigiá-la, o que implicará, finalmente, em reduzir

custos e postergar investimentos em novos sistemas energéticos, para a sociedade. Conjugados a esse objetivo, sobressaem-se significativos benefícios adicionais ao país, como por exemplo, a inovação, o desenvolvimento tecnológico, a diminuição da incerteza energética, a eficiência econômica e a redução de impactos ambientais.

Como se percebe na sua multidisciplinaridade e alcance, as ações de conservação de energia elétrica não seriam viáveis sem o estabelecimento de parcerias no âmbito dos organismos e empresas envolvidas nos respectivos subprogramas e projetos, além de instituições nacionais e multilaterais de financiamento e investimento. Por conseguinte, a partir do decreto de revitalização de 1991, o PROCEL passou a agir com firmeza nessas parcerias, como por exemplo, com o Ministério da Educação para o PROCEL/Educação; Global Environment Facility (GEF), fundo do Banco Mundial; CNI; etc., o que, segundo os autores já citados (JANNUZZI; DANELLA; SILVA, 2004), também promoveu a formação de grupos de apoio para realizar diversos subprogramas governamentais e privados, tendo sido feitos contatos com cerca de 60 instituições nacionais e internacionais. De acordo com esses autores, o esforço feito ao longo da década de 1990 nessas alianças permitiu que o PROCEL estabelecesse diretrizes e planos para um horizonte projetado de 10 anos.

Naquela década, também houve o aperfeiçoamento e a consolidação de linhas de ação concretas, como por exemplo, as metodologias para diagnóstico energético, auto-avaliação e otimização energética de plantas industriais e comerciais; pesquisa e desenvolvimento de equipamentos energeticamente menos intensivos; iluminação pública mais eficiente; subprogramas de informação, educação e promoção, possibilitando o acesso às informações pela sociedade; contribuição na formulação de projetos de lei, que regulamentam a conservação de energia; etc. Foram passos fundamentais e decisivos dados pelo PROCEL. Aqueles autores igualmente relatam que, no período 1999-2002, o PROCEL ainda atuou como organismo de suporte técnico da ANEEL, para análise, aprovação e verificação de cumprimento quanto à aplicação do valor de 1% da receita operacional líquida anual das concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica em programas de combate ao desperdício desse tipo de energia.

De acordo publicado no sítio da ELETROBRAS na internet (ELETROBRAS/PROGRAMAS, 2008), hoje, o PROCEL realiza subprogramas, tais como: PROCEL Edifica (eficiência energética em edificações), PROCEL Educação (informação e cidadania), PROCEL EPP

(eficiência energética nos prédios públicos), PROCEL Indústria (eficiência energética industrial), PROCEL Selo (eficiência energética em equipamentos), PROCEL Sanear (eficiência energética no saneamento ambiental), etc. Como se pode perceber, realmente, para se levar adiante subprogramas como os aqui relacionados, faz-se necessário um hábil processo de formação de parcerias e de grupos de apoio entre as diversas instituições envolvidas. Por exemplo, para o PROCEL Sanear há vários protocolos de colaboração e parceria com o Ministério das Cidades, Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) do Ministério da Saúde, Companhias Estaduais de Saneamento, CEPEL (o qual participa de vários subprogramas), etc.

No que se refere ao setor industrial, objeto central do interesse desta monografia, o PROCEL Indústria tem relevante significado para o país, pois, como exposto no Capítulo 1, em relação especificamente à energia elétrica, a indústria consome 47%, a maior parcela, da totalidade da matriz de consumo nacional (BEN-2007). Atualmente, o PROCEL Indústria focaliza suas atividades de conservação de energia nos sistemas motrizes, compreendendo, preponderantemente, acionamento eletro-eletrônico, motor elétrico, acoplamento motor-carga e cargas mecânicas acionadas (bombas, compressores, ventiladores, exaustores e correias transportadoras). Considerando-se o elevado consumo industrial de energia elétrica acima mencionado, e que, como exposto no sítio eletrônico (PROCEL/INDÚSTRIAS, 2008), os sistemas motrizes, aqui indicados, são responsáveis por 50% desse consumo, deduz-se, então, com clareza, a relevância desse subprograma para o país.

No que concerne às parcerias, o PROCEL Indústria desenvolve convênios com a CNI e diretamente com as Federações das Indústrias. No caso das pequenas empresas, o Programa também atua em parceria com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Essas parcerias destinam-se à realização de cursos de formação de multiplicadores (técnicos e engenheiros) em conservação de energia elétrica em sistemas motrizes industriais, capacitação para realização de diagnósticos energéticos, etc.

Na sua publicação na internet (PROCEL/PROGRAMA, 2008), está exposto que, no período 1986-2005, o PROCEL realizou investimentos da ordem de R\$970 milhões; produziu uma economia de energia elétrica, média, de cerca de 24 GWh/ano, o que, adotando o fator de capacidade médio típico de 56% para usinas hidrelétricas e perda de 15% nos sistemas de transmissão e distribuição, equivale à geração de uma usina de cerca de 6,0 MW; e, como resultante, evitou ou postergou cerca de R\$17 bilhões de investimentos em geração de energia

elétrica nova. Quanto aos recursos econômico-financeiros, hoje, o Programa é suportado pela ELETROBRAS, que o executa em todo o Brasil; pela Reserva Global de Reversão (RGR); e por entidades internacionais, multilaterais, de financiamento e investimento, como o GEF acima aludido.

Assim, no processo de evolução dos programas de racionalização de energia do país, o PROCEL se destaca como uma das iniciativas que se enraizou, prosperou e permanece promissora em termos de energia elétrica, permitindo o crescimento da demanda desse tipo de energia sem que a oferta seja ampliada na mesma proporção.

#### **2.4. Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET**

Década de 1990. Ano de 1991. Por meio do Decreto de 18/07/1991, o governo federal instituiu o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET). Analogamente ao que ocorreu no de revitalização do PROCEL referido no item 2.3, esse decreto de instituição do CONPET também estabeleceu a interligação deste com o Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia já mencionado, instituído pelo Decreto Nº 99.250, de 11/05/1990, o qual, como relatado acima, foi atualizado e substituído pelo Decreto de 21/09/1993. Consoante as designações aqui expressas, constatase nesses novos programas, que a terminologia se ajusta e progride de “conservação” para “racionalização” de energia.

O principal objetivo do CONPET é desenvolver e integrar as ações de incentivo ao uso eficiente do petróleo e do gás natural (combustíveis não-renováveis) no transporte, nas residências, no comércio, na indústria e na agropecuária, de forma congruente com o Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia. Pela natureza fóssil dessas fontes primárias de energia contidas no CONPET, o alcance desse objetivo produz desdobramentos significativamente positivos quanto às conseqüências socioambientais do seu uso.

No seu Art. 4º, o Decreto de 18/07/1991 cria o Grupo Coordenador do CONPET (GCC). Após a fragmentação de vários Ministérios, produzida ao longo da sucessão de diversos governos da União, com a criação de novos e mudanças nas denominações daqueles, o GCC

passou a ser composto pelos: Diretor do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético do MME, que exerce a função de Coordenador; Diretor Industrial da PETROBRAS, na condição de Secretário-Executivo; e do Coordenador-Geral de Sistemas Energéticos do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético do MME. Além desses participantes, que são qualificados como membros natos, também fazem parte do GCC representantes do Departamento Nacional de Combustíveis do MME; do Centro de Pesquisas da PETROBRAS; dos Ministérios dos Transportes, e de Ciência e Tecnologia (MCT); do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC); do Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal; da Confederação Nacional dos Transportes (CNT) e da CNI.

Essa composição do GCC contempla a modificação prescrita no Decreto de 22/09/1992 e agrega as alterações feitas pelo Decreto de 20/09/1994. Este também determina que o Coordenador do GCC “poderá convidar técnicos de outros órgãos ou entidades, cuja participação considere relevante para examinar ou embasar decisões sobre determinados assuntos em pauta”.

No seu Art. 5º, o decreto instituidor do CONPET (Decreto de 18/07/1991) determina como atribuições do GCC estabelecer as metas de médio e longo prazo do Programa; compatibilizar as participações programáticas dos órgãos e entidades direta ou indiretamente vinculados aos objetivos do CONPET, visando a sua consecução; definir critérios e prioridades a serem observados no seu desenvolvimento; acompanhar e avaliar o desempenho, adotando ou propondo as medidas que forem aplicáveis; delegar, quando for conveniente, a coordenação setorial ou regional de subprogramas e projetos, objetivando racionalização e descentralização operacional; elaborar o próprio regimento interno e o da Secretaria-Executiva; e encaminhar periodicamente ao GERE os resultados dos projetos e atividades desenvolvidos. Conforme descrito em 2.3, essa última atribuição do CONPET em relação ao GERE é equivalente à requerida do PROCEL no que se refere, especificamente, à conservação de energia elétrica.

O Art. 6º daquele mesmo decreto estabelece que a PETROBRAS, por intermédio de organismo apropriado da sua estrutura administrativa suprirá as funções da Secretaria-Executiva do Programa (CONPET-SEC), prestando todo o suporte técnico e administrativo, que for necessário ao funcionamento do GCC, isto é, do próprio CONPET. Esse artigo também define como atribuições da Secretaria-Executiva (a ser exercida pela PETROBRAS) operacionalizar as estratégias, diretrizes e medidas preconizadas pelo GCC; analisar os

subprogramas e projetos apresentados e propor ao GCC o respectivo enquadramento nas linhas de apoio e financiamento do Programa; manifestar-se sobre proposições de órgãos e entidades públicas e privadas relacionadas ao Programa; acompanhar e avaliar as atividades desenvolvidas por órgãos e entidades públicas e privadas relacionadas com o CONPET; promover e coordenar a realização de estudos e pesquisas relacionadas com o Programa, no âmbito das suas atividades; regulamentar e disciplinar as atividades sob sua responsabilidade, podendo, sob delegação do GCC, coordenar o desenvolvimento do Programa em áreas ou órgãos específicos; executar as decisões do GCC; e desenvolver e gerenciar um sistema de informações e documentação.

Neste ponto do relato, deve-se observar que papel análogo conferido à ELETROBRAS para com o PROCEL, aqui, é outorgado à PETROBRAS para com o CONPET.

Atualmente, o Programa funciona com a estrutura acima definida e a sua gerência está ligada à Diretoria de Gás e Energia da PETROBRAS, sendo que esta empresa fornece não apenas o suporte técnico e administrativo, mas, igualmente, o econômico-financeiro. Diferentemente do PROCEL, o CONPET não utiliza recursos da RGR ou outros de origem pública, tampouco de organismos internacionais ou multilaterais de financiamento e investimento.

Mediante a descrição feita em 2.3, com a emissão do decreto presidencial de 08/12/1993, instituindo o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia, o CONPET, de forma análoga ao PROCEL para a energia elétrica, recebe a incumbência de propor uma regulamentação para esse Prêmio, destinada ao reconhecimento e premiação de órgãos, empresas e setores, no que respeita aos derivados do petróleo e do gás natural. Essa regulamentação inclui definir os atributos de referência da excelência da conservação e uso racional de energia, critérios para pontuação, bem como o processo de avaliação e determinação das premiações, ouvindo especialistas da indústria, de consultoria, de associações classistas e do meio acadêmico. Em conformidade com o Art. 3º do Decreto de 08/12/1993, essa proposta de regulamentação deverá ser submetida ao GERE.

Como consequência direta da instituição desse Prêmio, foi criado o Selo CONPET de Eficiência Energética ou, simplesmente, SELO CONPET. Esse Selo se destina aos equipamentos consumidores de derivados de petróleo e do gás natural, os quais, de acordo com os critérios técnicos estabelecidos pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) para a

premiação, atinjam o conceito “A” nos ensaios de laboratório realizados pelo PBE. O SELO CONPET entrou em vigor em agosto de 2005, iniciando-se pelos fogões de mesa, fogões com forno e fornos, estendendo-se, hoje, aos aquecedores de água a gás. A logomarca deste Selo está exposta na Figura 2.1, página 67.

Por esse processo, torna-se claro que, para viabilizar o pleno funcionamento do seu Selo, o CONPET tem parceria com o INMETRO, o qual é responsável pela execução do PBE. O principal produto do PBE é a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE); e esta estabelece 07 conceitos de eficiência energética, que se escalam, em ordem decrescente, de “A” a “G” para os equipamentos testados. O SELO CONPET, como informado acima, é concedido apenas para o conceito “A”; isto é, o que indica equipamentos mais eficientes em termos de consumo de energia. O modelo da ENCE está exposto na Figura 2.1, página 67.

Para a concessão do seu Selo, além da parceria com o INMETRO, o CONPET estabeleceu outras para a definição dos critérios técnicos da premiação. Nesse sentido, foi criada a Comissão de Análise Técnica, para a qual, no setor público, o Programa também se aliou ao PROCEL; no setor privado, fez parcerias e criou grupos de trabalho, envolvendo a participação de representantes da Associação Nacional dos Fabricantes de Produtos Eletro-Eletrônicos (ELETROS), incluindo fabricantes nacionais e importadores; com a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE); com a Associação Brasileira de Aquecimento a Gás (ABAGÁS); com o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC), envolvendo os consumidores; e com a Associação Brasileira de Defesa do Consumidor (PRO TESTE).

Com base nos critérios técnicos para a premiação, estabelecidos por essa Comissão, os produtos a serem contemplados com o SELO CONPET são submetidos aos respectivos ensaios e testes em laboratórios acreditados pelo INMETRO, sendo este órgão responsável pela divulgação dos resultados de consumo de combustível e de rendimento (eficiência energética) para os equipamentos candidatos ao Selo. Similar ao que ocorre com o SELO PROCEL, a participação ou candidatura ao SELO CONPET de órgãos e empresas, com seus produtos e serviços ofertados ao mercado, é voluntária.

Dessa forma, o SELO CONPET é um componente fundamental de incentivo aos fabricantes nacionais e aos importadores de equipamentos domésticos a gás, na busca da inovação e do



desenvolvimento tecnológico, objetivando disponibilizar bens e serviços energeticamente mais eficientes. No que concerne aos consumidores, a existência desse Selo, que é apostado visivelmente sobre esses equipamentos, fomenta uma cultura de permanente preocupação com o uso eficiente de energia de fontes fósseis (derivados do petróleo e do gás natural) e de prevenção quanto às emissões de poluentes provenientes da sua queima. Esse encadeamento de diretrizes, ações e desdobramentos se constituem em benefícios de grande alcance para o país.

O CONPET realiza diversos projetos diretamente relacionados com a racionalização do uso dos derivados do petróleo e do gás natural, como por exemplo, o “Economizar” e o “Transportar”.

O projeto Economizar foi instituído em 1996, disponibilizando, gratuitamente, apoio técnico ao setor de transporte rodoviário de carga e de passageiros, com o objetivo de racionalizar o consumo de óleo diesel de caminhões e ônibus, promovendo, como resultante, a minimização dos custos, das emissões de fumaça preta e GEE, e a melhoria da qualidade do ar. Esse programa foi originado de parcerias articuladas pelo CONPET com os MME, Ministério dos Transportes e a CNT, tendo atingido metas previamente bem determinadas, como as de reduzir o consumo específico de óleo diesel de cerca de 13% no prazo de dois a cinco anos, implicando numa economia aproximada de 50.000 barris/dia; produzir reflexos positivos na imagem pública desse setor pela redução das emissões de poluentes (esta meta sempre permanecerá em tela); promover condições seguras e econômicas para o armazenamento de óleo diesel; e conscientizar o setor quanto à racionalização de energia, minimizando a intensidade e os custos da fiscalização.

No projeto Transportar, o CONPET se propõe a fornecer, igualmente sem custos, apoio técnico especializado visando a aspectos ambientais, economia de consumo e segurança no transporte de combustíveis, a frotas de caminhões-tanque que se abastecem nas instalações da PETROBRAS. Esse projeto tem características densamente educacionais, exigindo orientação estruturada, seqüencial, com realização de palestras e eventos de conscientização, emissão de procedimentos e especificações de controle da qualidade, e a utilização de opacímetros aferidos, calibrados e certificados pelo INMETRO. O projeto, que se encontra em andamento, tem metas de reduzir a emissão de fumaça preta e o consumo de óleo diesel, melhorar a

segurança do transporte de combustíveis e a qualidade do ar, e difundir uma cultura de responsabilidade social.

No que se refere à indústria, o CONPET tem convênios, por exemplo, com a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO) e o Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP) para fomentar o uso racional dos derivados do petróleo e do gás natural nas indústrias. Esses convênios com a indústria expressam objetivamente a realização conjunta de eventos, com apresentação de palestras e workshops gratuitos para industriais, gerentes e técnicos dos setores envolvidos, objetivando a conscientização e treinamento quanto à racionalização dos energéticos fósseis em causa e à prática de outras dimensões competitivas e econômico-financeiras mais amplas, como por exemplo, a utilização da linha de financiamento de apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO), disponível no BNDES.

Dentre os diversos projetos do CONPET, um dos mais notáveis para o desenvolvimento de uma cultura de racionalização de energia é o “CONPET na Escola”. Esse projeto é voltado aos alunos da sexta à nona série do ensino fundamental das redes pública e privada, prioritariamente iniciado pelas grandes cidades do país, onde é mais grave o nível de consumo dos combustíveis fósseis sob interesse e das externalidades negativas resultantes da sua queima, além do grande potencial de economia existente. O projeto se viabiliza operacionalmente por meio de oficinas de trabalho especialmente planejadas e realizadas, nas quais participam professores e coordenadores pedagógicos indicados pelas Coordenadorias de Ensino, que se reportam às Secretarias de Educação dos Estados da Federação; isto é, aquelas que, por sua vez, previamente, firmaram protocolos de parceria com o CONPET. As oficinas de trabalho são consistidas por atividades, que incluem palestras, apresentação de vídeos e dinâmicas de grupo.

Esses professores e coordenadores pedagógicos indicados, ao participarem dessas oficinas de trabalho, passarão a atuar como multiplicadores, nas respectivas redes de escolas, do processo de conscientização e treinamento quanto à racionalização dos derivados do petróleo e do gás natural, realizado pelo CONPET. Nessas circunstâncias, multiplicam-se os esforços e estimula-se a formação de uma cultura nacional atenta ao uso racional desses energéticos e dos recursos naturais, e à conservação do meio ambiente.

Assim, para realização desses projetos e alcance dos seus objetivos, o CONPET também estabelece um amplo leque de parcerias, que inclui Federações e Centros de Indústrias, instituições de ensino, órgãos, empresas e setores de atividades diversos, públicos e privados, como os mencionados ao longo deste texto.

## **2.5. Leis específicas de Eficiência Energética**

Esta parte do presente Capítulo discorre acerca das leis específicas, as quais, nas suas disposições e institutos, estabelecem objetivos explícitos em termos de “eficiência energética”. Trata-se das leis n.ºs. 9.991, de 24/07/2000, e 10.295, de 17/10/2001.

Na esteira dos fatos que se desenvolvem ao longo da década de 1990, prorrompem as políticas de desestatização, com profundas alterações na estrutura e na dinâmica dos setores elétrico e de petróleo e gás do país. Um dos marcos fundamentais dessas transformações foi a criação da ANEEL, por meio da Lei N.º 9.427, de 26/12/1996, cuja constituição foi regulamentada pelo Decreto N.º 2.335, de 06/10/1997. No Art. 4.º desse decreto, na parte que define as competências dessa agência, Inciso IX, está expresso que compete a ela “incentivar o combate ao desperdício de energia no que diz respeito a todas as formas de produção, transmissão, distribuição, comercialização e uso da energia elétrica”. Enquanto que, o Inciso XXIII desse mesmo artigo responsabiliza a ANEEL por “estimular e participar das atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico necessárias ao setor de energia elétrica”. A partir desse espectro legislativo, dentre um vasto campo de responsabilidades, a ANEEL dispõe dos instrumentos legais adequados para atuar nas áreas de pesquisa e desenvolvimento, e de eficiência energética, no setor de energia elétrica.

Naquele momento inicial do processo de privatização, a ANEEL inferia que, em congruência com o distinguido espírito de competição da iniciativa privada, as concessionárias que se tornaram permissionárias de serviços públicos de energia elétrica, por meio de licitações públicas, seriam capazes de introduzir programas competentes de eficiência energética, além de outros destinados à pesquisa e desenvolvimento, para o setor elétrico como um todo; à agência caberia a regulação respeitante. Na seqüência da prática do processo de privatização, verificou-se que, rapidamente e de forma generalizada, as empresas concentraram investimentos na melhoria do sistema produtivo do setor e na redução das perdas técnicas, dos

custos e das perdas comerciais, com aumento significativo da produtividade, sem, entretanto, repassar, em medida equivalente, esses benefícios aos seus consumidores (lado da demanda).

Verificava-se, então, que a iniciativa privada estava funcionando satisfatoriamente quanto à otimização do setor e à melhoria das suas margens de lucro, onde se concentra o motor do desenvolvimento produzido por essa natureza de iniciativa em qualquer sociedade, sendo que, para esse objetivo não havia (nem há) necessidade de qualquer tipo de regulação; são aspectos naturalmente positivos e decorrentes da iniciativa empreendedora do capital privado em todo o mundo.

Em acréscimo a essas evidências objetivas, também era palpável o interesse das concessionárias privadas na venda de maior quantidade de energia, além da constatação de que grande parte do potencial de eficiência energética, como por exemplo, em grandes empresas intensivamente consumidoras de energia, não poderia ser financiado por essas concessionárias de serviços de energia elétrica. A regulação, portanto, deveria dedicar-se, com maior competência e amplitude, ao lado da demanda, viabilizando a transferência de benefícios, igualmente significativos, para o consumidor final. Como reconhecimento desse conjunto de evidências, surge, então, a Lei N° 9.991, a qual elimina os requisitos para investimentos em projetos de eficiência energética do lado da oferta, alocando-os unicamente para o uso final (lado da demanda), e à pesquisa e desenvolvimento.

Assim, nasce a Lei N° 9.991, de 24/07/2000, que dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, e em eficiência energética, por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. Já no seu Art. 1º, essa lei estabelece que 1% da Receita Operacional Líquida (ROL) dessas empresas será destinado à pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e a programas de eficiência energética, partilhados em 75 % e 25% desse valor, respectivamente. A lei também prevê que até 31/12/2005, essa partilha é igual, com 50% daquele valor (1% da ROL) para cada aplicação (pesquisa e desenvolvimento, e programas de eficiência energética). De acordo com essa lei, ficam isentas dessa obrigação as empresas que produzem energia exclusivamente a partir de fontes eólica, solar, da biomassa e de PCH, ressalvados, apenas, eventuais compromissos de natureza contratual, assumidos antes da promulgação da lei, cuja isenção viesse a caracterizar quebra dos respectivos contratos. Posteriormente, a Lei N° 10.438, de 26/04/2002, que dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial,

recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), a conta de Desenvolvimento Energético (CDE), etc., no seu Art. 24, estendeu aquela isenção às empresas geradoras de energia por meio de cogeração qualificada.

A Lei Nº 9.991 também determina que a aplicação dos recursos em Programa(s) de Eficiência Energética (PEE) obedecerá à regulação específica da ANEEL, a qual passou a exercer esse papel. Com essa delegação, a ANEEL criou Resoluções Normativas diversas, estabelecendo critérios para a aplicação desses recursos, formulação de metodologias para elaboração e aprovação dos respectivos programas, fiscalização, definição de tipologias de projetos (envolvendo agentes públicos, como projetos de iluminação pública mais eficiente com prefeituras; projetos sob regime de desempenho com empresas privadas; redução de consumo de energia em comunidades de baixo poder aquisitivo; projetos educacionais; etc.), cálculo para determinação da Relação Custo Benefício (RCB) dos projetos, punições para empresas que não cumpram a metodologia ou não apliquem os valores estabelecidos na lei, etc.

A Resolução Normativa Nº 300, de 12/02/2008, (BRASIL. ANEEL, 2008) é a que estabelece os critérios atuais para aplicação de recursos em programas de eficiência energética, e dá outras providências. De acordo com o Art. 4º dessa Resolução, as concessionárias e permissionárias deverão aplicar, no mínimo, 50% da obrigação legal de investimentos em eficiência energética em projetos voltados a comunidades de baixo poder aquisitivo (baixa renda).

Na tipologia de contratos, destaca-se o de desempenho. Conforme a regulação da ANEEL, todos os PEEs destinados a beneficiários com fins lucrativos, devem ser feitos mediante Contrato de Desempenho. Sob tal condição, esse tipo de contrato é definido como aquele que é celebrado entre o cliente e a concessionária/permissionária de serviços públicos de energia elétrica, visando à execução de ações de eficiência energética, de tal forma que o valor do investimento, realizado com os recursos da Lei Nº 9.991, seja recuperado pela redução nos gastos com energia elétrica, decorrentes das ações de eficiência energética realizadas.

Dessa forma, os recursos da lei são preservados e retornam para a conta de eficiência energética da concessionária/permissionária respectiva, fiscalizada pela ANEEL. Essa metodologia demonstra que as empresas de uma forma geral poderão utilizar, mas não

consumir, os recursos da lei; estes permanecem disponíveis para outros PEEs, como por exemplo, para as comunidades de baixa renda.

No que se refere à aplicação de recursos em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, de acordo com o Art. 12 da Lei N° 10.848, de 15/03/2004, que dispõe sobre a comercialização de energia elétrica e altera a Lei N° 9.991 dentre outras, foram introduzidas modificações nesta quanto à partilha dos 50% da sua fração da ROL acima exposta. Entretanto, no que concerne aos projetos de eficiência energética, a Lei N° 9.991 foi reafirmada e teve os seus requisitos de obrigatoriedade para liberação e aplicação dos 0,5% da ROL (50% do valor de 1% da ROL), especificamente destinados a esse fim, prorrogados até 31/12/2010; esta prorrogação dos efeitos da lei foi produzida pela Lei N° 11.465, de 28/03/2007, que altera os Incisos I e III do Art. 1° daquela.

Ao ser regulamentada pelo Decreto de N° 3.867, de 16/07/2001, a Lei N° 9.991 criou, em categoria do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), o (fundo) CT-ENERG, o qual, além de disponibilizar os respectivos recursos legais para aplicação em pesquisa e desenvolvimento, também os distribui para programas de eficiência energética.

No seu Art. 6°, a Lei N° 9.991 instituiu o Comitê Gestor, com o objetivo de definir diretrizes gerais e o plano anual de investimentos, acompanhar a implementação das ações e avaliar, anualmente, os resultados alcançados na aplicação dos recursos em pesquisa e desenvolvimento. Esse Comitê Gestor é formado por três representantes do MCT, cujo Ministério o presidirá; um representante do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e outro da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP); um representante do MME e outro da ANEEL, além de dois representantes da comunidade científica e tecnológica, e dois do setor produtivo. Esse artigo também estabelece que o MCT proverá todo o apoio técnico, administrativo e financeiro ao Comitê Gestor.

Como indicado acima, no que respeita aos programas de eficiência energética, estes são regulados, fiscalizados e mediados pela ANEEL.

De acordo com o Relatório ANEEL 2006, (BRASIL. ANEEL, 2007), o dado mais marcante dos PEEs apresentados pelas 64 concessionárias de distribuição de energia elétrica, no ciclo

2006/2007, foram os projetos direcionados à redução do desperdício no consumo desse tipo de energia pela população de baixa renda. Os investimentos nesse ciclo alcançaram o patamar de R\$ 300 milhões, sendo que 60% (como acima exposto, a regulamentação estabelece, no mínimo, 50%) desse montante foram aplicados em ações dirigidas aos consumidores de áreas carentes. O relatório informa que esses projetos permitiram a substituição de 2,9 milhões de lâmpadas incandescentes comuns por fluorescentes compactas, troca de 34,1 mil geladeiras antigas por modelos novos e mais eficientes, realização de obras de correção nas instalações internas de 121,9 mil residências, troca de chuveiros elétricos por 18,7 mil sistemas de aquecimento solar e que foram regularizadas as instalações de medidores de consumo de energia em 94,8 mil moradias localizadas nas regiões mais pobres das áreas de atribuição das concessionárias.

Esse relatório da ANEEL também revela que os recursos disponibilizados pelas concessionárias de energia elétrica para os PEEs por obrigação da Lei N° 9.991, no período 1998-fev.2007, atingiram o valor de R\$ 1,726 bilhões, cuja aplicação resultou na retirada de 1.553MW do horário de ponta e numa economia anual de energia de 5.311 GWh, a qual, ainda segundo a agência, equivale ao consumo de toda a região Norte do Brasil por um ano. Ver Tabela 2.1 a seguir.

Tabela 2.1 – Evolução dos investimentos em Eficiência Energética

Ciclo*	Número de Concessionárias	Demanda Retirada de Ponta (MW)	Economia de Energia (GWh/ano)	Investimento (R\$ milhões)
1998/1999	17	250	755	196
1999/2000	42	370	1.020	230
2000/2001	64	251	894	152
2001/2002	64	85	348	142
2002/2003	64	54	222	154
2003/2004	64	110	489	313
2004/2005	64	275	925	175
2005/2006	63	158	569	311
2006/2007	15**	N.D.	89	53
<b>Total</b>	-----	<b>1.553</b>	<b>5.311</b>	<b>1.726</b>

Fonte: Relatório ANEEL 2006 (BRASIL. ANEEL, 2007)

**Legenda:**

\* O ciclo é apurado de setembro de um ano a setembro de outro

\*\* Até fevereiro de 2007

Em outra vertente da busca por racionalização de energia, em 1990 foi apresentado ao Congresso Nacional um projeto de lei, que, dentre outras disposições, estabelecia índices mínimos de eficiência energética para equipamentos fabricados e comercializados no Brasil. Esse projeto de lei pervagou pelo parlamento por cerca de 10 anos, recebendo, nesse percurso, atualizações e emendas. Somente em 2001, no auge da crise do racionamento de energia ocorrida no país, ele se transformou em lei: trata-se da Lei Nº 10.295, a qual também faz referências explícitas ao uso racional de energia e à “eficiência energética”.

Assim, nasceu a Lei Nº 10.295, de 17/10/2001, que dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia e dá outras providências. No seu Art. 1º, essa lei emite uma mensagem hodierna, explicitando que visa à alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente. O Art. 2º dispõe sobre o estabelecimento de níveis máximos de consumo específico de energia (ou mínimos de eficiência energética, na linguagem da lei) para máquinas e aparelhos fabricados e comercializados no território nacional, e institui um programa de metas para a evolução progressiva dos índices de eficiência energética implicados.



Ao ser regulamentada pelo Decreto Nº 4.059, de 19/12/2001, além das máquinas e aparelhos, a lei inclui as edificações construídas no país e orienta que os respectivos níveis máximos de consumo de energia serão estabelecidos de acordo com indicadores técnicos e regulação específica, sob a coordenação do MME. No seu Art. 2º, esse Decreto institui o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), cujos membros foram constituídos pelo MME, cujo Ministério o presidirá; pelos MCT e Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); pelas ANEEL e Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP); e por um representante de universidade brasileira e outro cidadão brasileiro, sendo ambos especialistas em matéria de energia e designados pelo MME.

No Art. 3º do seu decreto regulador, a lei estabelece que compete ao CGIEE elaborar plano e cronograma de trabalho, visando a sua implementação; elaborar regulação específica para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia; definir programa de metas com indicação da evolução dos níveis de consumo de energia a serem alcançados para cada equipamento regulamentado; constituir Comitês Técnicos para analisar e opinar sobre matérias específicas sob apreciação do CGIEE, inclusive com a participação de representantes da sociedade civil, quando necessário; acompanhar e avaliar, sistematicamente, o processo de regulação e propor plano de fiscalização; e deliberar sobre as proposições do Grupo Técnico para efficientização de energia em edificações. Foi ainda definido que a ANEEL, a ANP, o INMETRO, e as Secretarias-Executivas do PROCEL e do CONPET fornecem todo o apoio técnico necessário ao CGIEE e aos Comitês Técnicos que vierem a ser constituídos.

A lei estatui que toda a regulação específica para adoção dos níveis máximos de consumo de energia elaborada pelo respectivo Comitê Técnico e aprovada pelo CGIEE deverá conter, pelo menos, o seguinte: normas com procedimentos e indicadores utilizados nos ensaios para comprovação do atendimento dos níveis máximos de consumo de energia (ou mínimos de eficiência energética); indicação dos laboratórios (que devem ser acreditados/certificados pelo INMETRO) responsáveis por esses ensaios; o mecanismo de avaliação da conformidade a ser implementado; os procedimentos para comprovação dos níveis máximos de consumo de energia a serem observados nos equipamentos importados pelo Brasil; e o prazo para entrada em vigor da regulação.

No caso da formação do Grupo Técnico para efficientização de energia em edificações, a lei determina que, além de membros designados pelos Ministérios acima mencionados, também

farão parte dele representantes do PROCEL e do CONPET; de universidade brasileira, especialista em matéria de edificação e energia; do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA); do Instituto dos Arquitetos do Brasil (IAB); e da Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Segundo o Art. 15 do Decreto N° 4.059, a esse Grupo Técnico compete adotar procedimentos para avaliação da eficiência energética de edificações; estabelecimento de indicadores referenciais do consumo de energia das edificações para certificação da sua conformidade em relação à eficiência energética; e os requisitos técnicos para que os projetos de edificações a serem construídas no país atendam a esses indicadores.

Como consequência prática da Lei N° 10.295 também foi emitido o Decreto N° 4.508, de 11/12/2002, dispondo sobre a regulação específica que define, na linguagem da lei, os níveis mínimos de eficiência energética de motores elétricos trifásicos de indução rotor gaiola de esquilo, de fabricação nacional ou importados, para comercialização ou uso no Brasil, e dá outras providências. Esse decreto especifica todas as condições técnicas e programa de metas com indicadores de evolução da eficiência energética desse equipamento. Posteriormente, foi publicada a Portaria Interministerial N° 553, de 08/12/2005, envolvendo os Ministros de Estado do MME, MCT E MDIC, que aprova o programa de metas de eficiência energética para os motores elétricos acima referidos, previsto no citado decreto.

Em seguida, foi editada a Portaria Interministerial N° 132, de 12/06/2006, envolvendo aqueles Ministros de Estado, que aprova a regulação específica de eficiência energética para Lâmpadas Fluorescentes Compactas (LFC), incluindo requisitos, critérios, métodos de ensaio, etc.

A análise dos sinais de mercado configura uma visão estratégica pouco animadora quanto aos resultados de eficiência energética resultantes da Lei N° 10.295, pois, de acordo com os especialistas do setor, diante do tempo de vigência dela e da necessidade premente de reduzir desperdícios em matéria de energia no país, a quantidade de equipamentos e aparelhos regulamentados é de clamorosa pequenez.

Essa lei (Lei N° 10.295, de 17/10/2001) também é conhecida no mercado como a “Lei de Eficiência Energética”.

## **2.6. Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE**

Inserido na seqüência das políticas e dos eventos de racionalização de energia no Brasil, surge o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), o qual é definido como um programa de conservação de energia que funciona por meio de sistema de etiquetagem informativo sobre a eficiência energética de aparelhos e equipamentos, como por exemplo, motores e eletrodomésticos, fabricados e comercializados no país. Aqui, deve-se observar as evidências de ação seqüencial e adequação desse Programa às disposições da Lei Nº 10.295, de 17/10/2001.

Como mencionado anteriormente, o INMETRO é o responsável pela execução do PBE e o principal produto deste é a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), que estabelece 07 conceitos de eficiência energética, que se escalam, em ordem decrescente, de “A” a “G” para os equipamentos testados. Nessas condições, a ENCE é o substrato fundamental para o pleno funcionamento dos selos PROCEL e CONPET, que são concedidos apenas para os aparelhos e equipamentos que atingem o conceito “A” exposto nessa etiqueta; isto é, esses selos indicam os equipamentos mais eficientes em termos de consumo de energia. Ver os modelos da ENCE e dos selos PROCEL e CONPET na Figura 2.1 abaixo:

<b>Energia</b> (Elétrica)		<b>REFRIGERADOR</b>	→ Indica o tipo de equipamento
Fabricante	ABCDEF	XYZ(Logo)	→ Indica o nome do fabricante
Marca			→ Indica a marca comercial ou logomarca
Tipo de degelo	ABC/Automático		→ Indica o modelo/tensão
Modelo /tensão(V)	IPQR/220		
<b>Mais eficiente</b>		<b>A</b>	→ A letra indica a eficiência energética do equipamento / Veja a tabela correspondente na coluna ao lado
<b>Menos eficiente</b>			
<b>CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mes)</b> <small>(adotado no teste clima tropical)</small>		<b>XY,Z</b>	→ Indica o consumo de energia, em kWh/mês
Volume do compartimento refrigerado (l)		000	
Volume do compartimento do congelador(l)		000	
Temperatura do congelador (°C)		-18	
Regulamento Especifico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Linha de Refrigeradores e Assementados - RES/001-REF Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.			
<b>PROCEL</b> PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA			
<b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA, ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b>			



Figura 2.1 – Modelos da ENCE e dos selos PROCEL e CONPET

Fonte: PBE (BRASIL. INMETRO, 2008)

O PBE foi legalmente implementado após a promulgação da Lei Nº 10.295, de 17/10/2001, e do seu decreto regulador, Decreto Nº 4.059, de 19/12/2001, que dispõem sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia. Como relatado no item 2.5, essa legislação instituiu o INMETRO como responsável pelos programas de fiscalização e avaliação de

conformidade de toda a regulação específica para adoção dos níveis máximos de consumo de energia, elaborada pelos Comitês Técnicos e aprovada pelo CGIEE. Por essa relação de causa e efeito, ficam demonstradas as evidências de ação seqüencial e adequação do PBE a essa lei, acima aludidas.

De acordo informado pelo INMETRO, ainda que a sua atuação legal como responsável pelo PBE se tenha dado a partir da legislação acima mencionada, desde a década de 1980, de forma voluntária e pioneira, esse organismo governamental já atuava em programas de etiquetagem no mercado; por exemplo, em 1984, ele firmou protocolos com o então MIC e a ABINEE para essa finalidade. No decorrer da trajetória desses programas iniciais de etiquetagem, a partir do lançamento dos selos PROCEL e CONPET, cada um a sua época, como reportado nos itens 2.3 e 2.4, o PBE passou a ter a parceria desses dois programas oficiais, de nível federal, de conservação e racionalização de energia do país.

Portanto, nos termos acima descritos, o PBE tem o objetivo de prover informações, que permitam aos consumidores avaliar e otimizar o consumo de energia dos aparelhos e equipamentos adquiridos, podendo selecionar os de maior eficiência em relação ao consumo de energia e melhor utilizá-los, possibilitando, assim, economizar energia, reduzir custos e minimizar impactos socioambientais. Do lado das empresas, o Programa busca incentivar o desenvolvimento tecnológico, a inovação e o avivamento do espírito de competição, de forma contínua. Inserido nesses objetivos, o PBE permite a medição do consumo de energia dos aparelhos e equipamentos envolvidos e os classifica em função de níveis de eficiência energética.

Similarmente aos selos PROCEL e CONPET, a adesão das empresas ao PBE é voluntária; entretanto, alguns aparelhos e equipamentos já têm etiquetagem compulsória, como é o caso, por exemplo, dos fogões e fornos a gás, motores elétricos trifásicos, condicionadores de ar, refrigeradores, máquinas de lavar, etc.; outros estão em fase de compulsoriedade, como por exemplo, as lâmpadas fluorescentes compactas, as lâmpadas incandescentes, os aquecedores a gás, etc.; os demais ainda se encontram na fase de adesão voluntária. No que se refere a esse elenco de aparelhos e equipamentos, já foram desenvolvidos 22 programas de etiquetagem, estando, atualmente, previstos mais 20, novos.

Para a realização dos programas de etiquetagem, o INMETRO também tem parcerias com os MME, PROCEL, CONPET, laboratórios de ensaios, associações de fabricantes, etc.

Portanto, conforme discorrido neste trabalho, os vínculos legais e funcionais estabelecidos entre o PBE e a Lei Nº 10.295, quando combinados com as demais competências relativas à metrologia, à normalização e à qualidade industrial, outorgadas ao INMETRO, com abrangência nacional, tornam este órgão profundamente envolvido, e comprometido, com as políticas e programas de racionalização de energia no Brasil. Nesse contexto, o PBE tem um papel essencial, decisivo, na implementação da Lei de Eficiência Energética.

## **2.7. Mercado Autônomo de Eficiência Energética - MAUFE**

O Mercado Autônomo de Eficiência Energética (MAUFE), cuja designação é cunhada nesta monografia, é aquele cujas operações de negócio fluem sob interesse exclusivo das empresas e agentes correlacionados, como bancos e laboratórios de ensaios, sem dependência de políticas públicas ou ações compulsórias previstas em lei. Normalmente, esse mercado se manifesta com base em indutores de eficiência energética, que decorrem da dinâmica competitiva intrínseca de cada setor de atividades ou por motivações de programas e ações de racionalização de energia já em uso no país, reconhecidas como profícuas em termos de produtividade e lucro.

Os indutores de eficiência energética, inerentes à dinâmica competitiva de cada setor compreendem fatores, como por exemplo, reposição tecnológica provocada pelo término da vida útil de equipamentos e sistemas consumidores de energia; mudança de atitude comportamental em direção a uma gestão energética eficaz; pressões competitivas resultantes da estrutura e da dinâmica setorial, incorrendo na troca e modernização de sistemas industriais energointensivos, com conseqüências de redução drástica do consumo de energia; ações no sentido de minimizar impactos socioambientais decorrentes de níveis elevados de produção, transmissão ou uso de energia; etc. Os demais indutores do MAUFE abarcam a inércia do movimento dos programas e ações de racionalização de energia já em uso no país, como por exemplo, a utilização de linhas de financiamento especiais para aparelhos e equipamentos novos e energeticamente mais eficientes; incentivos à eficiência energética por meio do uso de fontes renováveis de energia; acordos voluntários de mercado, que impliquem em racionalização de energia e redução de custos; etc.

Como se pode depreender, as Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ESCOs) são agentes fundamentais do mercado autônomo. Como se sabe, a cultura nacional de eletricidade a partir de fonte hídrica traz incertezas de grande monta na região Nordeste do Brasil. Desde a segunda metade da década de 1980, o rio São Francisco, que é o principal espaço geo e bioecológico perene, fornecedor dos recursos naturais necessários (água potável) para os conversores do sistema hidroenergético daquela região, encontra-se em fase de exaustão. Essa evidência se consolidou na década de 1990, com a implantação da usina de Xingó, na qual algumas das turbinas não funcionam por indisponibilidade de água. Por esse motivo, ainda que a crise nacional de racionamento de energia do período 2000/2001 seja mais conhecida dos brasileiros, a região Nordeste, isoladamente, já nos anos 1987/1988, passou por intensa crise de mesma natureza; os estados mais atingidos por esse racionamento foram os de Pernambuco e Bahia.

De acordo com Zenilda Ribeiro (RIBEIRO, 2005), na primeira fase daquele racionamento da região Nordeste (pois houve uma segunda fase, em setembro de 1997), todos os setores tiveram que reduzir, compulsoriamente, seus consumos de energia elétrica: residencial (21%), industrial (14%), comercial (20%), zona rural (15%) e público (25%). Segundo essa autora, a partir desse período, surgiram as primeiras empresas de serviços de energia, as quais, posteriormente, transformaram-se nas que, hoje, são conhecidas como as ESCOs brasileiras.

Naquela época, final da segunda metade da década de 1980, havia grande paralisia quanto à visão de eficiência energética e, portanto, inexistiam esforços estruturados na direção dela. Dessa forma, aquelas empresas de consultoria de energia, ou de engenharia (as pré-ESCOs) prestavam serviços gerais de energia elétrica, tais como, estudos de adequação tarifária, correção de fator de potência, resgate do empréstimo compulsório da ELETROBRAS, laudos técnicos para dedução do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) embutido nos custos da energia para o setor industrial, etc.

Posteriormente, a partir de 1992, o filão das empresas foi a adequação do fator de potência que, até então, era de 0,85, tendo passado a ser 0,92. Ao longo da década de 1990, segundo Zenilda (RIBEIRO, 2005), muitas dessas empresas desapareceram com a mesma velocidade com a qual surgiram. Até que, a partir de 1997, com a propagação dos processos de reestruturação e privatização dos setores elétrico e de petróleo e gás do Brasil, relatados ao longo desta seqüência histórica, prorromperam ações empresariais amplas, como por

exemplo, a implementação de novos modelos de gestão nas empresas, então, privatizadas, e desenvolvimento de sistemas de reengenharia organizacional e de gestão da qualidade; introdução de procedimentos administrativos, que privilegiavam o aumento da produtividade e o retorno ao acionista; etc. Essas medidas de largo espectro empresarial terminaram por desencadear quatro efeitos centrais:

- redução drástica do número de funcionários nas empresas privatizadas em relação ao das antigas estatais;
- surgimento de um elevado número de novas empresas, menores, mais diversificadas e competitivas;
- alterações radicais na estrutura e na dinâmica setorial, com o acirramento da rivalidade e o aumento do poder de retaliação da concorrência, além da difusão de dimensões competitivas intensivas em conhecimento, fundadas na capacidade de aprendizado das novas organizações do mercado;
- gestão baseada no valor ao acionista (GBV).

A redução do número de funcionários, nas palavras de Zenilda Ribeiro, produziu os chamados “consultores de pijama”, que eram aqueles profissionais qualificados e executivos, que haviam sido excluídos dos quadros das novas empresas formadas, privatizadas. Esses “consultores de pijama” formaram os quadros mais qualificados da nova geração daquelas empresas do final da década de 1980 acima mencionadas, que prestavam serviços gerais de energia elétrica, ou de engenharia, formatando, assim, a partir da segunda metade da década de 1990, as primeiras ESCOs da concepção atual, as quais, por adequações e transformações sucessivas, sobreviveram, cresceram e se desenvolveram, prosseguindo no mercado até os dias de hoje. A partir dessa época, elas passaram a se organizar buscando formar um setor específico, um mercado autônomo de eficiência energética e, ainda em 1997, fundaram a sua associação de classe, a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO).

A ABESCO é composta pelas ESCOs e outras instituições do mercado, como empresas e agentes do setor energético, fabricantes de materiais e equipamentos, organizações governamentais e não-governamentais, empresas de consultoria e prestadores de serviços de



áreas relacionadas, todos comprometidos com o objetivo de praticar e disseminar a racionalização de energia no Brasil.

A ABESCO define a eficiência energética como uma atividade técnico-econômica, que objetiva proporcionar o melhor consumo de energia e água, com a redução dos custos operacionais correspondentes; minimizar contingenciamentos no suprimento desses insumos; e introduzir elementos e instrumentos necessários para o gerenciamento energético e hídrico de uma empresa ou empreendimento.

No início dos anos 2000, as ESCOs evoluíram, principalmente, por meio da execução dos PEEs e respectivos recursos financeiros, previstos na Lei Nº 9.991, que, conforme detalhado no item 2.5, são operacionalizados sob regulação da ANEEL. Atualmente, mesmo não ocorrendo aplicação de recursos dessa lei, as ESCOs podem trabalhar com contratos de desempenho, utilizando recursos de bancos e outras instituições de financiamento ou investimento. Quando do ressarcimento pelo cliente, por redução do consumo e dos custos de energia, as ESCOs pagam os investimentos feitos e os próprios serviços prestados.

Na época atual, as ESCOs brasileiras se definem como Empresas de Engenharia, especializadas em serviços de conservação de energia, promovendo a eficiência energética e a redução do consumo de água nas instalações dos seus clientes, utilizando-se, primordialmente, de contratos de desempenho. Esses contratos estão mencionados na tipologia pertinente constante do item 2.5, definidos pela regulação da ANEEL e se caracterizam por serem ressarcidos em função da própria economia de energia produzida.

Normalmente, as ESCOs brasileiras são empresas pequenas e médias, que podem ter concorrência de médias e grandes Empresas de Engenharia, pois estas também desenvolvem PEEs, principalmente em projetos e clientes de grande porte. As ESCOs realizam auditorias e diagnósticos energéticos nas instalações dos seus potenciais clientes, objetivando avaliar as seguintes oportunidades:

- tipos de insumos, envolvendo energia elétrica e cogeração, incluindo parâmetros de demanda, consumo, fator de potência, harmônicos, gás natural e gás liquefeito do petróleo;

- tipos de cargas, como condicionamento de ar, iluminação, bombeamento, sistemas motrizes, transporte de material, aquecimento, refrigeração, produção e distribuição de ar comprimido, etc.;
- tipos de uso das edificações, como as industriais, comerciais, residenciais, etc.;
- tipos de benefícios financeiros, como adequação tarifária, dentre outros.

Após a realização dos PEEs concernentes a essas oportunidades alistadas, as ESCOs também fazem o condicionamento pré-operacional e colocação em marcha das instalações, incluindo o Plano de Medição & Verificação (M&V).

Do ponto de vista da Teoria das Organizações (Teoria Geral da Administração), as ESCOs brasileiras mais se assemelham à típica organização máquina, singularmente especializada, suportada por pessoal técnico em todos os níveis, cujo modelo de gestão, portanto, está fundado na especialização e com foco tecnológico. Essa natureza de organização, acoplada às dimensões pequena e média da maioria das ESCOs, tem trazido dificuldades quanto à determinação da viabilidade dos seus projetos, mediante a demonstração dos fluxos de caixa futuros, descontados; às alternativas de financiamento e investimento; e à disponibilidade de garantias e fianças diante do BNDES e outros Bancos para suporte econômico-financeiro das suas operações. As ESCOs se ressentem desse fato, o qual se agrava quando elas concorrem com Empresas de Engenharia em PEEs e clientes de grandes dimensões.

Com essa atuação marcante na criação e desenvolvimento do mercado; na evolução tecnológica; nos esforços com o setor bancário e de fundos institucionais de investimento, objetivando a viabilidade econômico-financeira de projetos de eficiência energética; na operacionalização dos PEEs das concessionárias de energia elétrica para aplicação dos recursos da Lei Nº 9.991; na delimitação de um setor de atividades, que emerge com significativa capacidade de crescimento; na formação de associação de classe para servir ao setor; etc., as ESCOs brasileiras têm um papel de grande mérito no Mercado Autônomo de Eficiência Energética do país.

No campo do MAUFE, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, também apresenta realizações notáveis. Essa reconhecida e prestigiada instituição desenvolveu estudos de energia e eficiência energética de grande extensão e qualidade, nos quais aplicou esforços de pessoal e laboratório de elevada envergadura e qualificação. Esses

estudos têm abrangência setorial e envolveram, por exemplo, as indústrias (setores) de cimento, fertilizantes, metalurgia, celulose e papel, açúcar e álcool, têxtil, etc. Dando ainda maior densidade a sua experiência, o IPT prestou serviços de consultoria de grande porte em conservação de energia para empresas como a Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA), White Martins, PETROBRAS, dentre outras.

A experiência do IPT em racionalização de energia vem desde as duas crises do petróleo da década de 1970 acima interpretadas. Vários dos estudos feitos por esse Instituto tiveram o apoio do Conselho Nacional do Petróleo (CNP) e da FINEP; alguns deles foram realizados dentro do Programa de Assistência do Conselho Nacional do Petróleo à Indústria Paulista em Conservação de Energia. Os estudos de racionalização de energia do IPT têm grande aplicação no Brasil, tendo sido, também, objeto de interesse e utilização em países vizinhos.

Outras instituições, como a Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE) da USP e a Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria (FUPAI) da UNIFEI, igualmente, desenvolveram equipes especializadas de consultoria em Diagnóstico Energético e Estudos de Otimização Energética, incluindo atividades de treinamento e desenvolvimento de pessoal, de grande significância para a evolução do MAUFE no Brasil. Ainda no setor universitário, objetivando oportunidades de desenvolvimento tecnológico, formação de mão-de-obra em nível de pós-graduação e prestação de serviços especializados na área de energia, outras instituições se desenvolveram e alcançaram papel de destacada grandeza na sociedade brasileira, como o Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da USP; o Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH), da UNIFEI; o Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético, da Faculdade de Engenharia Mecânica, da Universidade de Campinas (UNICAMP); o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); etc.

Nessa seqüência de instituições com papel relevante no desenvolvimento do MAUFE no Brasil, também se ressaltam as associações de classe, como as federações estaduais de indústrias e a Confederação Nacional da Indústria (CNI), pois elas congregam muitas empresas, regional e nacionalmente, caracterizando-se como agentes multiplicadores de excelência. Essas instituições dispõem de informações confiáveis sobre as indústrias (setores) associadas, formando um banco de dados essencial para o planejamento e dimensionamento de programas de racionalização de energia (eficiência energética) a serem implementados; ao

mesmo tempo, elas também funcionam como interlocutores qualificados, estimulando os seus associados quanto a esses programas, os quais, normalmente, implicam em desenvolvimento gerencial, atualização tecnológica e investimentos.

Outra vertente de peso para a intensificação dos indutores do MAUFE, a partir da década de 1990, foi o conhecimento cada vez mais apurado acerca dos impactos socioambientais provocados pelos sistemas energéticos e seus reflexos diretos nas mudanças climáticas em vigor. Quanto a essas mudanças, também foi determinado que, globalmente, a energia é o seu principal forçamento antrópico. Nessa seqüência de evidências, a própria emissão das normas da série ISO 14.000, que dispõem sobre sistemas de gestão ambiental, à medida que a sua implementação nas empresas foi se difundindo, também passaram a influenciar o entendimento e a dinâmica dos projetos de eficiência energética, funcionando, portanto, como um dos seus vetores.

No que se refere à contextualização mais ampla e estruturada da problemática socioambiental, pode-se citar uma relação de eventos nacionais e globais, que são decisórios para a indução positiva do MAUFE: partindo do Relatório Brundtland, sobre o “nosso futuro comum”, emitido no âmbito da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, em 1987, o qual estabeleceu um novo paradigma de harmonia entre os ambientalistas e os desenvolvimentistas (desde a década de 1960, essas duas correntes sociais não conseguiam harmonizar desenvolvimento com conservação do meio ambiente), que não poderiam ser contrários a esse novo conceito sociopolítico (mesmo que vago) de Desenvolvimento Sustentável; o Tratado de Montreal, desse mesmo ano, que fixou diretrizes para a substituição industrial dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) por outros compostos menos destrutivos da camada de ozônio estratosférico; a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992 (Rio-92), a qual resultou na emissão da Agenda 21, da Convenção do Clima, da Convenção da Biodiversidade, da Declaração do Rio e dos Princípios sobre Florestas; o Protocolo de Kyoto, de 1997, que estabeleceu metas para a redução das emissões de GEE, a serem cumpridas até 2012; a Conferência de Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável, de Joannesburgo, em 2002 (Rio+10), criando mecanismos para facilitar a implementação da Agenda 21; e o último relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, de 2007, dando conta, para toda a humanidade, das atuais, e comprometedoras, mutações climáticas, com ameaças concretas,

sendo muitas delas já mensuráveis em várias partes do mundo, para a qualidade de vida e a permanência do homem na terra.

O reconhecimento mundial desse imenso conjunto de pesquisa e informações científicas, com as conseqüências advindas do seu significado, impulsionou, na maioria dos países e no Brasil, a publicação de várias leis de conservação ambiental, leis que imprimem novo ordenamento social, leis econômicas, etc., as quais, ao serem aplicadas ao campo da energia, produziram novos comportamentos e atitudes, transformando-se, mormente nas empresas culturalmente mais evoluídas, em vetores de intensificação das preocupações e, portanto, de projetos de racionalização e redução do consumo de energia (eficiência energética).

Como resultante desse cenário, hoje, as empresas, industriais ou de serviços, que inspiram visibilidade no mercado, estão alertas e atuando com relativa intensidade em melhorar os seus indicadores de eficiência energética e prover evidências objetivas a sua comunidade e aos seus *stakeholders* em geral acerca das características sustentáveis das suas atitudes, ações gerenciais, e dos seus processos e produtos. Por exemplo, nos balanços dessas empresas, além da perspectiva financeira tradicional, começam a aparecer indicadores de um novo *scorecard*, como os de melhoria dos processos internos e da qualidade, os de evolução do mercado, os de aprendizado e desenvolvimento da organização, os de responsabilidade social, etc.

Quanto à indução decorrente do setor bancário, por exemplo, atualmente, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) criou um programa de financiamento, que objetiva apoiar projetos de eficiência energética, o Proesco. Esse programa financia:

- ESCOs;
- usuários finais de energia;
- empresas de geração, transmissão e distribuição de energia.

Os projetos beneficiados por esse programa de financiamento são aqueles que, comprovadamente, contribuam para a economia de energia, aumentem a eficiência global do sistema energético ou promovam a substituição de combustíveis de origem fóssil por fontes renováveis. Dentre os seus focos de ação, destacam-se os seguintes: iluminação; motores; otimização de processos; ar comprimido; sistema de bombeamento; ar condicionado; refrigeração e resfriamento; produção e distribuição de vapor; aquecimento; automação e

controle; geração, transmissão e distribuição de energia; gerenciamento energético; melhoria da qualidade da energia, inclusive correção do fator de potência; e redução da demanda no horário de ponta do consumo do sistema elétrico, desde que não ocorram prejuízos ambientais.

Para projetos enquadrados nesse foco de eficiência energética, o programa financia os respectivos estudos e projetos; obras de construção e montagem; máquinas e equipamentos novos, fabricados no país e credenciados no BNDES; máquinas e equipamentos importados, sem produção nacional e já internalizados no mercado brasileiro, observados alguns limites de valor; etc.

A linha de financiamento dispõe de procedimentos operacionais específicos e taxas de juros, as quais variam se ela é acessada diretamente no BNDES ou se por meio da rede bancária conveniada. Por razão das amplas possibilidades e flexibilidade quanto a alterações nas taxas de juros ao longo do tempo, elas não serão objeto deste trabalho; possivelmente, na edição desta monografia, as condições operacionais, as taxas de juros reais e as despesas bancárias relativas ao Proesco já se tenham modificado.

Quanto ao financiamento, também existem alternativas disponíveis em alguns fundos institucionais, legais, como o Fundo Nacional de Financiamento do Norte (FNO), por meio do Banco da Amazônia; o seu equivalente de financiamento à região Nordeste, FNE, por meio do Banco do Nordeste; e o FCO, que financia o desenvolvimento da região Centro-Oeste. Dependendo do volume de investimentos envolvido, e da sua natureza e objetivos, o PEE também poderá atrair fundos de origem privada e outros, inclusive, multilaterais, como os da *International Finance Corporation (IFC)*, que é a Divisão do Banco Mundial, dedicada ao financiamento de investimentos do setor privado nos países em desenvolvimento; do GEF; etc.

A essas alternativas de financiamento, soma-se a já mencionada, relativa aos recursos da Lei Nº 9.991, que são aplicados por meio das concessionárias e permissionárias de serviços públicos de energia elétrica; em muitos PEEs, esses recursos são utilizados pelas ESCOs que, como aludido acima, durante o ressarcimento dos contratos de performance pelos clientes, devolvem o capital que foi utilizado na fase de investimentos para a conta de eficiência

energética da concessionária respectiva, conforme previsto na lei, e regulado e fiscalizado pela ANEEL.

Na atual estrutura setorial de serviços de racionalização de energia do Brasil participam as ESCOs; empresas de engenharia; empresas fabricantes de instrumentos e de sistemas de controle de processo; fundações e institutos de desenvolvimento tecnológico e de prestação de serviços de racionalização de energia, concebidos no interior do setor universitário; bancos comerciais e de investimentos; fundos institucionais de mercado aberto e governamentais, de investimento; instituições internacionais, multilaterais, de financiamento e investimento; associações de classe; empresas consumidoras em geral, energointensivas ou não, demandantes de racionalização de energia; empresas de consultoria; organizações públicas e privadas, responsáveis pelos processos de persuasão, execução e controle do marco regulatório socioambiental; organizações não-governamentais; etc. Ao receber a influência e as determinações emanadas das mudanças de atitude da sociedade em geral no que tange à conservação ambiental, essa estrutura setorial tem sido colocada diante de desafios crescentes e gerado um encadeamento de ações e conseqüências, que tem feito evoluir, e impulsionado, o Mercado Autônomo de Eficiência Energética no país.

As pesquisas realizadas demonstram que o complexo conjunto de fatores acima descritos tem conformado um amplo espectro de circunstâncias favoráveis e indutoras desse mercado autônomo. Embora um sem-número de obstáculos, culturais e econômico-financeiros, ainda devam ser ultrapassados, é evidente a existência de um Mercado Autônomo de Eficiência Energética (MAUFE) em funcionamento no Brasil.

## **2.8. Prolongamento legislativo**

Nos itens anteriores, este trabalho analisou uma série de diplomas legais atinentes a programas, ora de conservação ora de racionalização de energia, mas sempre buscando a eficiência energética, no Brasil. Destes, os mais reconhecidos e citados através do país, em termos de eficiência energética, são as Leis N<sup>os</sup> 9.991 e 10.295 acima descritas. A série legislativa mencionada se apóia em leis basilares, como por exemplo, a Lei N<sup>o</sup> 9.427, de 26/12/1996, que instituiu a ANEEL, a qual, por sua vez, em conteúdo legal detalhado, foi constituída pelo Decreto N<sup>o</sup> 2.335, de 06/10/1997, etc; isto é, são diplomas de espécie fundamental ou básica e subespécies de regulamentação.

Neste prolongamento legislativo, consideram-se outros decretos, leis, portarias e resoluções, os quais, em determinados momentos da trajetória histórica percorrida neste Capítulo, tenham constituído institutos legais de significativo mérito, além do fato de que vários deles ainda permanecem em vigor e continuam sendo de relevante benefício para a sociedade. Com essas características, por exemplo, pode-se citar o Decreto N° 99.656, de 26/10/1990, que dispõe sobre a criação da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal, direta e indireta.

De acordo com seu Art. 1º, esse decreto institui a CICE nesses órgãos e entidades, englobando fundações, empresas públicas e sociedades de economia mista, controladas direta ou indiretamente pela União, as quais tenham consumo superior 600.000 kWh/ano de energia elétrica e que a Comissão deve ser constituída de, no mínimo, 06 membros de cada órgão ou entidade em que for criada; também estão definidos os requisitos para escolha desses membros e a periodicidade das reuniões.

Nos seus artigos 5º, 6º e 7º, o decreto institui que o GERE deve estar ciente da instalação das CICES, dos programas de conservação de energia criados, com suas metas, justificativas e posterior relatório de resultados, e de todas as ações de conscientização e treinamento dos seus participantes; isto é, os órgãos e entidades da Administração Pública Federal, nos termos acima definidos, ao criarem suas CICES têm um prazo (indicado no decreto) para informar ao GERE acerca das atividades atinentes. Também foi determinado que os custos decorrentes do funcionamento das CICES serão de responsabilidade dos respectivos órgãos e entidades.

ELETROBRAS/PROCEL (BRASIL. MME, 2007) disserta acerca do êxito alcançado pela prática da CICE e da sua disseminação pelas empresas privadas, cita o exemplo da TOSHIBA e faz uma adaptação atualizada do Art. 2º daquele decreto, expondo as atribuições dessa Comissão. Em ELETROBRAS/PROCEL, as atribuições da CICE são:

- realizar ou contratar diagnóstico energético, que permita conhecer o desempenho energético dos sistemas/subsistemas e equipamentos sob interesse;
- controlar e acompanhar os custos da energia, decompondo seus parâmetros de consumo, demanda, fator de carga e potência;
- elaborar banco de dados, com referencial analítico adequado, objetivando a gestão energética das instalações;



- avaliar o cumprimento das metas de eficiência energética estabelecidas e criar fórum de discussão acerca das eventuais circunstâncias de desperdício de energia, existentes;
- promover investigações acerca do potencial de redução do consumo específico de energia;
- propor e executar medidas de avaliação de custos, realização de investimentos e de gestão da energia, e assegurar a execução das ações corretivas cabíveis;
- prover os processos de conscientização e treinamento de todos os colaboradores da organização, no que se refere à economia de energia;
- contribuir com os procedimentos de definição da viabilidade econômico-financeira de investimentos em eficiência energética e de aquisição dos respectivos sistemas/subsistemas e equipamentos;
- gerenciar a energia.

Na concepção da CICE, são evitadas medidas estanques, localizadas, que desconsiderem as interfaces existentes entre os diversos sistemas industriais sob interesse. A CICE se baseia em ações integradas, coordenadas, dotadas de visão global de toda instalação, contemplando-se, igualmente, os seus reflexos sobre os custos e a produtividade da planta industrial, ou de qualquer outro tipo de instalação em causa.

Considerando que o conceito atual de eficiência energética se estende à substituição de fontes de energia, que se reverta em ganhos sistêmicos de eficiência, insere-se nessa seqüência legislativa o Decreto de 27/12/1994, que cria o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (PRODEEM). Dentre os objetivos desse Programa, o Inciso III do Art. 1º do decreto estabelece: “complementar a oferta de energia dos sistemas convencionais com a utilização de fontes de energia renováveis descentralizadas”. Portanto, ficam aqui registrados os vínculos do PRODEEM, criado por instrumento legislativo específico, com os esforços feitos pelo país em termos da racionalização de energia. O PRODEEM é coordenado pelo Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético do MME.

No âmbito da ANEEL (BRASIL. ANEEL, 1999), deve-se registrar a Resolução Normativa Nº 23, de 05/02/1999, que regulamenta a fixação da Reserva Global de Reversão (RGR). Nessa Resolução, a ANEEL estabelece condições e métodos para que as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de energia elétrica recolham os recursos da RGR em

favor da ELETROBRAS e, posteriormente, possam se candidatar a utilizá-los em projetos de investimentos; esclarece sobre os procedimentos e a conta da ELETROBRAS, no Banco do Brasil, para depósito; etc. No que concerne à conservação ou à racionalização de energia, objeto deste Capítulo, o interesse em aludir a essa Resolução dimana da descrição feita no item 2.3, a qual expressa que o PROCEL utiliza parte dos recursos da RGR para o seu desenvolvimento.

Nessa trilha legislativa, foi emitida, pelo Ministro de Estado de Minas e Energia, a Portaria Nº 46, de 07/03/2001, que cria o Comitê de Acompanhamento das Metas de Conservação de Energia (CAMEC), o qual tem a atribuição básica de acompanhar os processos de estudos e implementação das providências de conservação de energia indicadas nos PROCEL e CONPET. Na justificativa para a criação desse Comitê, numa linguagem atual, essa Portaria fundamenta-se na Lei Nº 9.478, de 06/08/1997, que, dentre outras providências, dispõe sobre a política energética nacional e cria o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), dando ênfase, no Inciso IV do seu Art. 1º, à proteção do meio ambiente e à conservação de energia; na necessidade da racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, diminuindo desperdícios, custos e investimentos setoriais; na existência dos PROCEL e CONPET; e na característica não-renovável do petróleo e do gás natural, que impõe premente carência da racionalização do seu uso, principalmente no setor de transportes, responsável por mais de 50% do consumo desses energéticos e seus derivados, no país.

Nos termos acima descritos, a Portaria Nº 46 institui o CAMEC, com aquela atribuição mencionada, em sintonia com as diretrizes e estratégias emanadas do CNPE. No seu Art. 2º, a portaria também estabelece que o seu ministro emissor coordena o CAMEC e que este é formado por membros do MME, das ANEEL e ANP, ELETROBRAS, PETROBRAS, BNDES, Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), de representantes do Ministério dos Transportes, do Fórum de Secretários de Estado para Assuntos de Energia e de um representante de universidade brasileira, especialista em matéria de energia.

Em relação à lei de eficiência energética (Lei Nº 10.295), também foi emitida a Portaria MME Nº 328, de 03/12/2007, do respectivo Ministro de Estado, designando os representantes para compor o CGIEE instituído pelo Decreto Nº 4.059, de 19/12/2001, mencionado no item 2.5.

Quanto à racionalização de energia, novamente é enfatizado nessa extensão legislativa que a Lei Nº 9.478, de 06/08/1997, no seu Art. 2º, cria o CNPE e estabelece que ele é vinculado à Presidência da República e presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia. O Inciso I deste artigo determina como atribuição do CNPE “promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do país, em conformidade com os princípios enumerados no Art. 1º e com o disposto na legislação aplicável”, devendo contar com o apoio dos órgãos reguladores do setor energético, conforme parágrafo 1º daquele mesmo artigo. Ainda de acordo com o Art. 8º dessa lei, cabe à ANP “promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis”, enquanto o Inciso IX desse mesmo artigo estabelece que essa agência deve “fazer cumprir as boas práticas de conservação e uso racional do petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis, e de preservação do meio ambiente”.

Por sua vez, a Lei Nº 9.427, de 26/12/1996, já referida, no seu Art. 3º, institui que a ANEEL tem como incumbência, entre outras, aquela prescrita na Lei Nº 8.987, de 13/02/1995, que no seu Art. 29, Inciso X, determina: “estimular o aumento da qualidade, produtividade, preservação do meio ambiente e conservação”.

Nesse prolongamento legislativo, ainda são citados alguns diplomas, os quais, como se evidencia nas suas datas e disposições, buscaram dar resposta mais efetiva às exigências impostas pelo racionamento de energia do início dessa década. O primeiro é o Decreto Nº 3.330, de 06/01/2000, que dispõe sobre a redução de 25% no consumo de energia elétrica em prédios públicos da Administração Pública Federal, até 31/12/2002, dispensando apenas aqueles que já tenham atingido padrões de eficiência igual ou próximo a essa meta, demonstrados por meio de parecer técnico do PROCEL; dentre outras disposições, esse decreto incumbe a ANEEL pela regulamentação dos procedimentos aplicáveis ao alcance da meta, indica a CICE como um dos seus instrumentos e responsabiliza o MME, por intermédio do PROCEL, pelo acompanhamento e supervisão técnica do respectivo programa de ação. Outro diploma é o Decreto Nº 3.789, de 18/04/2001, que dispõe sobre medidas emergenciais de racionalização, visando à redução de consumo e aumento da oferta de energia elétrica, e institui a Comissão de Gerenciamento da Racionalização da Oferta e do Consumo de Energia Elétrica (CGRE) no âmbito do MME.

Como terceiro instituto dessa série, cita-se o Decreto Nº 4.131, de 14/02/2002, que dispõe sobre medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica, novamente, no âmbito da Administração Pública Federal, estabelecendo que, a partir de fevereiro de 2002, todos os seus órgãos deverão consumir mensalmente o correspondente a 82,5% do mesmo mês de referência do ano 2000; esse decreto também institui que os novos materiais e equipamentos, bem como os serviços de arquitetura e construção, adquiridos, obedeçam a requisitos compatíveis de eficiência energética.

Sob concepção ampla ou específica, por seus efeitos benéficos para a sustentabilidade, a racionalização de energia dispõe do incentivo de considerável arcabouço legal: desde a Constituição Federal de 1988; a Lei Nº 6.938, de 31/08/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente; a Lei Nº 7.347, de 24/07/1985, que dispõe sobre a Ação Civil Pública; etc.

Em capítulo especialmente dedicado ao meio ambiente, a Constituição Federal, no *caput* do seu Art. 225, estabelece que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

A Lei Nº 6.938, de 31/08/1981, é reconhecida como a mais completa e eficiente quanto às suas disposições de política ambiental; ela cria organismos de grande valor e influência na atualidade, como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), define a figura do poluidor-pagador, etc. A Lei Nº 7.347, de 24/07/1985, por sua vez, disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens de direito de valor artístico e histórico, etc.

A Constituição Federal, combinada com a Lei Nº 6.938, deu origem a outras complementares, relativas, por exemplo, a criação de reservas florestais para a compensação de danos ambientais, a crimes ambientais, etc., e a uma densa regulamentação ambiental produzida pelo CONAMA; permitiu a difusão de uma série de leis estaduais, além de decretos e regulamentações diversas, pelas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente do país e de outros órgãos e fundações vinculados, controladores de florestas, mananciais, patrimônios artístico e

cultural, etc. Esses elementos físicos, ou valores, dispostos no mosaico geo e bioecológico, e das organizações humanas distribuídas sobre ele, sofrem vários impactos, dentre os quais, os dos sistemas energéticos.

Essas referências constitucionais e legais configuram exemplos objetivos do espectro institucional brasileiro, reveladores da preocupação com a sustentabilidade, os quais podem ser ainda mais determinantes quando combinados com a Lei Nº 7.347, Lei da Ação Civil Pública, a qual confere legitimidade ao Ministério Público para promover inquérito civil e ajuizar ação civil pública, cuja experiência tem demonstrado significativa interferência nos sistemas energéticos, incorrendo em pesadas multas e embargos sucessivos de empreendimentos do setor. Essa lei também caracteriza a responsabilidade solidária, a qual transmite para os gestores atuais ou futuros, a responsabilidade por danos socioambientais, mesmo que estes tenham sua ocorrência ou causa em época passada, sob regência distinta.

Assim, em acréscimo ao corpo de conhecimentos tecnológicos e de engenharia, o arcabouço legal disponível para a energia e a eficiência energética com suas interferências direta e indireta na sustentabilidade se constitui em um amplo campo das ciências sociais, que, se devidamente estudado e utilizado, poderá trazer imensa contribuição ao Planejamento Energético de qualquer empreendimento, região ou país, resultando em uma melhor estrutura econômico-financeira e tecnológica, e mais largas margens de lucro, além de produzir desenvolvimento sustentável e qualidade de vida às comunidades atingidas. Agindo sob essa visão ampla, qualificada, estratégica, com estudos prévios e ações, mais completos e apurados, nas fases de planejamento e execução dos sistemas energéticos, serão eliminadas as principais incertezas e minimizados os eventuais prejuízos de elevada grandeza, no futuro. É um novo tempo.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Essa revisão bibliográfica básica abrange uma análise sintética de livros e trabalhos científicos, como monografias, dissertações e teses aprovadas e divulgadas no ambiente acadêmico, além de publicações científicas de revistas especializadas e globalmente reconhecidas, e de outras instituições de desenvolvimento e aplicação das ciências da energia e da sustentabilidade, cujos temas dizem respeito ao desta pesquisa. Os livros e documentos científicos, aqui, mencionados estão alistados no Capítulo 7, “Referências”.

Não obstante os programas de eficiência energética, no Brasil, remontem à década de 1980, só recentemente eles estão ganhando impulso, exatamente pela evidência progressiva da exaustão dos recursos naturais, degradação socioambiental de grandes aglomerados urbanos densamente povoados, os quais apenas permitem precárias condições de vida aos seus habitantes. Esse adensamento populacional forma imensos centros de carga, concentrados, com necessidades de consumo de energia cada vez maiores. Esses fatores implicam em estoque de poluição generalizada nos ecossistemas ainda disponíveis, pressão sobre os recursos naturais existentes e impedimento da recuperação destes por inexistência de tempo para que eles assimilem essa carga poluidora e se renovem, tornando-se novamente aptos à prestação de serviços ambientais. O resultado dessa cadeia de eventos é a degradação socioambiental, com o surgimento das externalidades negativas: emigração, doenças e postos de saúde se propagam e, enquanto a qualidade de vida se deprime, os custos socioambientais se expandem.

Nesse contexto, considerando-se que, como demonstrado no Capítulo 1, a indústria é o maior consumidor de energia (BEN-2007), a partir do racionamento ocorrido no início da presente década, tanto os programas de eficiência energética de sistemas industriais começaram a ser, sistemática e tecnologicamente, mais estimulados, como o marco legal também avançou.

Ao se iniciar este Capítulo, evolui-se acerca do uso da expressão “conservação” em vez de “racionalização” de energia, a qual, ao longo do Capítulo 2, foi apontada como imprópria. Para tanto, aqui, recorre-se à dissertação de mestrado de Sérgio Salazar (SALAZAR, 1992), em que este, a partir da introdução do seu trabalho, expõe sobre o significado vulgar e sem definição precisa daquela expressão sob o ponto de vista termodinâmico; segundo ele, “não

apresenta sentido prático, uma vez que pela Primeira Lei da Termodinâmica a energia sempre se conserva, não havendo porque investir qualquer esforço nesse sentido”.

Em seguida, Salazar justifica a utilização dessa designação no seu trabalho, por ela já ser amplamente empregada, por facilidade de compreensão do termo e, também, pelo fato dos seus usuários, mesmo diante de uma terminologia sem fundamentação conceitual estruturada, disporem de um mínimo de sensibilidade quanto à aplicação da energia e à racionalidade dos processos energéticos. Embora estabeleça essas ponderações, ele também esclarece que, para uma abordagem mais estruturada do assunto, em lugar da designação “conservação” de energia, “deveriam ser utilizados os conceitos de conservação de disponibilidade, conservação de exergia ou conservação de energia útil”. Adicionalmente, o autor alude que para o acerto categórico dessa terminologia, ainda se deve promover a “superação de um certo estágio de subdesenvolvimento cultural ao qual o país está submetido”.

Nesse trabalho científico, está registrada a origem do Diagnóstico Energético, que foi introduzido pelo PROCEL, em 1987. O projeto precursor de Auditoria Energética, por sua menção explícita à “auditoria”, provocou desagrado geral nas empresas clientes, privadas, as quais se sentiam desconfortáveis em serem abordadas pelas concessionárias e permissionárias de serviços públicos de energia elétrica da época, pois estas, em todos os Estados, eram organizações estatais; as empresas privadas, que eram as consumidoras, tinham a sensação de estarem sendo auditadas pelo governo; assim, a abordagem era dificultada. Como alternativa a essa situação, surgiu o Diagnóstico Energético.

No seu início, o Diagnóstico Energético se limitava quase que exclusivamente à verificação de equipamentos, não se envolvendo com processos e produtos. Mesmo com essa limitação, foram conseguidas informações essenciais, tais como, índices de consumo de energia elétrica por tipo de equipamento, quantidade de equipamentos operando fora das suas condições nominais, consumo específico médio por setor, dentre outras. Em adição a essas variáveis técnicas fundamentais, esse diagnóstico também indicou ser possível informar às empresas consumidoras os resultados obtidos, por meio de um relatório de recomendações, de forma que estas podiam promover as ações corretivas cabíveis, diretamente, por iniciativa própria, objetivando economizar energia.

Esse resultado positivo, permitido sob a própria iniciativa das empresas consumidoras, destacou-se como um instrumento eficaz na relação destas com as concessionárias. Rapidamente, o Diagnóstico Energético, conforme informado por Salazar, alcançou, naquele momento, cerca de 2.300 empresas e, ao mesmo tempo, o PROCEL passava a ter uma visão global da situação do setor industrial relativa ao consumo de energia.

Nesse início da sua trajetória, o Diagnóstico Energético enfrentou dificuldades significativas, como por exemplo, a insuficiência de recursos humanos qualificados, inexistência de ferramentas computacionais (softwares) dedicadas à atividade, dificuldades remanescentes quanto à abordagem das empresas consumidoras pelas concessionárias/permissionárias, excessivo tempo de resposta entre o diagnóstico e o relatório correspondente, etc. Entretanto, as vantagens eram superiores e indicavam o prosseguimento da utilização desse diagnóstico. Dessa forma, além dos benefícios acima mencionados, o Diagnóstico Energético também passou a desempenhar um papel relevante como elemento de:

- sensibilização das concessionárias e das empresas diagnosticadas quanto à criação de CICES;
- descentralização das atividades do PROCEL, transportando-as para o espaço regional e local de aproximação entre as concessionárias e as empresas consumidoras;
- elaboração de manuais específicos de “conservação” de energia, destinados à divulgação ampla;
- atuação junto a fabricantes de máquinas e equipamentos.

Na seqüência do Diagnóstico Energético, Salazar introduz o Estudo de Otimização Energética, que surge contextualizado numa concepção mais ampla, adotando “uma filosofia de gestão energética” (gestão da energia). Assim, o Estudo de Otimização Energética foi definido como aquele que busca “enxergar a unidade industrial como um todo, através da análise de equipamentos, processos, regimes de produção, acompanhamento de consumo específico por produto e por setor, introdução de novas tecnologias e criação de CICES”.

No que se refere à metodologia para realização do Estudo de Otimização Energética, o autor se baseia na elaborada pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), que compreende o seguinte:



- descrição detalhada do processo de produção, com identificação dos equipamentos e confecção de diagramas de fluxos de massa e energia;
- fluxograma do processo, contendo equipamentos, máquinas, tubulações, instrumentos, etc., com os respectivos valores de tensão e corrente nominais, pressão e temperatura de operação, vazão e fluxo de massa e energia;
- identificação e avaliação quanto à possibilidade de substituição de energéticos, incluindo viabilidade técnico-econômica e garantia de fornecimento, a longo prazo, da fonte de energia proposta;
- análise quanto à possibilidade de racionalização energética, levantando pontos críticos da instalação elétrica e térmica, por meio de medições das variáveis operacionais;
- balanço energético e exerético do processo de produção, com base no fluxograma e nas medições efetuadas, quantificando e qualificando a energia gerada, transformada e consumida, e as perdas decorrentes do processo;
- consumo específico dos produtos finais, para servir de parâmetro de comparação, tanto em relação ao consumo global da empresa, quanto em relação a outras empresas da mesma indústria (setor);
- diagrama de Sankey para energia e exergia, nas situações, encontrada e proposta;
- recomendações para substituição de equipamentos e componentes, com a especificação do equipamento proposto e a correspondente análise técnico-econômica;
- sugestões para racionalização de energia a nível de anteprojeto, propondo, quando aplicável, mudanças de *layout*, inclusão e exclusão de equipamentos, mudanças de operações que viessem aumentar a produtividade da empresa, alterações do regime de trabalho, etc.;
- análise técnico-econômica das alternativas de substituição/racionalização, objetivando subsidiar processos de decisão, inclusive em relação à priorização das medidas a serem implementadas;
- listagem de fabricantes de equipamentos e componentes, que poderiam ser necessários para a melhoria do desempenho das instalações da empresa.

O autor também discrimina os equipamentos e instrumentos necessários para a realização desse conjunto de atividades e cita a indispensável emissão do relatório de registro de resultados, contendo as conclusões e recomendações do Estudo de Otimização Energética, com as respectivas propostas de implementação. Objetivando a uniformização das atividades

e seus relatórios, a metodologia acima mencionada estabeleceu vários roteiros básicos e procedimentos atinentes a sistemas elétricos; equipamentos eletrotérmicos, de refrigeração e de condicionamento de ar; equipamentos térmicos; e sistemas complementares de caldeiras, aquecedores de água e fluido térmico.

Os estudos de otimização energética podem ser, e foram, estendidos das empresas aos setores de atividades, como ocorreu com os de panificação, laticínios e têxtil. Quando da sua aplicação, a metodologia acima relatada apresentou algumas dificuldades, tendo de sofrer alguns cortes, como por exemplo, a realização do balanço de exergia. Como indicado pelo autor, esse balanço traz vantagens apenas em instalações com disponibilidade de vapor e níveis de pressão, suficientes para a produção de trabalho; unidades industriais que operam com elevados níveis de temperatura em seus processos e rejeitam calor para sistemas com temperaturas bem menores; etc.

Em adição a considerações relevantes acerca da gestão da energia sob o ambiente estatizado da sua época; do foco específico, concentrado em energia elétrica; da visão deformada em que as demais formas de energia eram percebidas como concorrentes desprestigiadas da eletricidade; da perda de tempo do Brasil em relação às nações industrializadas, onde os programas de eficiência energética se proliferavam rapidamente; etc., Salazar estabelece uma conceituação clara acerca do Diagnóstico Energético e do Estudo de Otimização Energética, tanto no nível empresarial como no setorial, com seus fatores e organizações influentes, e suas características de desenvolvimento daquele tempo.

Avançando em termos gerenciais, de acordo com Thomas Eastop e David Croft (EASTOP; CROFT, 1990), a gestão da eficiência energética está contida numa concepção mais ampla de gestão da energia, abarcando quatro áreas principais de influência: a primeira trata da redução dos custos da energia por meio de negociações tarifárias, na qual, segundo esses autores, não há redução do consumo energético, apenas de custos, o que é alcançado por intermédio de processos diretos de negociação no mercado, tanto o cativo quanto o livre, de energia. Os autores expõem as diversas fontes primárias, como o óleo combustível, o gás natural, a eletricidade, etc., e suas alternativas de negociações nos mercados citados; eles também consideram que, apesar da estrutura tarifária não suscitar necessariamente alterações na demanda de energia, entretanto, pelo fato dela apresentar opções variadas de composição do consumo industrial no tempo, certamente sugerirá um modelo diferente de uso, o que poderá

levar, no final, a uma redução do custo final da energia e, portanto, é uma forma disponível para a gestão da eficiência energética.

A segunda área de influência considerada é a racionalização do uso da energia na planta industrial. Nesse caso, faz-se necessário que o termo “racionalização do uso da energia” seja de uso comum, pois, segundo os autores, é normal que esse termo surja apenas no ambiente em que a gestão da energia está em discussão. Nessa condição, as questões relacionadas à visão, ao planejamento e à implementação de ações de eficiência energética emergem de uma conscientização mais apurada acerca da necessidade de economizar energia, que extrapola a primeira idéia da economia de energia unicamente do ponto de vista do custo, ainda que este também seja importante e contemplado.

Essa racionalização pode dar-se por medidas simples de redução do consumo energético, como por exemplo, desligar equipamentos no momento certo, não permitindo que estes operem em vazio; fechamento completo de válvulas em pontos específicos do processo, refletindo uma visão operacional integrada; intolerância quanto a vazamentos de vapor, gás, ar comprimido, etc; melhoria nos sistemas de isolamento dos elementos de contenção e transporte de energia; etc. São fatores comandados por um aumento da consciência quanto à economia de energia e de uma gestão de pessoal e dos sistemas de processos disponíveis (ainda sem alteração destes) mais desperta para a problemática da energia. Como resultado final, haverá uma melhoria da eficiência energética da planta industrial e da respectiva gestão.

A terceira área de influência é a que trata do aumento da eficiência energética pela melhoria dos processos industriais e da estrutura de gestão. Nessa área de influência da eficiência energética, os autores consideram haver uma estrutura de gestão, que não se preocupa apenas com a prática das melhorias acima aludidas e o gerenciamento dos custos mensais da energia, mas, também, com a realização de atividades de engenharia de projeto e obras de construção e montagem para introdução de instrumentos de medição e teste ao longo dos processos industriais (instrumentação de controle de processo), permitindo, assim, que os fluxos e consumos de energia da planta industrial, como um todo, sejam medidos e monitorados. Essas providências, naturalmente, levam à prática de auditorias energéticas, as quais, por sua vez, conduzem à análise sistemática do consumo energético e do desempenho da planta, resultando, no final, numa gestão competitiva da eficiência energética dos sistemas industriais envolvidos, na redução dos custos operacionais e na produtividade da planta.

Nessa estrutura mais robusta de gestão da eficiência energética, os autores acreditam que já há espaço para o gestor da energia introduzir dados e referencial analítico, contendo objetivos de melhoria contínua dedicados à eficiência energética e inclusão de elementos essenciais de gerenciamento, como a auditoria energética acima mencionada e a realização de diagnósticos energéticos periódicos, emissão de relatórios, avaliação de resultados e retroalimentação do modelo adotado para a gestão da energia. Nessa perspectiva, adensam-se as atividades, e a estrutura, de gestão da eficiência energética da planta industrial.

Finalmente, de acordo com esses autores, a quarta área de influência a ser operacionalizada na gestão da eficiência energética é a que incorre na intensificação da racionalização de energia pela atualização ou substituição de processos, ou sistemas de processos, industriais. Essa forma de atuação evidencia uma estrutura de gestão da energia de alto nível, na qual poderá ocorrer a substituição de sistemas/subsistemas/equipamentos de processo, responsáveis pelo funcionamento da planta industrial. Esse modelo de gestão também indica uma sistemática de tomada de decisão e o aporte de soluções igualmente de alto nível, reconhecendo e agindo, com efetividade, sobre os referidos equipamentos e sistemas industriais que, em algum percentual ou no seu todo, estejam obsoletos, carecendo, portanto, de substituição.

Certamente, as atividades de aquisição, decorrentes desse nível de decisão gerencial, implicarão na extensão de outras respeitantes à engenharia de projeto e de construção e montagem, o que exigirá os indispensáveis cálculos do volume total de investimentos, das suas taxas e tempo de retorno, e do grau de interferência na capacidade de produção da planta industrial durante o período das obras. Esse elevado nível de alterações, que acarreta a substituição parcial ou total dos sistemas industriais também pode provocar, por exemplo, a aquisição de sistemas de cogeração.

Dessa forma, para a operacionalização eficaz da quarta área de influência sobre a gestão da eficiência energética, pelo significativo volume de investimentos e alto nível de tomada de decisão, implicados, requiere-se da organização concernente um grau compatível e elevado de gestão da energia.

Como se pode verificar até esse ponto da visão de Thomas Eastop e David Croft, as áreas consideradas, por eles, como decisivas para a gestão da eficiência energética, visam terminantemente aos custos econômicos da energia, à produtividade e à competitividade dos

sistemas industriais. Entretanto, além dos aspectos técnicos e gerenciais fisicamente mais visíveis do maior consumo ou da eficiência energética dos processos industriais, esses autores também reconhecem a importância de outros, mais indiretos e subjacentes, como a análise da natureza mais, ou menos, intensiva desses processos, requerendo que se esclareça se devem ser feitos investimentos em sistemas energéticos mais eficientes para atendê-los ou, se são eles que devem ser substituídos; outros fatores, como a cultura dos administradores quanto à importância dos custos da energia na produtividade da planta, os tipos de produtos finais fabricados ou serviços fornecidos, a motivação e o treinamento do pessoal em relação à eficiência energética, etc., também são ponderados na visão dos autores.

Embora os aspectos socioambientais, contidos no objeto deste trabalho, sejam explicitamente contemplados nesses autores, o conceito de gestão da eficiência energética foi por eles desenvolvido em termos estritamente econômicos, expressivamente fundados sobre a crescente e incessante necessidade de reduzir os custos da energia, que, em todo o mundo, teimam em aumentar em relação aos operacionais, finais, da planta industrial. Quanto ao escopo gerencial, além dos elementos de gestão da energia acima reportados, os autores também incluem as atividades de elaboração e divulgação dos relatórios do desempenho econômico da energia, estruturação de referencial analítico para a avaliação progressiva desse desempenho em relação aos objetivos previamente traçados, e a retroalimentação do modelo de gestão da energia, adotado; isto é, eles são completos quanto à descrição do processo de gestão da eficiência energética do ponto de vista econômico.

De acordo com ELETROBRAS/PROCEL (BRASIL. MME, 2006), que reflete a concepção do PROCEL, a racionalização de energia é tratada como “conservação” de energia e se processa por duas vertentes principais: a mudança de hábitos e a eficiência energética. A eficiência energética é definida em função dos aspectos técnicos e tecnológicos; isto é, pelo emprego de tecnologias de equipamentos, processos e sistemas de processos energeticamente mais eficientes, além de incorporarem os aspectos socioambientais relacionados à geração e ao consumo de energia.

Na realidade, essa obra também questiona a concepção tradicional de “conservação” de energia; por exemplo, no Capítulo 4, ela indaga sobre a efetividade da preocupação em “conservar” energia, se a Primeira Lei da Termodinâmica assegura que a energia não se cria nem se destrói, permanecendo constante no universo. Em seguida, ao prosseguir na direção da

eficiência energética, a obra explana sobre a substituição do conceito de “conservação” pelo de “racionalização” de energia; entretanto, a exemplo de S. Salazar (SALAZAR, 1992), ELETROBRAS/PROCEL também suscita dificuldades culturais do país, visto que o termo “racionalização”, por ter a mesma raiz latina (ratio=razão) da palavra “acionamento”, poderá trazer mais confusão que elucidação, pois esses dois vocábulos, tanto no plano léxico quanto no sintático, encerram significados totalmente diferentes.

Sem pretender exaurir o assunto, ELETROBRAS/PROCEL expõe que a operacionalização da eficiência energética exige, necessariamente, uma estrutura gerencial mínima, compatível com a da empresa, devendo abranger atividades, tais como, identificar, quantificar, modificar a situação existente e acompanhar a implementação, as ações corretivas e os resultados alcançados. As tarefas de identificar e quantificar, a obra define como sendo as básicas, fundamentais, da auditoria energética. Dessa forma, para a eficácia do processo de eficiência energética, é indispensável diagnosticar e conhecer a realidade energética da instalação industrial (objeto desta monografia, pois poderá ser outro tipo de instalação) em causa para, então, estabelecer a visão e o relato das necessidades, definir as prioridades, implementar os projetos de redução do consumo (e de perdas) de energia e, finalmente, medir e acompanhar os resultados. A obra também recomenda que todos esses passos devem ser realizados no contexto de um processo contínuo, sistemático, fazendo parte do modelo de gestão do negócio.

ELETROBRAS/PROCEL exprime duas metodologias padronizadas, atuais, para efetuar auditorias energéticas: o Diagnóstico Energético e o Estudo de Otimização Energética. O primeiro aborda, essencialmente, eletricidade, e visa analisar unidades consumidoras, principalmente industriais e comerciais, sendo definido como um levantamento do perfil de consumo por uso final, o qual é comparado com uma amostra dos principais setores produtivos; para a sua realização, utilizam-se alguns modelos computacionais. O Estudo de Otimização Energética já é mais completo e demorado, abordando o uso de energia elétrica e de outros combustíveis, propõe alternativas aos sistemas sob análise e prioriza ações de otimização energética, sendo, portanto, a metodologia mais indicada para o tratamento integral, gerencial, da eficiência energética e a que melhor corresponde ao conceito de auditoria, implicando em requisitos mais apurados de qualificação e planejamento para a sua execução.

Quanto à Auditoria Energética, com base em metodologia desenvolvida por Horta Nogueira (NOGUEIRA, 1990 apud BRASIL. MME, 2006), a obra apresenta as condições e métodos aplicáveis, cuja seqüência de atividades passa pelo levantamento de dados gerais da empresa em causa, estudo dos fluxos de materiais e produtos, caracterização do consumo energético, avaliação das perdas de energia, elaboração dos estudos técnico-econômicos atinentes às alternativas a serem implementadas, etc., e alcança a utilização dos diagramas de Sankey e o formato do relatório de registro de resultados.

De forma análoga a G. Rajan (RAJAN, 2003), mencionado adiante, visando a um programa de eficiência energética bem estruturado, ELETROBRAS/PROCEL também busca responder a questões essenciais, tais como:

- Quanta energia está sendo consumida?
- Quais sistemas estão consumindo energia?
- Como se está consumindo energia, com qual eficiência?

No contexto termodinâmico, ELETROBRAS/PROCEL desenvolve a lei da conservação da energia, visando a sua aplicação na quantificação de fluxos energéticos, como a elaboração de balanços energéticos, determinação das perdas e do desempenho energético, ou seja, da eficiência energética de sistemas energéticos,  $\eta_{en}$ , estabelecendo as relações entre o efeito útil e o consumo energético do sistema. Ver a Figura 3.1 abaixo, adaptada dessa obra.

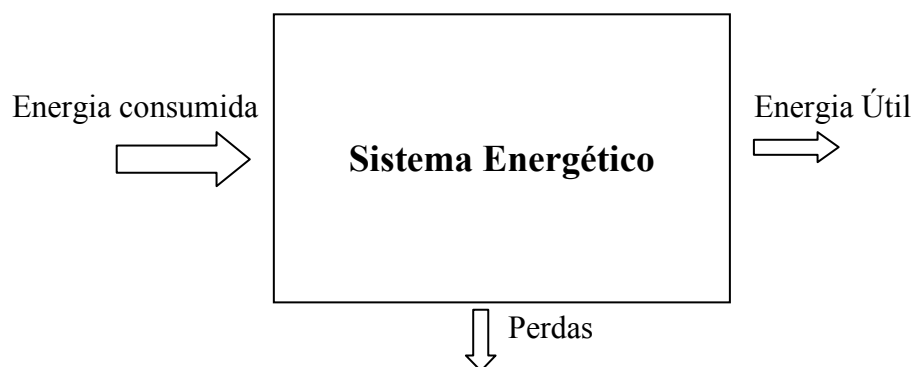


Figura 3.1 – Sistema Energético Genérico

Fonte: ELETROBRAS/PROCEL (BRASIL. MME, 2006)

Na Figura 3.1, a energia consumida é a necessária para o funcionamento normal do sistema energético representado, o qual, portanto, carece do seu abastecimento; enquanto que, a eficiência desse sistema energético é calculada pelas equações abaixo:

$$\eta_{en} = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{consumida}}} = \frac{E_{\text{consumida}} - \text{Perdas}}{E_{\text{consumida}}} = 1 - \frac{\text{Perdas}}{E_{\text{consumida}}} \quad (\text{Eq. 3.1.1})$$

Em seguida, a obra avança para a aplicação da Segunda Lei da Termodinâmica a processos de transformação de energia, envolvendo ciclos térmicos de potência e o conceito de rendimento máximo das máquinas térmicas reversíveis, ideais, desenvolvido por Sadi Carnot, em 1824, em que a eficiência do sistema é definida como:

$$\eta_{en} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (\text{Eq. 3.1.2})$$

Em seguida, ELETROBRAS/PROCEL tece esclarecimentos essenciais a respeito de  $T_1$  e  $T_2$ , que correspondem, respectivamente, às temperaturas absolutas das fontes térmicas de alta e baixa temperatura; da eficiência energética do sistema, que depende da diferença entre elas; da energia nobre do ciclo termodinâmico, que é aquela transformada em trabalho, o qual, por sua vez, pode ser convertido em outras formas de energia; e as energias de baixa qualidade, que são aquelas que restam apenas na forma de calor de baixa temperatura e não se prestam para qualquer outra aplicação produtiva (caem no escoadouro ocioso, inativo, do calor de baixa temperatura). Nesse ponto da obra, são feitas percucientes elucidações acerca das limitações presentes nas transformações energéticas que envolvem calor.

No que se refere à justaposição da cadeia de valores da energia com a socioambiental, essa obra inova significativamente o conceito de eficiência energética, deslocando-o em direção ao adotado no presente trabalho. Essa inovação se consubstancia nos seguintes elementos:

- reconhecimento da problemática dos custos socioambientais decorrentes da geração e consumo de energia, fazendo uma descrição sobre o crescimento e aglomeração, contínuos, da população mundial, com demandas cada vez maiores de energia, exigindo a formulação de diferentes estratégias de desenvolvimento sustentável para distintos países;



- ênfase na problemática da poluição ambiental, com o estresse provocado sobre os ecossistemas remanescentes, além do desperdício de energia elétrica, o qual, no caso do Brasil, informa ser da ordem de 20%.

A obra faz menção explícita às responsabilidades dos setores industriais com esses custos socioambientais, exortando-os, por meio dos indicadores apresentados, a criarem programas de eficiência energética, e introduz um novo elemento de grande valor estratégico, que é alertar as empresas para o fato de que se elas investem em gestão da eficiência energética, podem desenvolver estratégias competitivas de pioneirismo e reconhecimento pelo mercado das suas iniciativas positivas no que se refere à melhoria das condições de vida da sociedade e à ecoeficiência, podendo render-lhes posturas de liderança e aumento de lucratividade. É um conceito de proeminente atualidade, que pode trazer resultados positivos de curto, médio e longo prazos para as empresas que assim se posicionarem no mercado.

Em ELETROBRAS/PROCEL (BRASIL. MME, 2007) são desenvolvidos métodos para implementação da Lei de Eficiência Energética, Lei N° 10.295, através da realização de projetos de eficiência energética em sistemas mecânicos acionados por motores elétricos, iluminação, ar condicionado e ar comprimido; também estão relatados exemplos de projetos realizados, a identificação das respectivas empresas e os resultados alcançados.

No escopo conceitual dessas duas obras ELETROBRAS/PROCEL, a eficiência energética tanto pode ser alcançada pela inovação tecnológica e introdução de novos produtos, sistemas e equipamentos de menor consumo de energia, como por novas formas de gestão do processo produtivo. Essas novas formas equivalem ao que Thomas Eastop e David Croft (EASTOP; CROFT, 1990) chamaram de novos sistemas energéticos aplicados aos processos/sistemas de processos industriais em causa.

As obras ELETROBRAS/PROCEL também mencionam as vantagens que o desenvolvimento tecnológico já tem propiciado, como, por exemplo, as lâmpadas e motores mais eficientes; novos eletrodomésticos; sensores e sistemas de automação que otimizam a geração, transporte e distribuição de energia, e novos dispositivos eletrônicos de administração da carga do lado da demanda; introdução de sistemas de cogeração e tantos outros avanços, que implicam em melhor uso da energia.

ELETROBRAS/PROCELL (BRASIL. MME, 2006) estabelece os quatro níveis da eficiência energética, a saber:

- a) Eficiência energética na extração de energia primária.
- b) Eficiência energética na conversão da energia primária em secundária.
- c) Eficiência energética na transmissão e distribuição de energia.
- d) Eficiência energética nos processos de conversão em produtos e serviços.

Essa obra esclarece que os programas de eficiência energética de maior retorno são os dos níveis “b” e “d”.

No contexto em que as componentes socioambientais da energia são plenamente consideradas, os métodos de eficiência energética preconizados nessas obras, igualmente definem como seus instrumentos de gestão, a auditoria e o diagnóstico energéticos, a emissão e publicação dos respectivos relatórios, a criação do referencial analítico, a sistemática de avaliação de resultados vis-à-vis as metas preestabelecidas, o treinamento de pessoal e a contínua retroalimentação do modelo de gestão da eficiência energética, adotado.

Assim, o PROCEL, com suas bases governamentais no MME, equipe profissional da ELETROBRAS e a colaboração institucional de professores e pesquisadores da UNIFEI, todos mencionados nelas, emanam conceitos modernos, atuais, para a gestão da eficiência energética, os quais, combinados com outros, serão adotados ao longo do presente trabalho de monografia.

Objetivando evitar texto repetitivo, menções adicionais ao papel superlativo do PROCEL no que concerne à racionalização de energia (eficiência energética) no Brasil, que, na linguagem desse Programa, tem o nome de “conservação de energia”, não são objeto do presente Capítulo, por já o haver sido no anterior.

No trabalho de monografia de M. Paula Martins (MARTINS, 1999), realizado no Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a eficiência energética é definida em termos das Primeira e Segunda Leis da Termodinâmica, as quais permitem calcular, e distinguir, a energia utilizada para processamento do próprio sistema de geração e a útil, que resulta na energia disponibilizada para realização efetiva de trabalho; isto é, a

energia despachada para os centros de carga (demanda). Segunda a autora, por essa característica física em que os fluxos energéticos são considerados na sua plenitude, o conhecimento da Termodinâmica constitui a base mais consistente para a definição de eficiência energética.

No seu trabalho científico, em adição às áreas tradicionais de aplicação da eficiência energética, como os sistemas de iluminação, ar condicionado, cogeração, etc., a autora contempla, de forma explícita, a do Planejamento Integrado de Recursos (PIR), em que ela delega aos planejadores e reguladores do sistema energético nacional as tarefas de avaliação dos custos e dos benefícios globais da energia, sob as óticas da oferta e da demanda, de tal forma que esta importe no menor custo financeiro e ambiental. Embora não defina indicadores, Paula Martins declara que o volume dos investimentos em tecnologia aplicada à eficiência energética (para economizar energia) é significativamente inferior ao necessário para gerar quantidade equivalente de energia nova.

Esse trabalho detalha o envolvimento dos diversos agentes determinantes dos sistemas energéticos, como os presentes na geração, transmissão, distribuição e na ponta da demanda, expondo sobre a dificuldade de se estabelecerem interfaces eficientemente gerenciáveis entre eles, a diversidade de interesses, etc., suscitando haver grandes obstáculos para a execução de projetos de eficiência energética, que requeiram integração entre os mesmos. De tal forma que esses projetos sempre são realizados individualmente por cada agente. Essa individualização diminui o alcance, particulariza os investimentos e inclui empresas nem sempre de grande porte, tendo como consequência, a dificuldade de acesso destas a linhas de financiamento a custos e prazos mais acessíveis. Dessa forma, a problemática da generalizada dificuldade de financiamentos no Brasil, inclusive para a eficiência energética, é levantada.

A autora desenvolve uma conexão dos projetos de eficiência energética com os de inovação: ambos contêm requisitos de pesquisa, inovação incremental ou disruptiva, capacidade econômica e de gestão; e, de forma subjacente, para sua sustentação, esses requisitos se apóiam em complexas interações entre as forças tecnológicas, econômicas, sociais, institucionais e políticas. A partir dessa conexão, os projetos de eficiência energética também passam a poder ser entendidos, e enquadrados, como de inovação tecnológica. (Se esse aspecto puder ser desenvolvido pelos setores industriais na alavancagem dos seus projetos de eficiência energética, a pesquisa dessa autora poderá ter trazido uma contribuição

positivamente incalculável para o setor energético, principalmente com a promulgação da lei brasileira de inovação, Lei nº 10.973, de 02/12/2004, que ocorreu, portanto, após a publicação do trabalho científico dela.).

Adicionalmente, esse trabalho faz uma análise comparativa da experiência brasileira em eficiência energética, essencialmente fundada no modelo do PROCEL acima sintetizado, com as de outros países, como, por exemplo, as da União Européia, EUA e do Canadá. Nessa comparação, a autora aclara as medidas institucionais tomadas pelos países da União Européia em favor dos programas regionais e nacionais em benefício da eficiência energética, desde a década de 1970, incentivando e coordenando programas de inovação, pesquisa e desenvolvimento, incentivos financeiros e de cooperação tecnológica entre os países do bloco. Nestes, a autora examina a criação de agências públicas dedicadas à eficiência energética, como a Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (ADEME), na França; a Agentschap voor Duurzaamheid en Innovatie (NOVEM), na Holanda; a Energimyndigheten (STEM), na Suécia; o Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), na Espanha; a Energy Efficiency Opportunities (EEO), no Reino Unido; etc. Em paralelo, foram criadas organizações para promover investimentos em eficiência energética, como o Danish Fund for Electricity Savings (DFES), na Dinamarca, e o Energy Savings Trust (EST), no Reino Unido.

Com o seu crescimento, essas agências se uniram numa espécie de clube internacional, objetivando o compartilhamento e a disseminação de experiências, permitindo-lhes alcançar elevados ganhos de escala nos campos da pesquisa e desenvolvimento, nos programas de demonstração e na expansão das tecnologias em eficiência energética. Esses programas abrangem desde os sistemas de iluminação, que, a exemplo do PROCEL, no Brasil, envolvem a iluminação pública; no bloco europeu foram instituídos programas em rede, como a rede cidades eficientes, que tratam da eficiência energética na esfera municipal, até os setores industriais de uma forma geral.

Conforme o trabalho científico sob exame, desde o seu início, os programas de eficiência energética na União Européia inseriram uma nova forma de organização do setor de energia, contemplando sistemas energéticos, com a presença das fontes renováveis (PCHs, solar, eólica e a dendroenergética), além da posição de destaque conferida aos fatores socioambientais.

A autora chama a atenção para a estratégia de longo prazo dos programas de eficiência energética da União Européia, que visualiza esse modelo de economia de energia como fator essencial de redução das diferenças socioeconômicas e de qualidade de vida entre os distintos países e regiões que hoje a compõem. No centro dessa estratégia está estabelecido que o suporte financeiro do bloco para as políticas energéticas dos seus membros tem os seguintes objetivos:

- a) capacitar os países/regiões com informações sobre energia (oferta/demanda) e realizar atividades/programas descentralizados, especialmente no campo da eficiência energética do consumidor final, conservação e desenvolvimento de fontes renováveis de energia;
- b) atrair a atenção das autoridades para a relevância das análises e ações de controle do consumo de energia;
- c) colaborar, através da construção de instrumentos de mercado com empresas consultoras e equipes locais, nas análises acerca de temas, tais como, energia e meio ambiente, energia e desenvolvimento local, etc.
- d) promover a troca de experiências entre as regiões, países e suas cidades, de tal modo a encorajar as equipes existentes a trabalharem juntas, trocar informações e desenvolver programas compartilhados.

Na conclusão da sua visão panorâmica sobre os programas de eficiência energética da União Européia, a autora faz referência ao de apoio ao desenvolvimento econômico e social sustentável, direcionado à América Latina, no qual está contido o Projeto de Cooperação Euro-Brasileira de Combate ao Desperdício de Energia (BRACEL).

Quanto à experiência norte-americana em eficiência energética, a autora relata que as políticas concernentes se iniciaram logo após o primeiro choque do petróleo em 1973 e já nasceram inspiradas em economia de energia e preocupação com a poluição nas grandes cidades dos EUA e sua influência nas mudanças climáticas. Dentre essas políticas, são mencionadas, por exemplo, a de desenvolvimento tecnológico para fabricação de equipamentos utilizados em grande volume no mercado, energeticamente mais eficientes: refrigeradores com 20% de aumento de eficiência energética, 30% em condicionadores de ar centrais, 50% nas lavadoras de roupa, 40 % no consumo médio de combustíveis dos carros e dos pequenos caminhões, etc.

A autora relata que, apesar do pragmatismo econômico e sociambiental do seu programa de eficiência energética, os EUA têm grande dificuldade em reduzir seus elevados custos sociambientais (principalmente no setor de saúde pública e segurança nacional), por meio do aumento da eficiência dos seus sistemas energéticos, devido ao alto nível de adensamento do seu parque industrial através do país, com todos seus efeitos colaterais, igualmente adensados, de degradação.

Ainda, segundo a autora, as políticas norte-americanas atuais mais oportunas à eficiência energética são:

- fortalecer os padrões de eficiência energética para novos aplicativos e intensificar os requisitos dos códigos legais para novas construções;
- eliminar subsídios públicos para o consumo de combustíveis fósseis;
- restabelecer os investimentos das concessionárias de energia elétrica em programas de eficiência energética, com prioridade para o setor residencial e os pequenos negócios.

Como se constata no diagnóstico da autora, os programas norte-americanos, similares aos brasileiros, ainda não conferem prioridade à eficiência energética em grandes consumidores industriais.

Paula Martins também discorre sobre o programa canadense de eficiência energética, acerca do qual revela ser calcado na consideração dos aspectos socioambientais, incentivos governamentais e facilidade de financiamentos. A experiência canadense também enfatiza a utilização das fontes renováveis de energia, além de possuir uma vertente de disseminação educacional muito forte.

Esse trabalho científico também relaciona os principais desafios e obstáculos a serem transpostos para a implementação de projetos de eficiência energética no Brasil, um país de dimensões continentais. A autora cita os seguintes:

- Tecnologia: mesmo que sejam conhecidas várias tecnologias energeticamente mais eficientes, diversas delas ainda não estão disponíveis no mercado.

- Custo inicial: a sociedade é muito sensível aos custos iniciais de equipamentos mais eficientes.
- Informação: há carência de informações sobre as melhores tecnologias e a relação custo/benefício associada a elas.
- Cultura: há carência de cultura de combate ao desperdício de energia elétrica (a exemplo do PROCEL no seu início, essa cultura ainda é mais voltada à energia elétrica).
- Legal/Institucional: há grande conflito de competências, legal e institucional, para tratar dos assuntos da energia.
- Conflitos de interesse: existem variados conflitos de interesse entre os agentes atuantes ao longo dos sistemas energéticos: geradores, concessionárias de distribuição, consumidores, empresas de transmissão, etc.
- Financiamento: há dificuldades para acessar condições de financiamento atrativas (juros, prazos de carência e pagamento, garantias, etc.).
- Mercado: há imaturidade no mercado de eficiência energética e de equipamentos energoeficientes.
- Capacitação: há deficiências de pessoal qualificado em número suficiente para os projetos que o país necessita, tanto em energia no seu todo como em eficiência energética, especificamente.
- Equipamentos: há resistência das empresas fabricantes para lidar com normas e padrões mais rigorosos, que são aplicáveis a equipamentos energoeficientes.
- Descentralização: na maioria dos estados brasileiros não há estrutura para tratar com a área de eficiência energética.

Finalmente, ainda que o trabalho científico sob análise não trate adequadamente dos instrumentos gerenciais da eficiência energética, como as auditorias e diagnósticos energéticos, a governança da energia, etc., ele descreve o papel das ESCOs na realização de parte desses serviços. O trabalho também trata das dificuldades de financiamento, no Brasil, para a realização dos referidos serviços.

Reconhecendo que os sistemas industriais consomem quantidades elevadas das várias formas de energia, primária e secundária, como eletricidade, óleo combustível, carvão, lenha, vapor, etc., G. Rajan (RAJAN, 2003) define que os processos ou sistemas de processos mais

energointensivos são aqueles que contêm equipamentos térmicos, como fornos, caldeiras, etc., seguidos dos rotativos, como as turbinas, bombas e compressores. Segundo ele, no que se refere à eficiência energética de sistemas industriais, o monitoramento desses equipamentos é prioritário em relação aos demais, como, por exemplo, os sistemas de acionamento por motores elétricos; mesmo que estes encerrem consumo energético de monta, a demanda térmica apresenta níveis bem mais elevados.

Na obra em referência, Rajan avança na eficiência energética, introduzindo métodos para otimizá-la com forte apoio de programas de computador. De acordo com esses métodos de otimização, os softwares facilitam a automação dos instrumentos de gestão, tais como, a criação do referencial analítico do desempenho energético da planta industrial, classificação dos centros de custo/lucro da energia, monitoramento do desempenho dos sistemas/subsistemas/equipamentos envolvidos, análise quantitativa gráfica dos resultados, etc., de tal forma que eles compõem ferramentas fundamentais a serem utilizadas pelo gestor da energia ou da planta industrial como um todo.

No enfoque do autor, essa automação conforma um modelo de gestão da eficiência energética, que passa a dispor de dados confiáveis para responder a questões, tais como:

- Quais as plantas industriais, setores ou equipamentos que consomem mais energia que o previsto em projeto?
- Que razões levam a esse consumo anormal?
- Como essa situação pode ser mudada?
- Qual o impacto dessa situação nos custos operacionais/produzitividade da planta industrial? Etc.

As opções de otimização energética dos equipamentos mais utilizados nos sistemas industriais, tais como, fornos, caldeiras, turbinas, compressores, etc., com detalhamento dos seus componentes mais comprometidos com a eficiência energética, são discorridos ao longo dessa obra. Por exemplo, no caso das caldeiras são discriminados os cálculos e os procedimentos adequados para conter perdas e otimizar a eficiência dos seus elementos principais, como a eficiência na captura de calor no tubo de alimentação de água, controle da umidade na mistura do combustível, controle do calor sensível e do percentual de



hidrocarbonetos com combustão incompleta nos gases da chaminé, redução das perdas por convecção e radiação, controle de perdas por purgas excessivas, etc.

A obra também descreve procedimentos para a eficiência dos sistemas de estocagem e transporte de energia ao longo da seqüência dos processos industriais e especifica métodos para otimização de equipamentos e sistemas específicos, como por exemplo, fornos, sistemas de destilação, vapor e vácuo; equipamentos rotativos e de contenção de calor; etc. As alternativas de recuperação de energia térmica em degradação (que está sendo desperdiçada para o ambiente) também são descritas pelo autor, com prioridade nas áreas de condensação de vapor e de lançamento na atmosfera, como na saída da chaminé e nos setores e sistemas que lançam vapor e água quente no ambiente. Também são desenvolvidos procedimentos para recuperação de potência em sistemas de fluxos de líquido em alta pressão e de transporte de grandes volumes de gás; e feitas considerações acerca da reciclagem de materiais utilizados nos processos industriais e seus rejeitos, e da eficiência em sistemas de criogenia.

Dentre os vários métodos de otimização da eficiência energética, descritos ao longo dessa obra, como as possíveis variações na capacidade de utilização dos sistemas industriais em causa, em sua dimensão parcial ou total; o grau de severidade operacional; as condições físicas dos equipamentos; etc., também se depreende a existência de opções de flexibilização das fontes primárias de energia, com a introdução ou expansão das renováveis, ou, ainda, a realização de mudanças nas que estão sendo utilizadas. Essa otimização dos sistemas energéticos em vigor, sugerida pelo autor, abre espaço para possibilidades variadas de suprimento energético, com conseqüências diretas mais, ou menos, positivas, sobre as condicionantes socioambientais implicadas.

Quanto aos aspectos gerenciais do seu enfoque de otimização da eficiência energética dos sistemas industriais, Rajan adota a auditoria energética como um instrumento essencial para medição do desempenho energético desses sistemas, introduz a conhecida distribuição de Pareto como ferramenta básica para identificação dos subsistemas/equipamentos que consomem mais energia, a emissão do relatório com os resultados mensurados e a avaliação destes em relação aos objetivos preestabelecidos, a análise e interpretação dos eventuais desvios detectados e a conseqüente implementação das ações corretivas cabíveis, e a retroalimentação para aperfeiçoamento do modelo de gestão energética, adotado. Nessa obra, todo o processo de gestão desenvolvido está respaldado por softwares de automação, aos

quais o autor também se refere como ferramentas de aprendizado e desenvolvimento da equipe de gestão da energia.

Em complementação, essa obra contém princípios da engenharia aplicáveis a processos industriais energointensivos, estudos de viabilidade técnico-econômica de projetos de eficiência energética, contendo, em vários exemplos, projeto executivo e detalhado; elementos de construção, montagem e de entrada em operação das instalações; e de um variado conjunto de regras práticas para conferir eficiência energética nos sistemas industriais considerados.

Ainda que a eficiência energética tratada na dissertação de mestrado de Zenilda Ribeiro (RIBEIRO, 2005) respeite, especificamente, à energia elétrica e aos Programas de Eficiência Energética (PEEs) previstos na Lei Nº 9.991, detalhada no Capítulo 2, esse trabalho científico traz algumas considerações essenciais sobre investimentos realizados no setor industrial, que é o objeto da presente monografia. Inicialmente, ao corroborar ELETROBRAS/PROCEL (BRASIL. MME, 2006), asseverando que economizar 1kWh custa quatro vezes menos que gerar a mesma quantidade de energia, Zenilda acrescenta que não apenas esses aspectos técnico-econômicos devem ser considerados, mas, adicionalmente, seus benefícios socioambientais conseqüentes, o que enriquece e dá um novo, e proeminente, significado ao investimento em eficiência energética.

A eficiência energética é definida, por essa autora, como o conjunto de práticas e políticas, que resulte em redução dos custos com energia e/ou aumento a quantidade disponível desta, sem alterar a geração. Ela resume essas práticas e políticas da seguinte forma:

- Planejamento Integrado de Recursos (PIR), em que os elementos de planejamento e regulação dos setores energéticos avaliam os custos e benefícios sob as óticas da oferta (geração/transmissão/distribuição) e da demanda (consumidor final), de tal maneira que a energia utilizada apresente os menores custos, financeiro e socioambiental;
- eficiência na geração, transmissão e distribuição, pela utilização de práticas e tecnologias, que estimulem a eficiência em toda a eletricidade que é gerada e entregue aos consumidores finais, incluindo, nessa categoria, a cogeração e outras tecnologias capazes de disponibilizar maior quantidade de energia a plantas industriais;
- eficiência no uso final, envolvendo práticas e tecnologias, que estimulem a eficiência energética no consumidor final, abarcando todos os empregos, desde o residencial, o

industrial, o de transportes, etc., e inclua a flexibilização das fontes convencionais, alcançando as solar, eólica, etc., além de instrumentos e sistemas de controle do consumo de energia.

Como se vê, essa definição de eficiência energética concorda com ELETROBRAS/PROCEL. Analogamente à Paula Martins (MARTINS, 1999), Zenilda também faz uma avaliação ampla da experiência brasileira, norte-americana e europeia acerca da eficiência energética, com a diferença de que, no âmbito nacional, à experiência do PROCEL, esta autora acrescenta um resumo das ações do CONPET, da Lei Nº 9.991, da ANEEL e seus contratos de desempenho, e do papel das ESCOs no mercado livre, privado, de eficiência energética, cunhado na presente monografia como Mercado Autônomo de Eficiência Energética (MAUFE).

Quanto aos fatores socioambientais implicados na geração hidrelétrica, a dissertação de Zenilda menciona os elevados custos e tempo, necessários para a construção de hidrelétricas, mormente as de grande porte, as enormes áreas inundadas e a necessidade de deslocamento das populações residentes nessas áreas. A autora faz menção ao caso emblemático da hidrelétrica de Balbina, a qual, conforme os dados da Tabela 3.1 abaixo, com quase o dobro de área inundada, produz cerca de 85 vezes menos energia elétrica do que a usina de Itaipu.

A autora usa essa análise com o objetivo de demonstrar os benefícios que podem ser atingidos por investimentos em eficiência energética, em termos da minimização ou adiamento desses empreendimentos e seus impactos socioambientais correspondentes.

Tabela 3.1 – Geração específica de usinas hidrelétricas

<b>Usina</b>	<b>Área Inundada (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Potência instalada (MW)</b>	<b>Índice (MW/km<sup>2</sup>)</b>
Itaipu (BR/PY)	1.350	12.600	9,33
Tucuruí (PA)	2.430	4.250	1,75
Furnas (MG)	1.450	1.312	0,90
Sérgio Motta (SP/MS)	2.250	1.858	0,83
Serra da Mesa (GO)	1.784	1.200	0,67
Sobradinho (BA)	4.214	1.050	0,25
Balbina (AM)	2.360	250	0,11

Fonte: (RIBEIRO, 2005)

Ela também faz alusão às externalidades negativas associadas à geração termelétrica; no entanto, não as descreve.

Quanto ao Diagnóstico Energético, Zenilda expressa que ele tem por objetivo principal determinar as condições atuais da instalação sob o ponto de vista do uso de energia, identificando problemas e recomendando soluções para que aquela seja eficiente. Ela ainda menciona que esse diagnóstico consta de visitas diretas às instalações sob análise, nas quais os seus agentes pedem informações, tais como:

- caracterização dos insumos energéticos utilizados;
- levantamento de dados operacionais, em tempo real, por meio do uso de instrumentos de medição;
- entrevista com funcionários e usuários para coletar informações sobre aspectos operacionais, hábitos de uso e conforto das instalações;
- análise dos diversos dados de operação e consumo;
- cadastramento de amostra representativa das instalações e equipamentos;
- levantamento das opções de redução dos desperdícios identificados;
- verificação quanto às oportunidades de redução de custos pelos aspectos institucionais ainda não utilizados;
- estabelecimento de formas de correção associadas a investimentos, pela implantação de novos sistemas ou pela mudança dos hábitos de utilização de energia.

Na seqüência, a autora menciona que o Diagnóstico Energético é um dos principais instrumentos mercadológicos utilizados pelas ESCOs para desenvolver os seus projetos de eficiência energética.

Por meio do seu trabalho científico, nas diversas regiões geográficas do Brasil, sem exceção, essa autora pesquisou 238 diagnósticos energéticos e 31 projetos de eficiência energética efetivamente realizados, no intervalo de tempo de 1993 a 2005, sendo vários deles já inseridos nos recursos da Lei Nº 9.991 e levados a cabo diretamente por concessionárias e permissionárias de serviços públicos de energia elétrica ou pelas ESCOs.

A partir da análise dos dados coletados de várias regiões, é feita uma consolidação nacional para a atratividade dos PEEs, prevista (ou prometida) nos diagnósticos energéticos pesquisados, a qual foi definida em função do tempo de retorno dos investimentos respectivos. Ver a Figura 3.2 abaixo, reproduzida da dissertação mencionada.

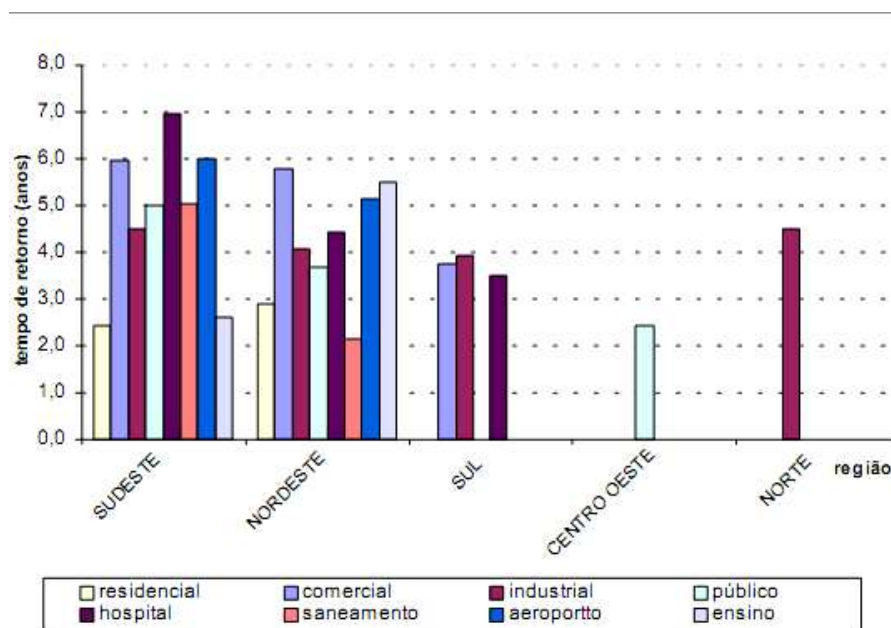


Figura 3.2 – Tempo de retorno por uso final

Fonte: (RIBEIRO, 2005)

Deve-se observar, então, que, na região Sudeste, o setor residencial é o mais atrativo, seguido do de ensino e do industrial, vindo em seguida, o público. Na região Nordeste, a atratividade começa pelo setor de saneamento, seguido pelos residencial e público, vindo, na seqüência, o industrial. No Centro-Oeste, foi analisado apenas o setor público, que apresenta significativa

atratividade; enquanto no Norte, tendo sido avaliado somente o setor industrial, este apresentou um tempo de retorno acima de quatro anos.

Quanto aos PEEs efetivamente implementados, após consolidados em termos nacionais, considerando a taxa de desconto de 12%, a autora informa que, na média dos diversos setores envolvidos, 58% dos projetos apresentaram tempo de retorno inferior a cinco anos, com os 42% restantes, acima desse prazo.

Nas comparações mostradas e nas conclusões da sua pesquisa, Zenilda demonstra que os investimentos em eficiência energética, feitos em regiões de rendas econômicas acentuadamente diferentes, produzem maior acesso e condições mais dignas de vida às populações daquelas de renda mais baixa; por exemplo, na região Nordeste, o aumento de eficiência energética implicou, diretamente, na redução dos custos e no aumento do consumo per capita de energia.

José Goldemberg e Dondero Villanueva (GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D., 2003) definem a eficiência de sistemas energéticos na mesma base termodinâmica de ELETROBRAS/PROCEL (BRASIL. MME, 2006) representada na Eq. 3.1.1; por via análoga, usando o conceito de processo reversível de Sadi Carnot, esses autores também definem a eficiência das máquinas térmicas,  $\eta$ , em função das quantidades de calor fornecida e dissipada, chegando à mesma formulação da Eq. 3.1.2 acima estabelecida. Ver a Figura 3.3 a seguir, adaptada dessa obra.

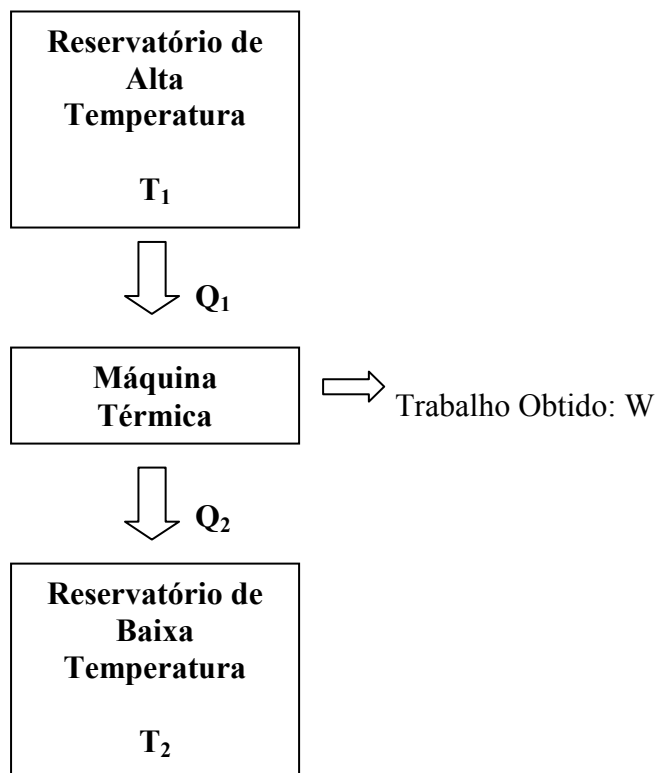


Figura 3.3 – Eficiência das máquinas térmicas

Fonte: (GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D., 2003)

De acordo com as condições acima apresentadas, a eficiência dessa máquina térmica,  $\eta$ , será dada por:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (\text{Eq. 3.3.1})$$

Essa equação leva, necessariamente, à mesma conclusão de ELETROBRAS/PROCEL na Eq. 3.1.2, em que:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (\text{Eq. 3.3.2})$$

Pela característica auto-explicativa da Figura 3.3, percebe-se que  $Q_1$  e  $Q_2$  correspondem às quantidades de calor transmitidas pelas fontes de alta e baixa temperatura do ciclo térmico considerado.

Essa obra de Goldemberg e Villanueva acrescenta conhecimentos sobre sistemas mecânicos, como alavancas e roldanas, onde a eficiência energética é bastante elevada, aproximando-se dos 100%, visto que a maioria das perdas ocorre apenas por atrito. Quando se envolve apenas trabalho mecânico, a eficiência do sistema mecânico ( $\eta$ ) pode ser definida como a razão da energia útil ( $W$ ) pela energia consumida para o funcionamento do sistema ( $W_0$ ), ou seja, pelo conteúdo energético de fonte primária ou secundária, que o abastece. Ver a Figura 3.4 abaixo, reproduzida dessa obra.

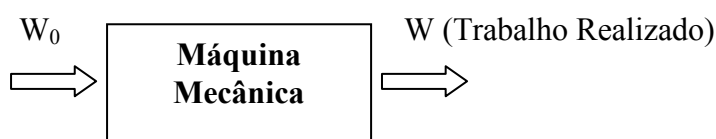


Figura 3.4 – Eficiência das máquinas mecânicas

Fonte: (GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D., 2003)

Para essas máquinas, pode-se definir:

$$\eta = \frac{W}{W_0} \quad (\text{Eq. 3.4.1})$$

Com o objetivo de descortinar o potencial existente de eficiência energética, essa obra apresenta cinco potenciais disponíveis. O primeiro é o “potencial teórico”, representado pela eficiência que pode ser atingida em base termodinâmica pura, através da qual os serviços decorrentes do uso da energia, como por exemplo, o ar condicionado e a produção industrial, não são reduzidos, mas a demanda por energia e as perdas são minimizadas por meio de processos de substituição, reutilização de materiais e calor, etc. O segundo é o “potencial técnico”, que resulta da utilização de aparelhos e equipamentos energeticamente mais eficientes, disponíveis no mercado para aquisição. Em seguida, vem o “potencial de mercado”, que tem relação direta com os preços da energia, as preferências dos consumidores e as políticas públicas voltadas à energia. Do ponto de vista econômico, esse potencial reflete os obstáculos e imperfeições de mercado, que fazem prorromper desafios próprios do ambiente de negócios, e tecnológicos, provocando, em consequência, a evolução do potencial técnico mencionado. Em quarto lugar, vem o “potencial econômico”, que representa a economia de energia alcançada no caso em que todas as adaptações e substituições sejam



feitas, utilizando-se as tecnologias mais eficientes e economicamente compatíveis com os preços de energia no mercado; na visão dos autores, para que esse potencial seja realizado, faz-se necessário um adequado ambiente competitivo entre investimentos em geração de energia nova e no lado da demanda, além de que as informações indispensáveis ao processo de tomada de decisão também estejam disponíveis. Finalmente, vem o “potencial social”, o qual implica em eficiência energética derivada do fato das externalidades negativas atinentes aos processos de geração/transmissão/distribuição/uso da energia, como os danos à saúde, a poluição do ar e outros impactos socioambientais, serem ponderadas e contempladas nos custos da energia.

Goldemberg e Villanueva esclarecem que, em termos globais, a eficiência energética do atual sistema energético é de 37%, entretanto, acredita-se que, nos próximos 20 anos, nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), sejam conseguidas melhorias na faixa de 25%-35%; nos países em desenvolvimento, estimam-se ganhos maiores, entre 30% e 45%. Segundo esses autores, ainda que, hoje, muitos investidores, empresários, administradores e formadores de opinião encarem a energia como mais um insumo de produção, como as matérias-primas, mão-de-obra e capital, com compreensão insuficiente quanto à eficiência energética, mudanças nas preferências do público, percepção social cada vez maior acerca dos impactos socioambientais da energia com seus crescentes questionamentos judiciais, etc., deverão realçar, progressivamente, os benefícios sociais e econômicos dos investimentos em eficiência energética.

A obra também exprime que a visão, por vezes tibia, remanescente em relação à questão da eficiência dos sistemas energéticos provém da época de prodigalidade energética e de elevada capacidade de suporte dos ecossistemas naturais, que se estendeu desde o início da civilização até o final da primeira metade do século XX, condições estas que não mais existem no tempo atual.

Como descrito ao longo deste trabalho, ante os fatores históricos relatados no Capítulo 2, a negligência eventualmente persistente em relação à eficiência energética dos sistemas energéticos em geral e dos industriais em particular, evolui e se transforma no mercado. Essa evolução se dá na direção do reconhecimento das vantagens incontestáveis dos investimentos em eficiência energética, tanto no que se refere ao resultado econômico quanto a permitir uma melhor qualidade de vida.

O Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030), por sua vez, numa concepção mais ampla e moderna, define a eficiência energética como o conjunto de medidas de redução de energia consumida, sem perda na qualidade dos bens e serviços produzidos, incluindo a substituição de fontes energéticas, com ganhos sistêmicos de eficiência. De acordo com essa definição, no que se refere a projetos de eficiência energética no setor industrial ou em grandes consumidores comerciais, a cogeração e as fontes renováveis de energia ganham especial relevância.

O PNE 2030 também estabelece que a Geração Distribuída (GD) e a cogeração têm papéis essenciais nos programas ou projetos de eficiência energética. Por consistir em produção de energia nas proximidades das unidades consumidoras, a GD está intimamente comprometida com a eficiência energética, além de ser eficaz em termos da segurança energética e do Desenvolvimento Sustentável. Esses elementos favoráveis da GD decorrem do seguinte:

- geração próxima da carga, reduzindo custos e perdas no transporte da energia elétrica despachada, aumentando a sua disponibilidade;
- agilidade, modularidade e reduzido tempo médio de implementação dos empreendimentos permitem a correção de eventuais desvios do PIR, em curto prazo;
- flexibilidade de operação, permitindo atuação direta na base, na ponta ou como reserva próxima à carga;
- possibilidade de utilização de fontes renováveis locais (bioeletricidade), com baixa emissão de poluentes;
- possibilidade de cogeração, com o uso de resíduos de processos produtivos locais, regionais, freqüentemente desperdiçados;
- atendimento a áreas remotas, com baixa densidade de carga, de forma técnica e economicamente viável, proporcionando a essas comunidades melhor qualidade de vida e a prática de atividades econômicas efetivas, contribuindo, assim, para a sustentabilidade;
- estímulo ao desenvolvimento de novas tecnologias, criando oportunidades de geração de emprego e renda, patentes e impostos, podendo, igualmente, concorrer para a redução de eventual dependência tecnológica externa e com os esforços para o equilíbrio da balança comercial do país;

- geração de oportunidades de desenvolvimento para a indústria nacional, abrangendo a geração/transmissão/distribuição/uso e comercialização de energia, com implicações diretas, positivas, nos fabricantes de equipamentos e sistemas, e nas empresas de serviços de engenharia, relacionados.

Por também envolver geração termelétrica, a GD poderá produzir calor residual, viabilizando a cogeração. Citando Paiva (PAIVA, 2004 apud PNE 2030), essa publicação expõe que, em 2004, a cogeração foi responsável por 7,2% de toda a energia elétrica consumida no Brasil.

O PNE 2030 ainda declara que a cogeração, por utilizar eletricidade e calor dos sistemas de utilidades industriais, tem nos respectivos setores sua maior oportunidade de crescimento, aumentando a produtividade das instalações, sem aumentar o impacto socioambiental.

Constata-se, portanto, os papéis fundamentais exercidos pela GD e pela cogeração no desenvolvimento dos programas ou projetos de eficiência energética nos sistemas industriais.

## 4. FORMULAÇÃO CONCEITUAL ADOTADA NESTE TRABALHO

### 4.1. Eficiência Energética

Inicialmente, já se esclarece que este trabalho de monografia institui, definitivamente, que eficiência energética significa racionalização de energia. Considerando que todos os avanços anteriormente feitos são respeitáveis e representam contribuições de grande valor à ciência e, em consequência, à sociedade, nesta monografia busca-se alcançar a objetividade conceitual: eficiência energética é racionalização de energia. Dessa forma, esta monografia rompe com a cultura nacional de tergiversar, adiar, procrastinar, resistir, de separar o técnico ou científico do prático, etc.

Trazendo exemplos dessa cultura de resistência, a Lei de Eficiência Energética demorou cerca de dez anos para ser aprovada, tendo-o sido por ocorrência de uma grave crise de racionamento de energia no país; o novo Código Civil demorou quase trinta anos para sua aprovação; o Brasil foi o último país do mundo a eliminar a escravidão, apesar de, antes dessa dirupção, em 1872, após vencer a guerra do Paraguai, o Conde d'Eu, representando o Brasil, ter ido àquele país exigir o fim da escravidão no seu território; a Consolidação das Leis do Trabalho tem mais de meio século, encontrando-se ultrapassada, mas sem suscitar disposição social para modernizá-la; etc.

Como também é de conhecimento geral, a sociedade brasileira se caracteriza pela tendência sistemática à amorfia e à acomodação, fatores que conduzem a uma tenaz resistência às mudanças. Ao serem associadas à matriz de personalismo ruralista, diagnosticada por um dos mais proeminentes intérpretes do Brasil, Sérgio B. de Holanda (HOLANDA, 1995), ao apego à retórica, ao desvio de conduta e lassidão funcional das instituições oficiais em geral e à larga extensão do seu mercado interno, essas características conferem uma capacidade de ultrapassar longas travessias, ainda que, como decorrência, a maioria dos seus estratos sociais permaneça em condições de sobrevivência, que se alongam por décadas e séculos. Nascendo e aprendendo no seio dessa cultura, a maior parte da população do país desenvolveu formas robustas e enrijadas, obstinadas, de viver de sobreviver.

Não “ver” e “ouvir” a cultura nacional de procrastinação e resistência a mudanças significa uma fuga da realidade. Este trabalho tem interesse pela objetividade da constatação, sem a

presunção de fazer julgamento; reconhece as exceções, porém, coerente com os fatores determinantes da sustentabilidade, esforça-se por enxergar o principal e suas conseqüências para as gerações, atual e futuras.

Portanto, fica estabelecido: eficiência energética é racionalização de energia e se fundamenta nas leis da Termodinâmica. Nessa concepção, a eficiência energética abrange o conjunto de ações de racionalização, que levam à redução do consumo de energia, sem perda na quantidade ou qualidade dos bens e serviços produzidos, ou no conforto disponibilizado pelos sistemas energéticos utilizados e seus componentes. O conceito de eficiência energética, aqui, adotado, ainda inclui a flexibilização e a substituição de fontes energéticas, que permitam ganhos contínuos, sistêmicos, de eficiência.

Assim, a determinação da eficiência de sistemas energéticos,  $\eta$ , passará pela aplicação da Primeira Lei da Termodinâmica, como expresso na Figura 4.1 a seguir:

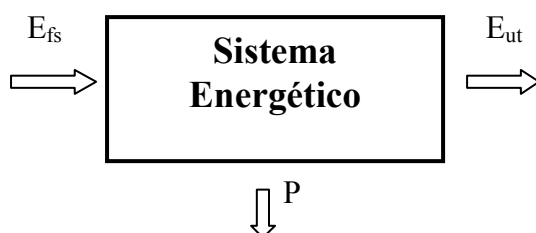


Figura 4.1 – Sistema energético genérico adotado para definição da sua eficiência energética

Onde:  $\eta$  = Eficiência energética do sistema energético acima considerado

$E_{fs}$  = Energia fornecida ao sistema (consumida)

$E_{ut}$  = Energia útil/trabalho realizado

$P$  = Perdas

$$\eta = \frac{E_{ut}}{E_{fs}} = \frac{E_{fs} - P}{E_{fs}} = 1 - \frac{P}{E_{fs}} \quad (\text{Eq. 4.1.1})$$

Nos processos e sistemas de processos industriais, objeto desta monografia, a eficiência energética encerra ações planejadas e sistemáticas de racionalização de energia, que conduzam ao seguinte:

- eficiência no uso final da energia;
- gestão das cargas;
- recuperação de energia;
- perspectiva econômico-financeira da energia, que forneça respaldo à tomada de decisão, esclarecendo acerca de maior aporte energético aos sistemas/subsistemas/equipamentos existentes ou, se são estes que devem ser substituídos;
- clareza na visão da cadeia de valores de produção, com seus elos a montante e a jusante, em que se questione, por exemplo, se determinada embalagem (elo a montante) mais, ou menos, energointensiva se compatibiliza ou não com os esforços aplicados em racionalização de energia dos sistemas produtivos;
- envolvimento e compromisso dos órgãos de marketing, lançamento de novos produtos, Engenharia de Projeto/Produto, Engenharia de Produção e/ou Engenharia Industrial (incluindo manutenção), contabilidade e finanças, quanto à eficiência energética dos processos produtivos e de suporte à produção, e dos produtos finais quando utilizados pelos clientes;
- esclarecimento quanto às amplas implicações socioambientais da energia, com suas externalidades positivas e negativas;
- mudanças na cultura e no comportamento de uso da energia.

Além das externalidades negativas produzidas diretamente no meio em que operam, os forçamentos inaturais provocados pelos sistemas energéticos sobre o clima, concorrendo significativamente para as mudanças climáticas que ora se intensificam, denotam, claramente, que os projetos ou programas de eficiência energética se configuram em medidas de significativa grandeza para mitigação desses impactos, em benefício da humanidade.

Sendo normalmente definida em função das técnicas e tecnologias adotadas para a racionalização de energia, aqui, a eficiência energética também inclui as medidas de aumento das habilidades e o despertar de uma consciência amadurecida por parte das pessoas envolvidas em relação aos sistemas energéticos e seus impactos socioambientais, os quais, em conjunto, desencadearão novos comportamentos quanto ao uso da energia nos sistemas industriais considerados, produzindo, como resultado, a redução de perdas e do próprio consumo, sem qualquer limitação na quantidade ou na qualidade dos bens produzidos.

Esses novos comportamentos, que se manifestam na mudança de hábitos, refletem-se em ações, tais como, maiores cuidados nos revestimentos de equipamentos, tubulação, no manuseio de óleo combustível, etc., objetivando restringir perdas de vapor e energéticos; melhor controle na mistura de ar e combustível em queimadores, minimizando perda de energia e emissão de poluentes por queima incompleta; redução de vazamentos de ar comprimido; etc. Todas estas ações decorrem, diretamente, de mudança comportamental, mudança de atitude, mudança de forma de pensar, mudança do modelo mental, mudança de natureza racional, com reflexos significativamente positivos na racionalização de energia; isto é, na eficiência energética dos sistemas industriais em causa.

Dessa forma, ao se definir eficiência energética como racionalização de energia, também se reconhece que grande parte desta pode ser alcançada com medidas simplesmente racionais. Em toda sua extensão, a racionalização de energia não depende somente das realizações, fisicamente implementadas, nos campos da adequação ou da completa alteração tecnológica, abarcando disciplinas da Engenharia e da Ciência Econômica Neoclássica, mas, adicionalmente, das advindas do universo racional. Na realidade, este trabalho de monografia entende que é da mudança do modelo mental em relação à imbricada problemática da energia e da sustentabilidade, que provém toda a capacidade de mudança e, por conseguinte, todas as decisões e medidas de eficiência energética.

#### **4.2. Gestão da Eficiência Energética**

Nesta seqüência, introduz-se o conceito de gestão da eficiência energética: é o conjunto de atividades sistemáticas e planejadas que asseguram a geração, o transporte, o armazenamento e o uso da energia, sob condicionantes socioambientais sustentáveis claramente estabelecidas e controladas, contemplando as suas diversas dimensões, a saber:

- disponibilidade para extração dos recursos naturais, renováveis ou não-renováveis, necessários;
- conversores utilizados e os seus graus de adequação e desempenho;
- espaços geo e bioecológicos, e as organizações humanas, sob interferência do sistema energético adotado, o qual inclui o próprio sistema industrial/produtivo em causa;
- *stakeholders* direta e indiretamente afetados;

- impactos socioambientais produzidos, com a descrição objetiva das suas externalidades positivas e negativas;
- metodologias utilizadas para audição e participação, com transparência, desses *stakeholders* no processo de tomada de decisão quanto à adoção, ou não, do sistema energético sob interesse de implantação ou desenvolvimento, e as medidas de mitigação e/ou adaptação, aplicáveis;
- definição dos instrumentos de gestão, tais como, programas de treinamento para o desenvolvimento de habilidades e expertise em racionalização de energia, auditorias energéticas, estabelecimento e controle das interfaces gerenciais, dentre outros, objetivando à sustentação do processo de eficiência energética no longo prazo;
- estabelecimento e implementação de ferramentas computacionais, que configurem modelos automatizados, gerenciais, de análise estratégica, técnica e econômico-financeira dos investimentos em energia e eficiência energética, com abrangência a toda a planta industrial;
- estruturação de modelo de inserção dos investimentos em energia e eficiência energética, com seus indicadores de desempenho, no *scorecard* corporativo (aquele que abrange, além da dimensão financeira tradicional, as demais, estratégicas, de evolução dos processos internos e da qualidade, dos clientes e do mercado, e da capacidade de aprendizado e desenvolvimento da organização);
- estabelecimento do referencial analítico para verificação, acompanhamento e retroalimentação do modelo de gestão da eficiência energética, adotado;
- criação de sistemática gerencial (formal e tecnológica) para publicação de resultados;
- definição do modelo e dos instrumentos de governança da energia a serem praticados.

Estando este trabalho voltado aos sistemas industriais; isto é, ao lado da demanda, ou dos “usos finais”, a definição de gestão da eficiência energética, acima, menciona a geração, transporte, armazenamento e uso da energia pelo fato dessas importantes etapas dos sistemas energéticos poderem estar, em conjunto, presentes nos sistemas considerados. Na realidade, os sistemas energéticos podem, ao mesmo tempo, conter e/ou estar contidos nos sistemas industriais em tela.

Sob esse conjunto de atributos, o conceito de gestão da eficiência energética, emanado deste trabalho, e focalizado em sistemas industriais, abarca a visão da energia e da racionalização



energética como componentes estratégicos da empresa, integrantes do planejamento estratégico desta, cujas ações respeitantes devem ser igualmente planejadas, e executadas, de forma contextualizada com a problemática socioambiental, local, regional e global, constituindo-se, assim, numa das políticas corporativas essenciais, que ressalta a atualidade da visão e da missão empresariais e compatibiliza os interesses entre seus *shareholders* e demais *stakeholders*. Portanto, a eficiência energética dos sistemas industriais e a sua gestão se inserem numa política ampla e perene de energia e sustentabilidade, e respondem aos contínuos desafios de tecnologia, competitividade e geração de riqueza, que se interpõem e surdem ao longo da vida de qualquer empresa.

Os *stakeholders*, aqui referidos, são os elementos e organizações que sofrem influência pelo funcionamento da empresa; tanto os internos ao negócio, como os acionistas, colaboradores e fornecedores, quanto os externos, como o governo, a comunidade, as organizações não-governamentais, a escola, etc. Os *shareholders* são os *stakeholders* que detêm as ações da empresa; isto é, os investidores (acionistas) ou proprietários.

O conceito de gestão da eficiência energética, aqui exposto, na sua preocupação fundamental com os custos, também abarca as atividades de negociação de energia no mercado. Inclui as negociações aplicáveis para a aquisição de fontes primárias, como por exemplo, o óleo combustível, o gás ou a lenha, e as secundárias, como a energia elétrica. O conceito de eficiência energética não inclui essa relevante atividade de mercado; o de sua gestão, sim.

Na sua completa amplitude, a gestão da eficiência energética dará respaldo ao desempenho competitivo da energia nos processos industriais não apenas no sentido técnico e tecnológico, ou de área de eficiência gerencial específica, departamental, mas, em acréscimo, no sentido amplo, empreendedor, integrador, que concerne a qualquer tipo de gestão, envolvendo custos, estudos de cenários, análise de incerteza energética, etc. Trata-se, então, de uma metodologia de gestão, com inteira amplitude e completeza, comprometida com a segurança energética e a rentabilidade do negócio como um todo. O fato da gestão da eficiência energética alcançar operações do mercado de energia indica analogia e compatibilidade com o dela se envolver diretamente com a questão socioambiental. Se assim não fosse, caracterizaria uma gestão incompleta (que não seria gestão), a qual poderia satisfazer a áreas específicas de eficiência, mormente, as técnicas, mas que não alcançaria as de eficácia.

Estruturalmente, a gestão da eficiência energética é apoiada em ferramentas gerenciais bem determinadas, como a auditoria energética, os programas de treinamento, o relatório de registro de resultados, a implementação das ações corretivas recomendadas, o controle das interfaces gerenciais, o referencial analítico, a publicação de ações e resultados, e a retroalimentação como componente principal do seu aperfeiçoamento.

### **4.3. Auditoria Energética**

A auditoria energética é um dos instrumentos essenciais de gestão da eficiência energética. Ela tem a responsabilidade de verificar diretamente no *locus* das instalações, conhecer e diagnosticar a realidade energética da planta industrial em causa, por meio de evidências objetivas, e estabelecer as medidas a serem implementadas em termos de conteúdo, método e tempo, objetivando a redução de perdas e de consumo específico de energia, onde possível. Dessa forma, a auditoria energética identifica e quantifica os fluxos energéticos ao longo dos processos e sistemas de processos industriais sob análise.

Sob essa concepção, a auditoria energética levanta dados e informações, que buscam responder a questões, tais como:

- Quais sistemas/subsistemas/equipamentos consomem mais energia que o previsto em projeto?
- Quais as fontes energéticas utilizadas?
- Que razões levam a esse consumo anormal?
- Quais os custos desse consumo anormal e o que ele representa no custo industrial?
- Como essa situação pode ser mudada?
- Qual a matriz energética da planta industrial sob interesse? Existe balanço energético da planta?
- Esse balanço energético estabelece interfaces entre o consumo de energia e suas dimensões socioambientais (com suas externalidades: emissão de poluentes, grau de interferência nas organizações humanas atingidas, etc.)?
- Qual a disponibilidade geopolítica das fontes utilizadas e suas alternativas de flexibilização, objetivando redução de custos, econômico e socioambiental?

- Qual o impacto da situação atual nos custos operacionais/produzitividade da planta industrial?
- Que alterações seriam recomendadas?
- Quais os custos, econômico e socioambiental, da situação alterada, futura?
- Outras.

Para responder a essas questões relativamente aos sistemas industriais, a auditoria energética realizará estudos energéticos sobre documentos de projeto, diagramas e características específicas, relatórios do setor de gestão ambiental, *scorecard* da organização e estudos de perdas, relativos aos:

- sistemas elétricos presentes na planta, envolvendo o levantamento da carga elétrica utilizada, análise das condições de suprimento (qualidade de suprimento, harmônicos, fator de potência, sistema de transformação);
- sistema de distribuição de energia elétrica (desequilíbrios de corrente, variações de tensão, estado das conexões elétricas, níveis de submissão a intempéries, etc.);
- sistemas motrizes, incluindo os motores elétricos, com avaliação do grau de carregamento e desempenho, análise de dimensionamento, condições de manutenção;
- sistemas térmicos e mecânicos, como os de ar condicionado e exaustão, envolvendo sistema frigorífico (níveis de temperatura de projeto e operacional, possibilidades de interfaces entre sistemas para aproveitamento de calor, etc.);
- sistema de geração e distribuição de vapor, abarcando desempenho de caldeira, tubulação, condições de isolamento e manutenção, análise de causa de perdas térmicas;
- sistema de bombeamento e de tratamento de água (incluído tratamento de efluentes industriais);
- sistema de compressão e distribuição de ar comprimido;
- interfaces entre sistemas, objetivando análise dimensional de suprimento energético simultâneo de sistemas múltiplos;
- referencial analítico existente, para verificações quanto à evolução do sistema energético utilizado ao longo do tempo;

- análise dos balanços energéticos da planta, fazendo as relações das suas unidades dimensionais com as socioambientais, e estabelecendo as indispensáveis implicações e equivalência entre elas;
- exame da matriz energética que serve ao sistema em causa, contemplando a disponibilidade geopolítica e as alternativas de flexibilização das fontes primárias respeitantes, e a introdução de novas tecnologias, objetivando estabelecer opções mais amplas de racionalização de energia com redução de custos econômicos e socioambientais;
- criação de modelo para identificação dos fatores causais determinantes do cenário de imprevisibilidade (incertezas), atinente ao suprimento energético, elaboração das suposições plausíveis, contextualização da empresa nesse cenário e estruturação de alternativas para gestão da incerteza numa projeção de médio/longo prazo;
- estudo dos contratos atuais de aquisição de energia primária e secundária, sob regime de estrutura tarifária e de mercado livre, e sua adequação ao balanço energético em vigor e ao novo cenário de suprimento de energia, incluindo as alternativas de gestão da incerteza, mencionadas.

A auditoria energética também realizará os estudos de racionalização de energia aplicáveis, por meio dos quais será descortinada a extensão das alterações a serem introduzidas nos sistemas industriais sob análise, as correspondentes avaliações estratégica, técnica e econômico-financeira, determinantes da viabilidade dos investimentos provavelmente necessários, como por exemplo, a adoção de controladores de velocidade de motores, rampas de partida ou de parada de bombas de fluxo e de abertura ou fechamento de válvulas, implementação de projetos de cogeração, etc.

Finalmente, a auditoria energética estabelecerá os diagramas de Sankey, atual e prospectivos; as recomendações e as conclusões, formatando, assim, a completa estrutura do seu relatório. Este relatório de auditoria energética, contendo o conjunto de informações respeitantes a todas as atividades acima alistadas, ainda poderá receber documentos anexos, como memórias de cálculo, esquemas ou tabelas, os que forem cabíveis.

As informações produzidas pela auditoria energética, estruturadas num sistema de banco de dados, se possível, informatizado, ao mesmo tempo em que formarem, também

retroalimentarão o referencial analítico do processo de eficiência energética dos sistemas industriais em causa, referido adiante, que é o instrumento indispensável para a sua gestão.

Assim, a auditoria energética consiste no processo de coleta e organização de dados, que permite estruturar as análises, estratégica, técnica, econômico-financeira e socioambiental, necessárias à tomada de decisão gerencial sobre suprimento, racionalização, gestão da incerteza e investimentos em energia.

A tarefa de auditoria energética, portanto, configura o testemunho de toda a avaliação feita e os dados de entrada do processo de gestão da eficiência energética. Para a realização dessa tarefa, providências gerenciais de planejamento e treinamento também são indispensáveis, como por exemplo, definição de metodologia de execução e identificação de equipamentos e instrumentos de medição e testes a serem utilizados; treinamento e formação de equipe; estabelecimento de procedimentos de compilação e divulgação de resultados; metodologia do relato (incluindo análise técnica e econômico-financeira, análise e síntese estratégicas, identificação das interfaces gerenciais envolvidas e do respectivo tratamento, conclusões); processo de destinação às ações corretivas; procedimentos para contribuição nos mecanismos de governança da energia e de tomada de decisão, objetivando produzir conseqüências efetivas e duradouras em termos de racionalização de energia. Assim, a auditoria energética se constitui num instrumento decisivo para a retroalimentação e o aperfeiçoamento, contínuos, da metodologia de gestão da eficiência energética, escolhida.

#### **4.4. Diagnóstico Energético**

O diagnóstico energético é um método para realização de levantamento do perfil de consumo energético dos sistemas industriais sob interesse, comparando-o com uma amostra do setor respectivo; isto é, compara o perfil de consumo dos sistemas industriais diagnosticados à média estabelecida para o seu setor. Esse diagnóstico funda-se, portanto, em levantamento de evidências objetivas diretamente no campo, nas instalações sob análise, e indica as ações de racionalização de energia, aplicáveis. O diagnóstico energético também pode servir-se de ferramentas computacionais para a sua realização, sendo os seus resultados, com conclusões e recomendações, transcritos em relatório específico.

Aqui, fica estabelecido que o diagnóstico energético abrange todo o escopo de avaliação e levantamento do perfil de consumo de energia de uma forma geral (abarcando qualquer tipo de energia ou fonte energética), além de que, igualmente, ele inclui a avaliação das dimensões físicas da energia e suas relações de causa e efeito com as da sustentabilidade. Este trabalho defende o conceito de que, pelo porte das instalações e grandeza da cadeia de valores de produção, envolvidos, com seus elos a montante e a jusante, qualquer tipo de diagnóstico ou auditoria energética de sistemas industriais só trará esclarecimentos relevantes e conseqüências efetivas se levar em conta as suas implicações socioambientais, inexoráveis. Nesse conceito, o diagnóstico energético não abrange a análise estratégica ou de viabilidade econômico-financeira de eventuais investimentos resultantes das suas conclusões.

Dessa forma, em relação à definição de auditoria energética, a do diagnóstico energético é mais restrita e segue uma linguagem genuína, sendo, portanto, um termo mais vernáculo, afastando-se dos descritores e tesouros, podendo constar de alguns (parte) dos procedimentos de investigação ou exame do perfil de consumo de energia, observando as suas implicações socioambientais; pode ter foco especificamente técnico, ou gerencial, com o descortino de comparações e analogias entre sistemas ou unidades industriais, ou entre estas e os indicadores setoriais, além de proposições mais, ou menos, extensas em conteúdo, voltadas à racionalização de energia dos sistemas industriais sob análise.

#### **4.5. Referencial Analítico**

O referencial analítico é formado pelo conjunto de dados coletados e organizados a partir dos relatórios da auditoria energética, que permite o entendimento e a interpretação dos diagnósticos, a perfeita compreensão da situação atual e os estudos prospectivos que podem conduzir a alterações moderadas ou à completa substituição/transformação dos sistemas industriais sob consideração. O referencial analítico também abarca os resultados das ações corretivas implementadas, informações decorrentes do treinamento de pessoal, da evolução cultural com a correspondente mudança de hábitos, etc.

Ante a importância do referencial analítico para o processo de tomada de decisões sobre suprimento, incertezas e racionalização de energia, outros dados provenientes da estrutura setorial e do macroambiente relevante sobre o funcionamento da empresa também fazem parte dele. Informações da estrutura competitiva do setor em que a empresa atua, como

alterações na rivalidade e poder de retaliação da concorrência, na substituição tecnológica e/ou de produtos, nas barreiras de entrada, etc., podem ser decisivas no referencial analítico para tomar decisões, por exemplo, sobre investimentos em energia. Outros dados emanados do macroambiente relevante, como alterações na regulamentação governamental, na visão e no comportamento da sociedade, na macroeconomia, etc., pela mesma razão, também constituem componentes essenciais do referencial analítico da gestão da eficiência energética.

De acordo como essa concepção, todas as questões de natureza técnica, tecnológica, econômico-financeira, estratégica e socioambiental, apreciadas ao longo deste Capítulo, serão avaliadas e traduzidas em dados, os quais irão formar e alimentar o referencial analítico; por conseguinte, este deve ser estruturado, preferencialmente, em sistema informatizado, permitindo fácil manuseio, extração estatística, tratamento gráfico, publicação, etc. Ele se constitui na principal ferramenta de conhecimento, tomada de decisão e retroalimentação da metodologia (ou do modelo) de gestão da eficiência energética, adotada.

Na sua concepção mais ampla, o referencial analítico é um instrumento indispensável para transformar o conhecimento e o aprendizado resultantes da sua configuração e utilização, como partes de um processo contínuo de análise e síntese energéticas, objetivando a tomada de decisões quanto ao suprimento, à gestão da incerteza e à racionalização de energia, ponderando, na devida medida, os forçamentos inaturais, climáticos e socioambientais, locais e globais, provocados pelos sistemas energéticos.

## 5. METODOLOGIA PARA GESTÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

### 5.1. Visão gerencial

Como discorrido ao longo deste trabalho, ante as novas evidências técnico-científicas e práticas da vinculação e correspondência entre as dimensões da produção, transporte e uso da energia e as da sustentabilidade, hodiernamente, requer-se uma visão gerencial prévia, multidisciplinar, integrada e esclarecida acerca dessa questão. A visão tradicional, parcial, por exemplo, especificamente técnica ou administrativa, ou financeira, em que essas dimensões são percebidas separadamente está definitivamente ultrapassada.

No que se refere aos sistemas industriais, objeto central desta monografia, essas amplitude e qualidade da visão multidisciplinar e integradora da gestão empresarial se aplicam, integralmente. Nessas condições, a visão gerencial a ser adotada pelos tomadores de decisão da organização, deverá descortinar, claramente, que para qualquer fonte primária utilizada na operação dos seus sistemas de produção, como a água, o gás natural, a lenha, etc., gerando energia em kWh, em kJ ou em tep, há um dano socioambiental correspondente, como por exemplo, redução da disponibilidade de água dos rios a jusante das hidrelétricas respectivas ou pelo deslocamento compulsório da população da região dos lagos desses barramentos, etc.; ou uma emissão correspondente de poluentes, medida em toneladas de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>), de SO<sub>2</sub>, de NO<sub>x</sub>, etc.; alteração da temperatura dos corpos d'água pelo uso de termelétricas ( $\Delta T$ /rios), etc. Essas externalidades negativas também se estendem à emissão de material particulado em suspensão (MPS); de efluentes industriais líquidos, que contaminam a água e/ou o solo; de rejeitos sólidos, que terão de ser tratados; entrega de produtos e embalagens, que, por ocasião do seu uso, irão consumir mais energia e aumentar a entropia do ambiente; etc. Não há alternativa a esse determinismo entrópico.

Portanto, os processos de produção, transporte e uso de energia, utilizados na operação dos sistemas industriais geram, irremediavelmente, dimensões correspondentes de externalidades negativas sobre o mosaico geo e bioecológico atingido e as organizações humanas dispostas sobre ele. É da responsabilidade da gestão desses sistemas a visualização preventiva dessas características e desse contexto, objetivando um planejamento integrado de recursos em direção à eficiência energética. A Figura 5.1 a seguir aclara a abrangência dessa visão gerencial.



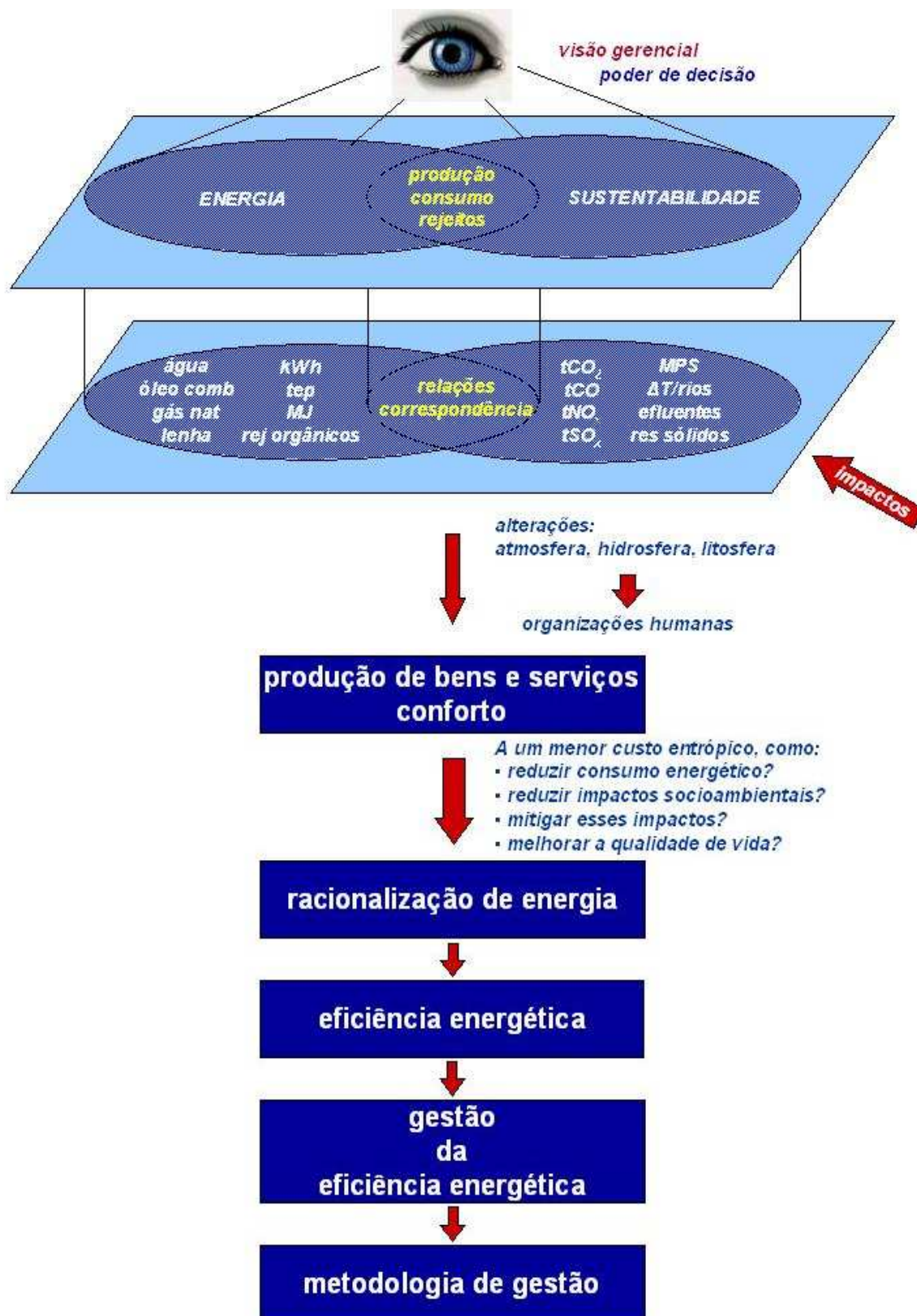


Figura 5.1 – Visão gerencial multidisciplinar da racionalização de energia

Como se pode perceber, a visão gerencial, empresarial, aqui descrita, e aplicável à gestão da eficiência energética, busca alcançar a plenitude do conceito de gestão, o qual está

diretamente relacionado com a responsabilidade pelo sucesso ou fracasso da empresa, do negócio; conhece, estuda, interpreta e entende a imbricada problemática da energia e da sustentabilidade, bem como os compromissos da empresa nesse amplo contexto. Não se trata, então, de uma mera gerência contratada, departamental, ou de expertise de aluguel, consistida apenas por vínculo empregatício, com visão especificamente técnica.

De tal forma que, ao compreender os fatores influentes no determinismo entrópico referido neste trabalho, esse gestor empresarial, com a visão acima descrita, ao buscar encontrar alternativas para reduzir o consumo energético, minimizar e/ou mitigar os impactos socioambientais implicados e melhorar a qualidade de vida, certamente, avançará no sentido do planejamento e da execução de programas de eficiência energética (racionalização de energia), os quais, para serem eficazes, carecem de uma adequada metodologia de gestão.

Ante o conceito de gestão da eficiência energética, descrito no item 4.2, a Figura 5.2 a seguir demonstra, graficamente, a sua abrangência.



Figura 5.2 – Abrangência da gestão da eficiência energética

Deve-se observar que a abrangência conferida à gestão da eficiência energética, na Figura 5.2, reflete o conceito estabelecido para esta no Capítulo 4.

## 5.2. Metodologia para gestão da Eficiência Energética

A metodologia proposta envolve e contém a gestão da eficiência energética, dando suporte a esta por meio dos elementos estruturais indicados na Figura 5.3 a seguir.



Figura 5.3 – Metodologia para gestão da eficiência energética

Nessa metodologia, a análise dos processos e sistemas industriais quanto a estes serem mais, ou menos, energointensivos, é de fundamental importância para a visão das medidas de eficiência energética a serem implementadas. Este elemento metodológico abarca o completo conceito de gestão da eficiência energética apresentado em 4.2, o qual prevê atividades que respeitam desde simples ações de mudança comportamental, que resultem em racionalização de energia, até vastos projetos de evolução de planta industrial, com substituição parcial ou total de sistemas/subsistemas/equipamentos, incluindo complexos sistemas de cogeração. Como se pode verificar, esse amplo espectro de atuação da gestão da eficiência energética inclui, respectivamente, desde ações imediatas, pontuais, decididas no próprio local da sua ocorrência, fisicamente, até a tomada de decisão gerencial de alto nível corporativo e de médio/longo prazo. No desenvolver da sua ação, a gestão da eficiência energética concerne à cadeia de valores da produção desses sistemas industriais, considerando, ainda, os seus elos a montante e a jusante.

Nos elos a montante da cadeia de valores desses sistemas, é igualmente essencial conhecer o perfil da demanda de energia e o grau de interferência das matérias-primas, embalagens e outros componentes utilizados, nos fatores da sustentabilidade. Por exemplo, como compatibilizar os esforços envidados em eficiência energética dos sistemas de produção, ao mesmo tempo em que não se questiona a utilização/substituição de uma embalagem de alumínio, densamente energointensiva; ou, outra de várias camadas de matéria orgânica florestal ou derivada de petróleo, com muitas cores, fortemente impregnada de tinta, de difícil reciclagem e que requer longo tempo de biodegradação.

Nos elos a jusante, deve ser investigado o grau de intensidade energética dos bens e serviços finais ofertados e dos seus sistemas de logística e distribuição, internos e externos. Essa investigação conduzirá à justaposição da cadeia de valores do negócio nos escopos da indústria, do segmento e geográfico, em que se questiona a natureza desses bens e serviços produzidos; suas tecnologias de processo e produto; suas premissas de custos diretos, indiretos e de níveis de estoque; sua localização em relação à disponibilidade geopolítica das fontes energéticas e matérias-primas necessárias, e aos mercados consumidores. Por exemplo, como compatibilizar os esforços em eficiência energética dos sistemas industriais, produtivos e de apoio à produção, com a oferta de produtos finais energointensivos quando da sua utilização pelo cliente; ou, com um planejamento de produção que implique estoques elevados (estocar energia consumida) e/ou uma complexa logística interna; ou com um sistema de logística externa e distribuição, que abranja grandes distâncias dos mercados consumidores ou do suprimento de matérias-primas, em que ambos dependam de modais de transporte com base em elevado consumo de energia fóssil; etc.

Ainda que esta monografia esteja dedicada à eficiência energética dos sistemas industriais e à sua gestão, ela seria incompleta se não alertasse para a visão de toda a cadeia de valores desses sistemas, com seus elos a montante e a jusante, instituindo, assim, uma visão gerencial ampla, moderna, comprometida não apenas com a economia de energia, mas, também, com a produção e o consumo de bens e serviços que conduzam a um mundo melhor.

Essa metodologia de gestão também prevê a instituição do Comitê Interno de Governança e Racionalização de Energia (CIGREN), o qual é cunhado nesta monografia, tendo os seguintes objetivos:

- atuar na definição dos elementos subjacentes de convicção, inspiradores do pensamento estratégico dos executivos de poder de decisão, os quais, ao mesmo tempo, emanam e respaldam a política energética (energia e sustentabilidade), e suscitam uma atitude mental congruente com ela nos diversos níveis da organização;
- gerenciar o balanço energético e suas relações com a evolução do Produto Interno Bruto (PIB) da empresa e com os indicadores da sustentabilidade (controle das externalidades positivas e negativas);
- contextualizar essa política energética e os indicadores de eficiência energética nos escopos vertical, da indústria, de segmento e geográfico, visando à contínua evolução

dos bens e serviços produzidos e à localização das unidades de produção em relação a seus mercados;

- gerenciar a superposição da política de energia e sustentabilidade (política energética) na cadeia de valores da produção, identificando as alternativas de diminuição dos impactos socioambientais e/ou de mitigação e adaptação, as que forem aplicáveis;
- definir e traduzir para as demais gerências, os elementos de síntese do pensamento estratégico em relação à energia e à sustentabilidade, os quais balizarão a inserção da política energética no planejamento estratégico corporativo e estabelecerão as matrizes energéticas mais adequadas aos interesses de imagem, lucro e postura estratégica da organização;
- desenvolver e gerenciar os projetos de viabilidade estratégica e econômico-financeira da energia e da eficiência energética, defendê-los e inclui-los nos processos de controle de interfaces gerenciais e de tomada de decisões do negócio;
- gerenciar o referencial analítico relativo à eficiência energética dos sistemas industriais em causa, com seus elos a montante e a jusante, e tratar as dimensões da energia de forma integrada com as da sustentabilidade e com o *scorecard* corporativo.

Outro elemento essencial dessa metodologia de gestão é o processo de definição de objetivos/metras em termos de programas de eficiência energética dos sistemas industriais. Essas metas deverão ser estabelecidas sob uma hierarquia de curto, médio e longo prazos, integrando-se às demais, amplas, da gestão da empresa como um todo. O alcance dessa hierarquia de metas é a principal atividade da gestão da eficiência energética.

Como exposto no Capítulo 4, a auditoria energética e a implementação das ações corretivas recomendadas, como atividades básicas para conhecimento e interpretação da situação atual; estudos prospectivos em direção à situação futura, modificada; tomada de decisão; melhoria e desenvolvimento das ações de eficiência energética; realimentação contínua do referencial analítico; e controle das interfaces gerenciais, constituem-se em elementos fundamentais dessa metodologia de gestão.

A avaliação estratégica dos programas de eficiência energética configura um componente de grande importância dessa metodologia, mormente ao se estabelecer correspondência entre as unidades dimensionais da energia e as da sustentabilidade. As realizações da empresa em

eficiência energética, que se revertam em diminuição de custos e ações de conservação ambiental; redução da degradação socioambiental em que viva determinada comunidade; minimização ou eliminação da emissão de poluentes, resultando, por exemplo, em limpeza declarada, verificável e publicável, do ar e/ou da água; etc., refletem-se como elementos de postura estratégica de elevada grandeza, determinando movimentos estratégicos de antecipação no mercado, e de pioneirismo, ou de desenvolvimento socioambiental, com elevados índices de retorno em termos de imagem e lucratividade para aquela.

Indicadores da estrutura e da dinâmica competitivas do setor, como os relacionados à rivalidade; a alterações nas barreiras de entrada e no posicionamento de grupos competitivos; à evolução do poder de negociação dos clientes; à velocidade da substituição tecnológica e de produtos; etc., em concomitância com outros derivados do macroambiente relevante, como os indicadores relativos a mudanças na visão e no comportamento da sociedade; ao surgimento de novos segmentos ou de novos mercados; à regulamentação governamental; a rupturas macroeconômicas ou operações de fusões & aquisições de grande vulto, que tragam alterações significativas na estrutura competitiva do setor; etc., certamente provocam influências poderosas nas decisões de investimentos em geral, e em eficiência energética em particular.

A sabedoria gerencial desenvolvida para inserção da energia e da eficiência energética no planejamento estratégico, ou melhor, do planejamento energético no estratégico, da empresa, conforma uma atividade inovadora da gerência, de relevante importância para a postura competitiva da organização moderna, sendo, portanto, incluída nesta metodologia.

O controle das interfaces gerenciais é outro elemento indispensável desta metodologia para gestão da eficiência energética e conforma uma atividade de grande mérito gerencial. No Brasil, por haver maior empenho e denodo técnico específico por parte dos engenheiros e tecnólogos atuantes na indústria, as interfaces gerenciais sofrem de crônica escassez. O resultado dessa deficiência é a existência de idéias tecnicamente capazes, que não avançam para além do campo cognitivo; há muitas, bem qualificadas, que, entretanto, só se realizam aos solavancos do estresse organizacional ou jamais são praticadas. Descartando as exceções, por não serem, estas, objeto deste trabalho, a experiência demonstra que, quanto mais qualificados e capazes, os engenheiros e tecnólogos que vivem circunscritos nos espaços industriais, principalmente nos organismos de utilidades, manutenção ou produção, não se

sentem confortáveis para atuar nas áreas de eficácia gerencial; normalmente, são trabalhadores de excelência e solitários, sem aptidão para a dialética da estratégia competitiva, econômico-financeira ou gerencial; são, eminentemente, bons engenheiros e técnicos.

O desenvolvimento de aptidões e valores destinados a abrir espaços para a gestão da eficiência energética em nível corporativo e, por conseguinte, estabelecer interfaces gerenciais e controlá-las, administrá-las, é crucial para a visão gerencial definida no início deste capítulo, além de indispensável para converter intenções e projetos tecnicamente competentes em projetos viáveis. Por essas razões, o controle das interfaces gerenciais é contemplado nesta metodologia de gestão.

O treinamento e a motivação de equipe são elementos essenciais de suporte à eficiência energética, quer seja para a eficácia da sua gestão como para a sua sustentação no longo prazo. Na prática desses elementos da metodologia, devem ser estabelecidas interfaces gerenciais com os órgãos Recursos Humanos, Finanças, Engenharia de Projeto, Suprimento e dos demais, direta e tecnicamente, responsáveis pelas ações e programas de eficiência energética, como por exemplo, os de Engenharia Industrial, Engenharia de Produção, gestão dos sistemas de utilidades e manutenção. O desenvolvimento da antropologia corporativa, no que se refere à estreitamente relacionada questão da energia e da sustentabilidade, com suas implicações nas ações e programas de eficiência energética, é um dos objetivos de maior interesse em ser atingido por meio das atividades de treinamento e motivação.

A publicação de ações e resultados de eficiência energética é um elemento de grande significado para a divulgação de dados e indicadores do referencial analítico, que demonstrem o alcance de metas, e realizações da política energética e dos programas de eficiência energética da empresa, incluindo as suas relações com a sustentabilidade. O exame e a interpretação dessas informações objetivas, pelas demais gerências e diferentes níveis organizacionais, conferem reconhecimento e prestígio à gestão da eficiência energética no ambiente corporativo, funcionam como facilitador das interfaces gerenciais e produzem fortes elementos de convicção nos processos de tomada de decisão, como por exemplo, nos de investimentos em eficiência energética.

A sistematização das publicações de ações e resultados de eficiência energética se constitui em importante elemento da respectiva metodologia de gestão por também proporcionar o

surgimento de valores indiretos, subjacentes, intangíveis, de natureza política, que são determinantes na qualidade dos processos de tomada de decisão corporativa em geral, e da energia em particular.

Essa metodologia também estabelece a retroalimentação como principal instrumento de aperfeiçoamento e desenvolvimento da gestão da eficiência energética. Essa retroalimentação se dá em cada fase do processo de gestão e entre estas: o conhecimento produzido (dados, indicadores, informações em geral, como estabelecido no Capítulo 4) por uma auditoria energética retroalimenta o da anterior; cada fase de geração de informações, sejam estas de natureza estratégica, técnica ou econômico-financeira, retroalimenta as anteriormente compiladas; as informações operacionais, que indiquem alterações no funcionamento ou no desempenho dos sistemas/subsistemas/equipamentos industriais sob interesse retroalimenta o status anteriormente registrado e desencadeia as ações corretivas cabíveis; etc. Esta retroalimentação contínua é responsável por fazer evoluir, de forma igualmente contínua, incessante, o referencial analítico da gestão da eficiência energética. De tal forma que a retroalimentação é o instrumento básico e indispensável para o aperfeiçoamento e o desenvolvimento da gestão da eficiência energética dos sistemas industriais em tela.

Essa metodologia de gestão envolve e dá suporte à gestão da eficiência energética de sistemas industriais sob condicionantes socioambientais sustentáveis, de acordo com o conceito geral de gestão discorrido ao longo desta monografia e no item 5.1 acima, e com a definição particular, específica, estabelecida no item 4.2 do Capítulo 4.



## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com as suas formas de extração de recursos naturais, transformação, transporte e uso de energia primária, secundária ou energia útil, os sistemas energéticos interferem diretamente nos fatores da sustentabilidade socioambiental. Às unidades dimensionais energéticas, como kWh e tep, correspondem as da sustentabilidade, como as toneladas de emissões de poluentes, medidas em tCO<sub>2</sub>, tSO<sub>2</sub>, ou contingentes humanos que têm de abandonar compulsoriamente seu hábitat, condições e história de vida, para dar lugar às hidrelétricas. Essas interferências dos sistemas energéticos atingem, frontalmente, a qualidade de vida do homem e da natureza em geral; no caso das grandes hidrelétricas, estas desfiguram a própria identidade do homem.

Com base numa cultura iletrada; na negligência educacional sistemática, secular; na disponibilidade de imensos recursos naturais; na continuidade atemporal e intempestiva da fase do romantismo nacionalista; na estruturação de instituições governamentais e representativas em geral, prévia à formação da nacionalidade; na admiração da sociedade pela retórica, o Brasil desenvolveu uma vertente cultural tradicionalmente jactanciosa de prodigalidade energética, tendo preterido, ao longo de muitas décadas, a realização de esforços ordenados e contínuos em eficiência energética.

Como decorrência desse substrato cultural permeado por significativo vácuo intelectual, também se desenvolveram crenças e valores populares determinantes de que o desenvolvimento requer, necessariamente, aumento de consumo de energia, caracterizando a “relação sempre linear” entre amplas e diferentes áreas do conhecimento, ainda que relacionadas, com descuido quanto ao grande número de variáveis complexas que incidem sobre elas. Essas crenças e valores têm dificultado investigações e investimentos mais robustos e percucientes, no país, a respeito do desenvolvimento sustentável e da racionalização de energia, onde a referida “relação sempre linear”, típica das culturas iletradas, não funciona nem contribui.

Ao longo da evolução dos seus programas institucionais de conservação/racionalização de energia ou de eficiência energética, o Brasil optou pela estatização deles. O PROCEL é executado pela ELETROBRAS e o CONPET, pela PETROBRAS. Outras iniciativas estão engastadas nesses programas ou se relacionam intimamente com eles; envolvem comissões,

conselhos e outros organismos de Ministérios e Secretarias de governos, federal e estaduais, adensando, assim, o seu processo de estatização.

A análise dos sinais de mercado indica que o Brasil foi capaz de criar recursos significativos, como os do fundo CT-ENERG, leis e regulação favoráveis ao uso racional de energia, porém, paradoxalmente, tem faltado visão, coordenação entre agentes e consistência de ações, além de haver o domínio de uma cultura estatal de gestão, que prejudica o foco na integração das diversas áreas do conhecimento envolvidas e na produtividade.

Ante a irrevogabilidade das leis físicas, os depósitos e fluxos energéticos existentes na natureza só se tornam disponíveis para o desenvolvimento econômico e o bem-estar do homem, após sucessivos e complexos processos de transformação, transporte e armazenamento. Diante de fatores igualmente irrevogáveis, como o aumento populacional, a extensão e a irregularidade geográfica cada vez maior da sua distribuição, e a dispersão dos centros de carga de diversas espécies (indústria, transporte, consumo residencial, agricultura, etc.), a essa mencionada complexidade da disponibilidade energética adicionam-se os inevitáveis efeitos termodinâmicos dos seus processos de conversão e acumulação, provocando a consequência de que a energia final disponível é cada vez menor em relação à inicial, suprida pela natureza. Nesse contexto, fisicamente intransponível, é, ao mesmo tempo, elementar e indispensável, a recomendação de programas ou projetos prioritários de eficiência energética, principalmente na indústria, pois esta detém o maior consumo de energia, no Brasil.

Não há razões técnicas, tecnológicas ou gerenciais para continuar tratando, ou definindo, a eficiência energética como conservação de energia. Pela Primeira Lei da Termodinâmica, num sistema isolado não se pode criar nem destruir energia; esta é, absoluta e fisicamente, conservada, o que implica não fazer sentido realizar-se qualquer esforço para conservá-la. Para consumir menos energia ou produzir mais trabalho útil num determinado sistema, como se mais energia fosse disponibilizada, ou como se estivessem sendo supridas quantidades adicionais de energia, sem que este fenômeno estivesse ocorrendo, deve-se, sim, racionalizá-la; desenvolver e aplicar métodos inteligentes que, ao resultarem em redução de consumo energético sem prejuízo da quantidade ou da qualidade dos bens e serviços produzidos ou do conforto proporcionado, disponibilizem mais energia. É como se houvesse um suprimento

adicional, virtual, de energia, o qual decorre do processo de racionalização. Este, sim, é o verdadeiro conceito de eficiência energética: racionalização de energia.

Esta racionalização de energia também pode implicar ou decorrer da flexibilização das fontes energéticas utilizadas, em função, por exemplo, do seguinte:

- limitada disponibilidade no espaço geopolítico em que se localizam os sistemas consumidores (centros de carga);
- custos elevados;
- necessidade de redução da complexidade dos seus sistemas de transformação e transporte;
- produzirem, no espaço geo e bioecológico atingido e nas organizações humanas dispostas sobre ele, impactos socioambientais de vulto;
- Outros.

De tal forma que essas fontes possam ser mescladas ou recompostas dentro da matriz energética supridora, ou que seus sistemas de transformação, armazenamento e transporte sejam simplificados, etc., levando a um efeito final duradouro, sistêmico, de aumento da eficiência do sistema energético/consumidor como um todo; isto é, a um efeito de racionalização de energia, configurando, assim, um processo de eficiência energética.

Como consequência de consumir maior quantidade de energia em relação a outros setores, a indústria tem necessidades mais prementes de investimentos em programas de eficiência energética. O lugar-comum de que os custos da energia são pouco representativos no custo industrial está mudando rapidamente por três razões fundamentais: a primeira se deve à desconcentração dos parques industriais, que passam a se distribuir através do país continental, levando os centros de carga para regiões distantes dos parques geradores, com o inevitável aumento de custos; a segunda decorre, pragmaticamente, da exaustão das fontes hídricas nas regiões mais desenvolvidas e demandantes de energia do Sul e Sudeste do Brasil. A terceira razão, que emerge com enorme força, é o despertar da consciência social, com a percepção progressiva, crescente, quanto aos impactos socioambientais provocados pela produção, transporte, armazenamento e consumo de energia, resultando na inexorável contabilidade desses impactos nos seus custos finais.

Quanto a essa mudança de percepção dos custos finais da energia, deve-se salientar que eles não se tratam apenas de valores financeiros e contábeis objetivos, mas, adicionalmente, a outras parcelas socioambientais, mais subjetivas e de difícil contabilidade, como a poluição atmosférica das grandes cidades, que atinge, principalmente, crianças até 5 anos de idade e idosos a partir dos 65 anos, provocando enormes custos sociais relativos à mortalidade e à vida vivida com morbidades de extensas populações dessas faixas etárias; existência de comunidades periféricas que sobrevivem em completo estado de degradação socioambiental, dependentes de custosas políticas públicas, ainda que frágeis e dispersas; etc.

Fatores como os acima exemplificados, que, hoje, são largamente conhecidos e testemunhados, com extensa divulgação e muitas estatísticas publicadas, têm produzido uma nova consciência quanto aos custos econômico-financeiros e socioambientais, crescentes, da energia na indústria, que conduzem a uma visão favorável a investimentos em eficiência energética.

Como expressa Horta Nogueira (NOGUEIRA, 2007): “usar bem a energia não é sovínice, mas antes de tudo aumentar sua racionalidade e produtividade, criando ‘usinas elétricas virtuais’, competitivas economicamente e absolutamente não-poluidoras”.

Investir e desenvolver projetos de eficiência energética equivale a produzir energia virtualmente, qualquer tipo de energia. Falando modernamente, é produzir energia “pela internet”; pela internet de recebimento do boleto bancário para pagamento da conta de energia ou da parcela contratual do mercado aberto, além de capitalizar sobre a completa inexistência de impactos socioambientais, com absoluto respeito aos fatores determinantes da sustentabilidade. O resultado final se traduz em ganho econômico, ganho de imagem institucional, ganho de postura estratégica na estrutura competitiva do setor em que a empresa atua, ganho na visão e na expectativa dos *stakeholders*. Na indústria, objeto desta monografia, investimento estruturado e metódico em eficiência energética é lucro. E lucro nas suas dimensões tangíveis e intangíveis.

Em termos de energia elétrica, a estimativa publicada pelo PROCEL é de redução de cerca de 20% no consumo de energia do país. Esta informação concerne apenas a um tipo de energia. Portanto, a adoção de políticas públicas integradas de pesquisa & desenvolvimento tecnológico e demonstração; incentivos tributários e financeiros; programas institucionais,

amplos, de educação, incluindo treinamento e desenvolvimento de pessoas e equipes empresariais; esclarecimento à sociedade; acordos voluntários de mercado; abertura do mercado exterior para as tecnologias envolvidas; controle de interfaces nos três níveis de governo (federal, estadual e municipal); assistência técnica e manutenção, trarão resultados definitivos, estruturais e de longo prazo, de energia e eficiência energética, posicionando o Brasil em condições análogas às dos países desenvolvidos. Essa recomendação só é válida se essas políticas públicas forem, em concomitância, amplas e integradas; pois, se forem parciais ou dispersas, resultarão nas fragilidades das políticas tradicionais: quando estas se encerram, principalmente os incentivos financeiros e tributários, os programas suportados por elas acabam.

Na última década, a evolução dos conceitos de responsabilidade social empresarial e de ecoeficiência; os movimentos ambientalistas; os estudos e publicações científicos acerca das mudanças climáticas; o apurado conhecimento técnico-científico a respeito do determinismo entrópico dos sistemas energéticos; o marco regulatório institucional; o papel das ESCOs; as ações das instituições nacionais e internacionais, multilaterais, de financiamento e investimento; as normas ISO da série 14.000; a carência de competente planejamento integrado de recursos nos grandes empreendimentos energéticos, com a conseqüente percepção progressiva, crescente, da sociedade, em relação a suas externalidades negativas (a visão das positivas fica prejudicada pela negligência do planejamento); etc., produziram a emergência e o crescimento do MAUFE no Brasil.

Comparados a outras opções de expansão da oferta de energia, os investimentos em eficiência energética são os que proporcionam melhor retorno econômico, mais configuram uma expectativa progressiva de competitividade, além de não provocarem quaisquer agressões socioambientais. Com essa multiplicidade de vantagens, a eficiência energética deve passar a ser considerada como opção aos investimentos em projetos de ampliação da produção de energia, no país. Dessa forma, a recomendação de maior efeito é introduzir, a exemplo dos EUA, modelos estruturados de leilões de eficiência energética no Brasil, assim como já existem os de geração/transmissão/distribuição de energia.

Na seqüência dessa recomendação, elucida-se que os projetos de eficiência energética podem se tornar de dimensão bem maior que as convencionais, necessitando, por conseguinte, da disponibilidade massiva, de aporte muito maior, de capital para seus investimentos. Então,

também é recomendada a análise de mecanismos de investimentos relacionados, por exemplo, à adicionalidade de créditos de carbono na natureza, preconizada no Protocolo de Kyoto; emissão de certificados “verdes”, ou outros, para negociação em bolsas de valores; etc. Trata-se de mecanismos inovadores, que se somam aos existentes e mais convencionais vinculados a linhas específicas de financiamento e investimento provenientes de várias entidades nacionais e internacionais aludidas ao longo deste trabalho.

Assim, os projetos ou programas de eficiência energética, principalmente na indústria, ante a sua complexidade técnica, tecnológica, gerencial e cultural, carecem, irremediavelmente, de ação gerencial eficaz. Portanto, a gestão da eficiência energética de sistemas/subsistemas/equipamentos industriais é um elemento básico, essencial, para os processos de tomada de decisão de investimentos em energia e eficiência energética, e para a competitividade da indústria no mundo atual. Nesse cenário, a proposição dessa metodologia para gestão da eficiência energética de sistemas industriais sob condicionantes socioambientais sustentáveis se constitui em componente de importância crucial.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. **Os desafios da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2007.

BEN-2007. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. **Balanco Energético Nacional, 2007**. Rio de Janeiro: EPE, 2007.

BERMANN, C. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos Avançados**. São Paulo: IEA, v. 21, n. 59, p. 139-153, jan/abr. 2007.

BRASIL. ANEEL. **Relatório ANEEL 2006**. Brasília: ANEEL, 2007. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/eficienciaenergetica>. Acesso em 03/10/2008.

\_\_\_\_\_. **Resolução N° 23, de 05/02/1999**. Brasília: ANEEL, 1999. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/eficienciaenergetica>. Acesso em 03/10/2008.

\_\_\_\_\_. **Resolução Normativa N° 300, de 12/02/2008**. Brasília: ANEEL, 2008. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/eficienciaenergetica>. Acesso em 03/10/2008.

BRASIL. INMETRO. **Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE**. Rio de Janeiro: INMETRO, 2008. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br>. Acesso em 06/10/2008.

BRASIL. MME. Eletrobrás/Procel, Unifei e Fupai. **Conservação de energia: Eficiência energética de equipamentos e instalações**. Itajubá: UNIFEI, 2006.

\_\_\_\_\_. **Eficiência energética – Teoria e prática**. Itajubá: UNIFEI, 2007.

\_\_\_\_\_. Portaria MME N° 46, de 07/03/2001. Cria o Comitê de Acompanhamento das Metas de Conservação de Energia (CAMEC), com atribuição básica sobre os processos de estudos e implementação das providências de conservação, indicados nos planos do PROCEL e do CONPET. **Diário Oficial da União**, Brasília, 08 de março de 2001.

\_\_\_\_\_. Portaria MME N° 328, de 03/12/2007. Designa os representantes para compor o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), instituído pelo Decreto N° 4.059, de 19/12/2001. **Diário Oficial da União**, Brasília, 04 de dezembro de 2007.

BRASIL. MME, MCT e MDIC. Portaria Interministerial N° 553, de 08/12/2005. Aprova o Programa de Metas de motores elétricos de indução trifásicos, na forma constante no seu Anexo. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 de dezembro de 2005.

\_\_\_\_\_. Portaria Interministerial N° 132, de 12/06/2006. Aprova a regulamentação específica de lâmpadas fluorescentes compactas, na forma constante dos seus Anexos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 de junho de 2006.

BRASIL. MME e MIC. Portaria Interministerial N° 1.877, de 30/12/1985. Cria o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). **Diário Oficial da União**, Brasília, 31 de março de 1986.

BRASIL. MIC. Portaria MIC N° 46, de 23/02/1981. Cria o Programa de Conservação de Energia no Setor Industrial (CONSERVE). **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de fevereiro de 1981.

BRASIL. Presidência da República. Constituição da República Federativa do Brasil (Constituição Federal), de 05/10/1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 de outubro de 1988.

\_\_\_\_\_. Decreto N° 99.656, de 26/10/1990. Dispõe sobre a criação, nos órgãos e entidades da Administração Federal direta e indireta, da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), nos casos que menciona, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 27 de outubro de 1990.

\_\_\_\_\_. Decreto de 18/07/1991. Dispõe sobre o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 de julho de 1991.

\_\_\_\_\_. Decreto de 18/07/1991. Institui o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET). **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 de julho de 1991.

\_\_\_\_\_. Decreto de 22/09/1992. Altera o Art. 4° do Decreto de 18/07/1991, que institui o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET). **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de setembro de 1992.

\_\_\_\_\_. Decreto de 21/09/1993. Dispõe sobre o Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia, e revoga o Decreto N° 99.250, de 11/05/1990, que dispunha sobre o mesmo objeto. **Diário Oficial da União**, Brasília, 22 de setembro de 1993.

\_\_\_\_\_. Decreto de 08/12/1993. Dispõe sobre a instituição do Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 de dezembro de 1993.

\_\_\_\_\_. Decreto de 20/09/1994. Dá nova redação ao Art. 4° do Decreto de 18/07/1991, que institui o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET). **Diário Oficial da União**, Brasília, 21 de setembro de 1994.

\_\_\_\_\_. Decreto de 27/12/1994. Cria o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (PRODEEM). **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 de dezembro de 1994.

\_\_\_\_\_. Decreto N° 2.335, de 06/10/1997. Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), autarquia sob regime especial, e aprova sua estrutura regimental e o quadro demonstrativo de cargos em comissão e funções de confiança. **Diário Oficial da União**, Brasília, 07 de outubro de 1997.

\_\_\_\_\_. Decreto N° 3.330, de 06/01/2000. Dispõe sobre a redução do consumo de energia elétrica em prédios públicos da Administração Pública Federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 07 de janeiro de 2000.



\_\_\_\_\_. Decreto Nº 3.789, de 18/04/2001. Dispõe sobre medidas emergenciais de racionalização, visando à redução de consumo e aumento da oferta de energia elétrica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 de abril de 2001.

\_\_\_\_\_. Decreto Nº 3.867, de 16/07/2001. Regulamenta a Lei Nº 9.991, de 24/07/2000, que dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética, por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 de julho de 2001.

\_\_\_\_\_. Decreto Nº 4.059, de 19/12/2001. Regulamenta a Lei Nº10.295, de 17/10/2001, a qual dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 de dezembro de 2001.

\_\_\_\_\_. Decreto Nº 4.131, de 14/02/2002. Dispõe sobre medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica no âmbito da Administração Pública Federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 de fevereiro de 2002.

\_\_\_\_\_. Decreto Nº 4.508, de 11/12/2002. Dispõe sobre a regulamentação específica, que define os níveis mínimos de eficiência energética (na linguagem da lei) de motores elétricos trifásicos de indução rotor gaiola de esquilo, de fabricação nacional ou importados, para comercialização ou uso no Brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 de dezembro de 2002.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 6.938, de 31/08/1981. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União da União**, Brasília, 01 de setembro de 1981.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 7.347, de 24/07/1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 de julho de 1985.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 8.987, de 13/02/1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos, previsto no Art. 175 da Constituição Federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 de fevereiro de 1995.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 9.427, de 26/12/1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 27 de dezembro de 1996.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 9.478, de 06/08/1997. Dispõe sobre a Política Energética Nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a Agência Nacional do Petróleo. **Diário Oficial da União**, Brasília, 07 de agosto de 1997.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 9.991, de 24/07/2000. Dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 de julho de 2000.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 10.295, de 17/10/2001. Dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 de outubro de 2001.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 10.438, de 26/04/2002. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica e altera a Lei Nº 9.991, dentre outras. **Diário Oficial da União**, Brasília, 27 de abril de 2002.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 10.848, de 15/03/2004. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica e altera a Lei Nº 9.991, de 24/07/2000, dentre outras. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 de março de 2004.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 11.465, de 28/03/2007. Altera os incisos I e III do caput do Art. 1º da Lei Nº 9.991, de 24/07/2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, 29 de março de 2007.

CANDIDO, A. **Literatura e sociedade**. São Paulo: Publifolha, 2000.

CENSOS 2007. **Síntese de indicadores sociais, 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 20/10/2008.

EASTOP, T. D.; CROFT, D. R. **Energy efficiency** (for engineers and technologists). Essex: Longman, 1990.

ELETROBRAS/PROGRAMAS. **Procel – subprogramas**. Rio de Janeiro: Eletrobras/Programas e Fundos Setoriais, 2008. Disponível em <http://www.eletrobras.gov.br>. Acesso em 12/09/2008.

GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. São Paulo: EDUSP, 2003.

GREMAUD, A. P. et al. **Formação Econômica do Brasil**. São Paulo: Atlas, 1997.

HOLANDA, S. B. **Raízes do Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

JANNUZZI, G.; DANELLA, M. A.; SILVA, S. A. S. Metodologia para avaliação da aplicação dos recursos dos programas de eficiência energética. Energy Discussion Paper Nº 2.60-01/04. **International Energy Initiative**. Campinas, 2004.

LEITE, A. D. **A energia do Brasil**. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2007.

MAGNOLI, D.; ARAÚJO, R. **Geografia do Brasil**: Projeto de ensino de geografia. São Paulo: Moderna, 2007.

MARTINS, Maria Paula de Souza. **Inovação Tecnológica e Eficiência Energética**. Rio de Janeiro, 1999. 43 p. Monografia (Especialização em Energia Elétrica) – Programa de Especialização do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

NOGUEIRA, L. A. H. Uso racional: a fonte energética oculta. **Estudos Avançados**. São Paulo: IEA, v. 21, n. 59, p. 91-105, jan/abr. 2007.

PNE 2030. **Planejamento e Desenvolvimento Energético**. Brasília: MME, 2007. Disponível em <http://www.mme.gov.br>. Acesso em 03/10/2008.

PROCEL/INDÚSTRIAS. **Sistemas Motrizes**. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2008. Disponível em <http://www.eletrobras.com.br/elb/procel>. Acesso em 12/09/2008.

PROCEL/PROGRAMA. **Resultados Acumulados 1986-2006**. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2008. Disponível em <http://www.eletrobras.com.br/elb/procel>. Acesso em 12/09/2008.

RAJAN, G. G. **Optimizing energy efficiencies in industry**. New York: MacGraw-Hill, 2003.

RIBEIRO, Zenilda Barbosa. **Parâmetros para análise de projetos de eficiência energética em eletricidade**. São Paulo, 2005. 127p. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SALAZAR, Sérgio. **Avaliação dos programas de conservação de energia para o setor industrial de energia**. Campinas, 1992. 58 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade de Campinas, Campinas, 1992.

SANTOS, M. H. C. **Política e políticas de uma energia alternativa: o caso do Proálcool**. Rio de Janeiro: Notrya, 1993.

SKIDMORE, T. E. **Brasil: de Castelo a Tancredo, 1964-1985**. São Paulo: Paz e Terra, 2000.